



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria

División de Estudios de Posgrado e Investigación

TESIS

Para obtener el grado de: **Maestro**
en Ciencias en Biología (Clave
de SECIHTI 002408)

**“Estudio taxonómico de los líquenes cortícolas en algunas localidades de
bosque templado y matorral en el municipio de Miquihuana, Tamaulipas,
México.”**

Presenta:

Biol. Amir Misael Guerrero Martínez

No de control:

G-22380012

Director:

Dr. Jesús García Jiménez

Codirector:

Dr. Leccinum Jesús García Morales

Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Mayo, 2025

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS

Ciudad Victoria, Tam., a **22/noviembre/2024**
OFICIO: DEPI-310/2024

C. AMIR MISAEL GUERRERO MARTÍNEZ
CANDIDATO AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA
NO. DE CONTROL: G-22380012
PRESENTE.

Por recomendación de su H. Comité Tutorial, se le **AUTORIZA** imprimir y reproducir digitalmente la tesis: **"ESTUDIO TAXONÓMICO DE LOS LÍQUENES CORTÍCOLAS EN ALGUNAS LOCALIDADES DE BOSQUE TEMPLADO Y MATORRAL EN EL MUNICIPIO DE MIQUIHUANA, TAMAULIPAS, MÉXICO"**, que tuvo a bien desarrollar en la División de Estudios de Posgrado e Investigación de este instituto.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
"Verdad, Honestidad y Servicio"



ADRIANA MEXICANO SANTOYO
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



c. c. p. Expediente



CARTA DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS

Ciudad Victoria, Tam., a 20/11/2024

C. ADRIANA MEXICANO SANTOYO
JEFE DE LA DEPI
PRESENTE

Los miembros del Comité Tutorial del estudiante Amir Misael Guerrero Martínez del programa de Maestría en Ciencias en Biología, con Número de Control G-22380012, certificamos que después de haber sometido a revisión académica la tesis titulada: "Estudio taxonómico de los líquenes cortícolas en algunas localidades de bosque templado y matorral en el municipio de Miquihuana, Tamaulipas, México", que fue dirigida por el C. Jesús García Jiménez, acordamos la ACEPTACIÓN del documento para obtener el grado de "MAESTRO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA", dado que cumple con los criterios expresados en los lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
"Verdad, Honestidad y Servicio"



C. JESÚS GARCÍA JIMÉNEZ
DIRECTOR



INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CD. VICTORIA
DEPARTAMENTO DE
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



C. LECCINUM JESÚS GARCÍA MORALES
CODIRECTOR



C. GONZALO GUEVARA GUERRERO
TUTOR



C. LUDIVINA BARRIENTOS LOZANO
TUTOR SUPLENTE

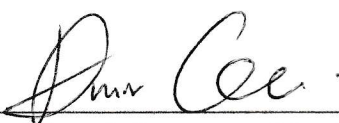
c. c. p. Expediente



CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

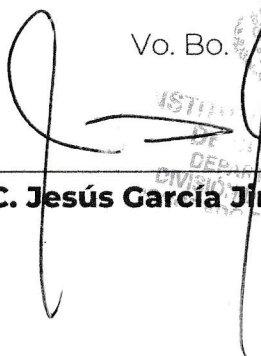
En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Tecnológico Nacional de México, campus Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, el que suscribe, **C. Amir Misael Guerrero Martínez** como estudiante de la Maestría en Ciencias en Biología de esta Institución, con No. de Control G-22380012, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas o académicas, de procedencia nacional o internacional, que deriven del trabajo de investigación que realicé bajo la dirección del Profesor, **C. Jesús García Jiménez**. Por tal motivo, **OTORGO LOS DERECHOS DE AUTORÍA DE MI TESIS "Estudio taxonómico de los líquenes cortícolas en algunas localidades de bosque templado y matorral en el municipio de Miquihuana, Tamaulipas, México" DE DICHA INVESTIGACIÓN** al Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Las patentes y secretos industriales que deriven de la tesis serán registrados a nombre del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y las regalías económicas distribuidas equitativamente entre esta Institución, el Director de la Tesis y quien suscribe, de acuerdo con las negociaciones entre las tres partes. También, **ME COMPROMETO A NO REALIZAR NINGUNA ACCIÓN** que dañe el proceso de aprovechamiento comercial de dichos productos a favor de ésta misma Institución.

Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, a 21 de noviembre de 2024.

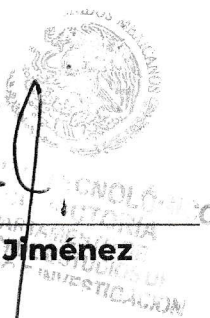


C. Amir Misael Guerrero Martínez

Vo. Bo.



C. Jesús García Jiménez



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

A QUIEN CORRESPONDA

La que suscribe **C. Itzel Rubí Rodríguez de León** coordinadora del programa de la **Maestría en Ciencias en Biología** del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, hace constar que la tesis titulada **"Estudio taxonómico de los líquenes cortícolas en algunas localidades de bosque templado y matorral en el municipio de Miquihuana, Tamaulipas, México"** fue desarrollada por el estudiante **C. Amir Misael Guerrero Martínez** con número de control **G-22380012**, bajo la dirección de **C. Jesús García Jiménez** y codirección de **C. Leccinum Jesús García Morales**, que el documento de tesis fue evaluado con el software turnitin y se encontró que presenta una semejanza del **1 %** respecto a contenidos publicados en internet.

Por tal motivo, se extiende la presente CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD en Ciudad Victoria, Tamaulipas, a los veintidós días del mes de noviembre de dos mil veinticuatro.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
"Verdad, Honestidad y Servicio"



INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CIUDAD VICTORIA
DEPARTAMENTO DE
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



Dra. Itzel Rubí Rodríguez de León
Coordinadora de la Maestría en Ciencias en Biología

c. c. p. Archivo Coordinación.
c. c. p. Expediente.



Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el apoyo económico otorgado a través del programa (PNPC) de becas de maestría.

Al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (TecnNM/ITCV) por la oportunidad de ingresar al Posgrado de Maestría en Ciencias en Biología.

De manera muy especial quiero agradecer a mis padres, la Sra. Nilda E. Martínez A., por ser una excelente madre, por confiar siempre en mí y por ayudarme siempre que ella podía, al Sr. José Santos López, por ser un padre para mí siempre que lo necesité y a mi hermano por ser un motivo más por el cual deseo seguir triunfando en la vida.

A la madre de mis hijos, Valeria S. Guerra Aguilar, mi otra mitad, gracias por siempre estar a mi lado en todo momento.

Agradezco a los miembros de mi comité de tesis al Dr. Jesús García Jiménez, al Dr. Leccinum Jesús García Morales, al Dr. Gonzalo Guevara Guerrero y a la Dra. Ludivina Barrientos Lozano, gracias por sus observaciones y comentarios en el presente trabajo.

A la MC. Isela Álvarez Barajas por haberme brindado sus atenciones en la estancia realizada en su planten (CUCBA), por su tiempo, conocimiento y literatura para formar e identificar algunos de los líquenes de esta tesis.

A la Dra. Laura Guzmán Dávalos por haberme brindado su confianza al abrirme las puertas de su laboratorio en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA).

A mis compañeros y excelentes amigos de las distintas instituciones del País, el MC. Marcos Sanches Flore del Herbario de Micología “José Castillo Tovar” del ITCV, la Dra. Olivia A. Vázquez del Colegio de Postgraduados (COLPOS), al M.C. Javier I. de la fuente del Colegio de Postgraduados (COLPOS), al M.C. Cesar Ramiro Martínez González de la Facultad de Ciencias de la UNAM, al MC. Martin Abraham Reyes Lara de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI), al Ing. Ricardo Solano Mora (Estudiante de la Maestría en Ciencias Biológicas), al Dr. Francisco del Valle, al Biol. Elías Peña, y al Biol. José Manuel Guerrero (el Chema) del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA).

Por último, quiero agradecer a mis hijas e hijo académico por todo su apoyo y comprensión en el transcurso de mi carrera, Yaretzi, Marlene, Damaris, María y Ariel, sé que serán unos excelentes Biólogos.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado principalmente a mis dos hijos Alim Kaled y Aarón Itzamma por darme las fuerzas, la alegría y el entusiasmo para seguir adelante día con día.

Al Dr. Jesús García Jiménez “Chuy Botas”, por todo su gran apoyo y confianza brindada a lo largo de toda mi carrera, por ser un gran maestro, asesor y un buen amigo.

ÍNDICE GENERAL

1. Resumen.....	1
2. Introducción	2
3. Antecedentes.....	4
3.1. Liquenología en México.....	4
3.2. Liquenología del Noreste.....	5
3.3. Liquenología de Tamaulipas.....	5
4. Hipótesis.....	7
5. Objetivos	7
6. Métodos.....	8
6.1. Descripción del área de estudio	8
6.1.1. Vegetación	9
6.2. Trabajo de campo	10
6.3. Estudios microscópicos y determinación taxonómica de las especies	10
6.4. Análisis de datos.....	11
7. Resultados.....	12
7.1. Descripción Taxonómica de las especies estudiadas	14
7.1.1. Descripción de especies	14
8. Resultados de los análisis	46
8.1. Diversidad de especies por familias.....	46
8.2. Abundancia de líquenes por vegetación.....	47
8.3. Diversidad por comunidad vegetal.....	49
8.4. Análisis estadístico	50
8.5. Análisis de correspondencia	51
9. Discusión y conclusiones.....	53
10. Literatura citada	55
11. Anexos.....	63
11.1. Morfología de estructuras de reproducción de tipo asexual	63
11.1.1. Morfología de estructuras de reproducción de tipo sexual	64
11.1.2. Listado taxonómico preliminar de líquenes y hongos asociados para el estado de Tamaulipas	65
11.2. Anexo fotográfico	68
11.2.1. Láminas de las especies de líquenes determinadas	68
11.2.2 Imágenes de los sitios de muestreo y su comunidad vegetal	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio	8
Figura 2. Localidades y sitios de muestreo	9
Figura 3. Familias con mayor diversidad de especies.....	46
Figura 4. Número de especies por género.....	47
Figura 5. Número de especímenes por género	47
Figura 6. Porcentaje de especímenes por tipo de vegetación	48
Figura 7. Número de especímenes por tipo de vegetación.....	48
Figura 8. Análisis de correspondencia canónica	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de localidades	9
Tabla 2. Lista taxonómica de especies determinadas en el área de estudio	12
Tabla 3. Presencia de especies por comunidad vegetal	49
Tabla 4. Resultados paramétricos ecológicos	51
Tabla 5. Listado taxonómico de líquenes y hongos asociados del Estado de Tamaulipas	65

ÍNDICE DE LÁMINAS

Lamina 1.....	68
a- <i>Athallia holocarpa</i>	68
b- <i>Athallia pyracea</i>	68
c- <i>Bacidia heterocroa</i>	68
d- <i>Bacidina phacodes</i>	68
e- <i>Calicium abietinum</i>	68
f- <i>Caloplaca floridana</i>	68
Lamina 2.....	69
a- <i>Cetrelia olivetorum</i>	69
b- <i>Coenogonium luteum</i>	69
c- <i>Dolichousnea longissima</i>	69
d- <i>Flavoparmelia caperata</i>	69
e- <i>Flavopunctelia flaventior</i>	69
f- <i>Flavopunctelia praesignis</i>	69
Lamina 3.....	70
a- <i>Flavopunctelia soledica</i>	70
b- <i>Heterodermia echinata</i>	70
c- <i>Hypotrachyna brevirhiza</i>	70
d- <i>Lecanora hybocarpa</i>	70
e- <i>Lecanora caesiorubela</i>	70
f- <i>Leucodermia leucomelos</i>	70
Lamina 4.....	71
a- <i>Leucodermia appalachensis</i>	71
b- <i>Leptogium saturninum</i>	71
c- <i>Lepra albescens</i>	71

d- <i>Lepra hypothamnolica</i>	71
e- <i>Normandina pulchella</i>	71
f- <i>Ochrolechia androgyna</i>	71
Lamina 5	72
a- <i>Pannaria tavaresii</i>	72
b- <i>Pannaria rubiginosa</i>	72
c- <i>Parmotrema submarginale</i>	72
d- <i>Parmotrema hypotropum</i>	72
e- <i>Parmotrema rigidum</i>	72
f- <i>Parmotrema cetratum</i>	72
Lamina 6	73
a- <i>Parmotrema reticulatum</i>	73
b- <i>Parmotrema margaritatum</i>	73
c- <i>Parmotrema tinctorum</i>	73
d- <i>Pertusaria ostiolata</i>	73
e- <i>Pertusaria thwaitesii</i>	73
f- <i>Pertusaria macounii</i>	73
Lamina 7	74
a- <i>Physcia stellaris</i>	74
b- <i>Physcia americana</i>	74
c- <i>Physcia neogaea</i>	74
d- <i>Polyblastidium hypoleucum</i>	74
e- <i>Punctelia rudecta</i>	74
f- <i>Punctelia hypoleucites</i>	74
Lamina 8	75
a- <i>Punctelia subrudecta</i>	75
b- <i>Punctelia semansiana</i>	75
c- <i>Pseudevernia intensa</i>	75
d- <i>Pseudevernia consocians</i>	75
e- <i>Ramalina rudecta</i>	75
f- <i>Ramalina celastri</i>	75
Lamina 9	76
a- <i>Ramalina intermedia</i>	76
b- <i>Ramalina sharpii</i>	76

<i>c- Ramalina americana</i>	76
<i>d- Ramalina leptocarpha</i>	76
<i>e- Teloschistes exilis</i>	76
<i>f- Teloschistes chrysophthalmus</i>	76
Lamina 10	77
<i>a- Usnea fragilesens</i>	77
<i>b- Usnea subgracilis</i>	77
<i>c- Usnea hirta</i>	77
<i>d- Usnea cirrosa</i>	77
<i>e- Usnea rubicunda</i>	77
<i>f- Usnea esperantiana</i>	77
Lamina 11	78
<i>a- Usnea amblyoclada</i>	78

1. RESUMEN

Los líquenes son organismos complejos formados por una simbiosis entre hongos y algas verdes fotosintéticas o cianobacterias, son componentes indispensables en los ecosistemas templados y tropicales del mundo, contribuyen a los procesos primarios de descomposición de materia orgánica, formación de suelo y colaboran en mantener los ciclos del agua y nutrientes a nivel forestal. Los líquenes cortícolas son sensibles a las alteraciones del medio ambiente, variaciones climáticas y ambientales, los cuales son importantes indicadores del estado de conservación de los ecosistemas. En México se conocen 2,833 taxa, para lo cual el Noreste se reportan 815 especies, Tamaulipas es la menos representada con 198 especies.

El objetivo fue identificar la diversidad de especies que existen en los diferentes tipos de vegetación de Miquihuana. Se realizaron colectas entre los meses de mayo y octubre del 2023 en diferentes comunidades vegetales (Matorral rosetófilo, Bosque de *Pinus cembriodes* (piñonero), Bosque de *Quercus-Pinus*, Bosque de *Pinus-Quercus*, Bosque de *Pinus*), mediante un método estandarizado utilizando cuadrantes de 10 x 10 m². Se procesaron y analizaron utilizando las técnicas convencionales de liquenología, respecto a su morfología y química. Se registraron un total de 124 especímenes, organizados en 12 familias, 28 géneros y 60 especies, cuatro de ellas son nuevos registros para México y 26 para Tamaulipas. *Usnea* fue el género más abundante, seguido de *Parmotrema* y *Ramalina*.

2. INTRODUCCIÓN

La diversidad morfológica de los líquenes se explica parcialmente por adaptación a los tan variados microambientes en los que habitan (Hawksworth, 1988b). Todo ello es gracias a la simbiosis líquénica, la cual se efectúa (efectuado) entre los hongos, algas y/o cianobacterias, los cuales se encuentran entre las formas de vida más exitosas y diversas.

Sin embargo, en los últimos años se ha descubierto la interacción con otros simbioses obligados, como lo son linajes de bacterias y la presencia de levaduras; gracias a la gran complejidad que presentan, a su capacidad de poder fotosintetizar, aprovechar una gran variedad de nutrientes y la habilidad de resistir ciclos de hidratación-deshidratación, estos son capaces de colonizar prácticamente cualquier ecosistema terrestre (Kappen 1988; Bates *et al.* 2010; Spribille *et al.* 2016; Touvinen *et al.* 2019, 2021).

Sin embargo, la gran mayoría de los líquenes se desempeñan mejor en condiciones con abundante luz y humedad como lo son las regiones oceánicas costeras, el bosque lluvioso templado, el bosque nuboso tropical montano y algún desierto de niebla costera, en estos tipos de hábitat es donde se presenta la mayor diversidad líquénica (Brodo *et al.* 2001).

Aun así, a pesar de ser cosmopolitas, también son bastante estenoicos y por ello excelentes indicadores (de la calidad del ambiente y la modificación de este) de las condiciones ambientales que les rodean. Por ende, los líquenes son componentes indispensables en ecosistemas templados y tropicales, contribuyendo significativamente en la dinámica de los bosques, los procesos ecosistémicos, la descomposición de materia orgánica, como productores primarios, formadores de suelo y en los ciclos del agua y los nutrientes (Jones, 1988; Lange *et al.* 2000; Nadkarni, 2000; Nash, 2008a, b, c;

Seaward, 2008). Por lo anterior el conocimiento de la diversidad, población y dinámica (el cambio a través del tiempo) es de vital importancia en la conservación del medio ambiente.

Por otra parte, se conoce que los líquenes son excelentes indicadores de metales pesados y de contaminantes gaseosos en el ambiente, de tal motivo son ampliamente utilizados en muchos países como bioindicadores de la calidad del aire y para identificar sitios críticos de biodiversidad (Gómez-Peralta, 1997; Herrera-Campos *et al.* 2014), así como también están siendo utilizados en la industria farmacéutica ya que cuentan con sustancias químicas de actividades antibióticas, antitumorales y anti-VIH (Richardson 1988; Hirabayashi 1989; Pererira 1998), o simplemente, desde hace décadas el ser humano los ha estado utilizando como remedios naturales o múltiples usos en la etnoliquenología.

Por otro lado, Tamaulipas cuenta con una cadena montañosa muy importante La Sierra Madre Oriental (SMO), la cual ofrece una barrera orográfica que favorece la humedad en el frente oriental (barlovento) de la sierra e impide la entrada de los vientos húmedos hacia el altiplano suroeste tamaulipeco (Almaguer-Sierra 2005). En parte de ella se sitúa el municipio de Miquihuana Tamaulipas, el cual está comprendido por diferentes comunidades vegetales que van desde Matorrales Rosetófilos, chaparral de Rosáceas y Ericáceas, Bosque de *Pinus cembroides*, Bosque de *Pinus-Quercus*, Bosque de *Pinus*, chaparral de *Quercus miquihuanensis*, hasta bosques templados o de alta montaña como el de *Abies-Pseudotsuga*.

Tomando en cuenta la gran diversidad de ecosistemas que aglomeran dicho municipio, este propicia un alta en el número de microhábitats disponibles para la colonización de los líquenes, y la existencia de una gran diversidad.

3. ANTECEDENTES

3.1. Liquenología en México

Tomando en cuenta que la mayor parte de la flora liquénica conocida para México son ascomicetos; Asimismo, la clase más diversa en especies y otras categorías supra específicas es la de los Lecanoromycetes, la cual agrupa alrededor del 96% de los hongos liquenizados y es la más diversa en el reino Fungi (Miadlikowska *et al.* 2006). Herrera-Campos *et al.* (2014) estima que solo en la región tropical del país puede llegar a haber 3600 especies de líquenes, y para México quizás alcance las 5000 especies.

Aun sabiendo que la diversidad de líquenes en México es elevada existen estados en los que los estudios liquenológicos son escasos, y solo se encuentran trabajos en los que se han reportado solo un número de especies (Herrera-Campos *et al.* 2014).

Otros de los trabajos importantes de la liquenología en México es indiscutiblemente el de la flora liquénica del Desierto Sonorense, iniciado por Thomas H. Nash III, en la década de 1990, el cual produjo cerca de 200 publicaciones y describe más de 1 900 especies, 341 géneros y una obra de 3 volúmenes “Lichen Flora of the Great Sonoran Desert Region” (Nash *et al.* 2002, 2004, 2007), al igual que la revisión de la familia Parmeliaceae en el libro Lichens of Mexico, el cual reporta un 25% de las especies conocidas a nivel mundial de dicha familia en México (Herrera-Campos *et al.* 2016). Pero también sin antes olvidar el primer conteo de las especies conocidas de líquenes de México que fue publicado por Imshaug (1956), quien dio la cifra de 1 000 especies; y el trabajo de Ryan *et al.* (1996) que reportó 1300 especies conocidas para México.

3.2. Liquenología en el Noreste de México

El estudio de los líquenes en México no ha sido igual en todos los estados, para el noreste de México se conocen pocos trabajos que abarcan todo el noreste como tal, como el de Herrera-Campos *et al.* (2014), quien reporta 295 especies registradas para el noreste y Huereca (2019), el cual reporta un total de 617 especies, pero solo para la parte de Nuevo León y Coahuila. En específico Herrera-Campos *et al.* (2014) cita para Coahuila 167 especies de líquenes, para Nuevo León 93 y Tamaulipas 110. Mientras que Huereca (2019) actualiza los listados para Coahuila y nuevo León con 307 y 310 especies respectivamente y Guerrero-Martínez (2022) reporta 12 nuevos registros dando un total de 122 especies registradas para Tamaulipas.

3.3. Liquenología en Tamaulipas

Tamaulipas ha sido unas de las regiones del noreste de México más exploradas, de los cuales han resultado en diversas publicaciones. Siendo el primer trabajo realizado por Hernández *et al.* (1951) quien documenta un trabajo donde se citan 14 ejemplares de la Reserva de la Biosfera el Cielo (R.B.C.), siguiéndolo Weber (1977), quien describe *Xanthopsorella texana* (Catillariaceae), donde menciona ejemplares de La R.B.C., Yoshimura, I. (1984) en su revisión de *Lobaria crenulata* (syn. *Lobariella*, Lobariaceae) cita dos especies, Hale (1975,1976) en sus revisiones taxonómicas de los géneros *Hypotrachyna* y *Pseudoparmelia* reporta cuatro especies, seguido por Pérez-Pérez & Nash (2010) quien trabajó el género *Canoparmelia*, describiendo una nueva especie para la ciencia, potencialmente endémica de La R.B.C., *Canoparmelia tamaulipensis*, seguido por la revisión de la familia Parmeliaceae en México por Herrera-Campos *et al.* (2016) donde

menciona 54 especies, Wirth & Hale (1963) se enfocó en la familia Graphidaceae reportando una especie para La R.B.C., el estudio de Barcenás-Peña (2016) donde reporta 11 especies, el trabajo de Guerrero-Martínez (2022), donde reporta 12 nuevos registros para Tamaulipas y el más actual el estudio de García-Jiménez *et al.* (2024) en el cual se citan 198 especies para el estado.

4. HIPÓTESIS

La diversidad taxonómica de los líquenes cortícolas estará relacionada con el tipo de vegetación y las especies de plantas hospederas. Se sugiere que existirán especies de líquenes con preferencias específicas de hospederos y otras que sean generalistas.

5. OBJETIVOS

Objetivos generales

- Identificar la diversidad taxonómica de los líquenes en los diferentes tipos de vegetación.

Objetivos específicos

- Identificar y elaborar un listado taxonómico de los líquenes encontrados en el área de estudio.
- Realizar descripciones morfológicas de las especies de líquenes registradas.
- Analizar el recambio de las especies de líquenes a través de los tipos de vegetación.

6. METODOLOGIA

6.1. Descripción del área de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en la parte suroeste del estado de Tamaulipas en el municipio de Miquihuana (Requena-Lara G. N., *et al.* 2020) (Figura 1). La cual comprende de una porción de la Sierra Madre Oriental (con elevaciones arriba de los 2500 m.s.n.m.), sus coordenadas oscilan entre los 23°33' latitud Norte y los 99°48' longitud Oeste, en la cual se ubican algunas localidades, entre ellas Ejido La Peña y Ejido El Aserradero (Google Earth, 2024) (Tabla 1; Figura 2), sitios donde se realizaron las colectas en los diferentes tipos de vegetación presentes en la zona.

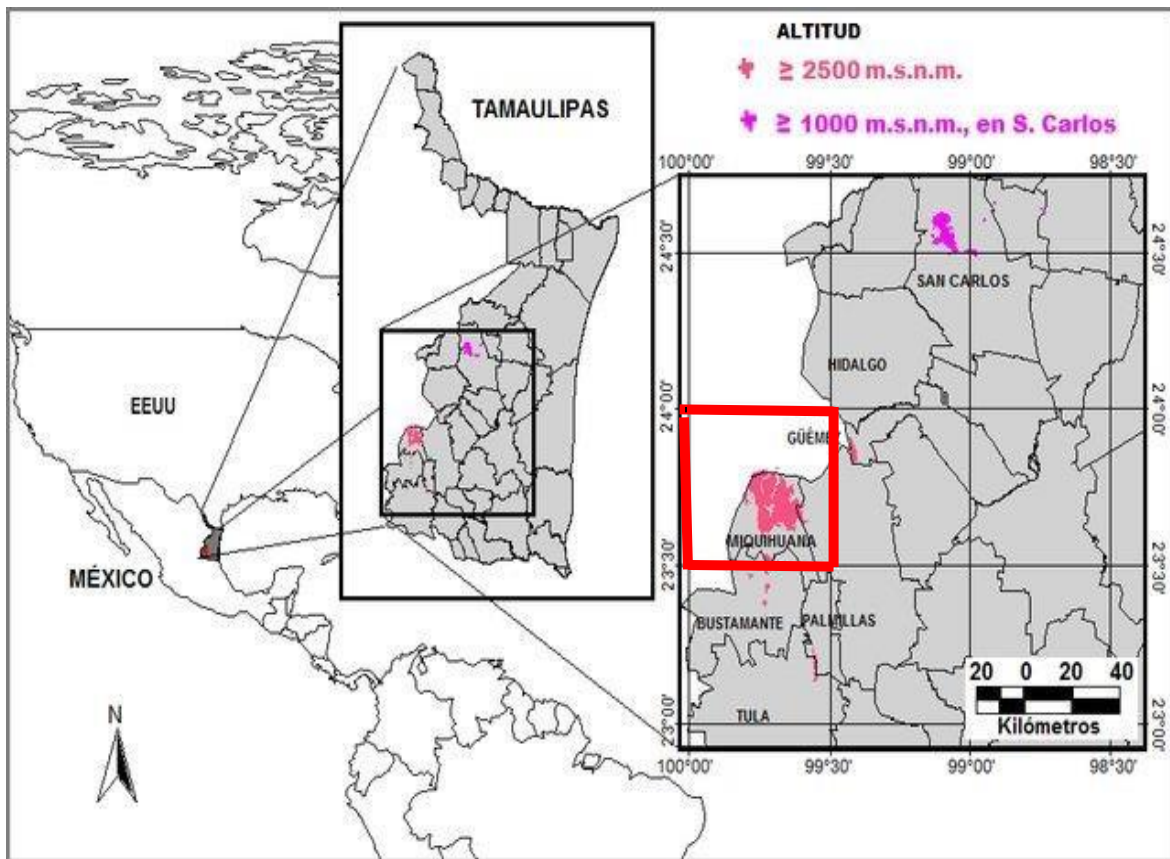


Figura 1. Localización del área de estudio. Miquihuana Tamaulipas, México (Mapa Requena-Lara, G.N. et al. 2020).

Tabla 1. Lista de localidades

Municipio	Localidad	Comunidad vegetal	Altura	Coordenadas
Miquihuana	Ejido La Peña	Matorral rosetófilo (Izotal)	1923 msnm	23°34'24`` N 99°42'15`` O
		Bosque de <i>Pinus cembroides</i>	2392 msnm	23°35'26`` N 99°42'34`` O
		Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	2639 msnm	23°36'04`` N 99°42'27`` O
	Ejido El Aserradero	Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>	2836 msnm	23°37'15`` N 99°42'29`` O
		Bosque de <i>Pinus</i>	2992 msnm	23°38'95`` N 99°42'37`` O

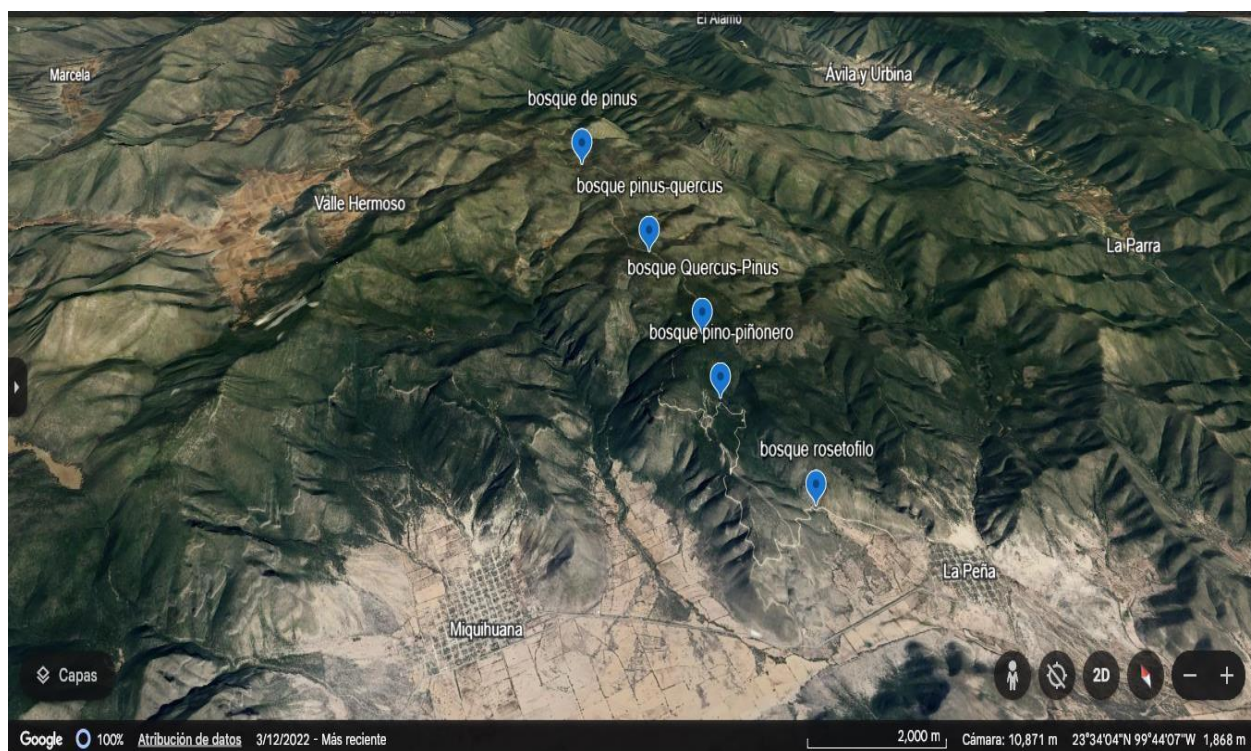


Figura 2. Localidades y sitios de muestreo.

6.1.1. Vegetación

La región de Miquihuana se comprende por una muy variante vegetación, entre ellas las más representativas son el bosque aciculifolio, el cual está comprendido principalmente por coníferas y *Quercus* (Bosque de Pino, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Encino-Pino,

Bosque de Encino, y Bosque de *Abies-Pseudotsuga*), vegetación de matorrales espinosos (esclerofilo y rosetofilo), matorral rosetófilo con (Izotal de *Yucca filifera*, *Yuca carnerosana*, *Dasyllirion miquihuanense* y *Dasyllirion quadrangulatum*), pastizales y leguminosas.

6.2. Trabajo de campo

Se realizaron las colectas en diferentes sitios de las localidades ya mencionadas, esto mediante un método estandarizado en diferentes comunidades vegetales, empleando cuadrantes de 10 x 10 m². Éste consiste en el marcaje del cuadrante, así como también la toma de datos (las especies vegetales y el tipo de comunidad vegetal) y la colecta del material liquenológico. Al igual se tomaron muestras vegetales del hospedero las cuales se identificaron con el trabajo de Rzedowski, (2006), esto para la caracterización de la comunidad vegetal en la que se encuentran dichos líquenes. Para el proceso de colecta, registro y preservación de los organismos, se utilizaron y modificaron los métodos de muestreo ya conocidos de Lodge *et al.* (2004). Se tomaron fotografías *in situ* y de gabinete al igual se realizó un registro para cada ejemplar colectado con datos como la fecha, comunidad vegetal, número de espécimen vegetal, las coordenadas y algunas observaciones que fueron relevantes para la identificación. Los especímenes colectados fueron preservados mediante una breve deshidratación (solo los más fruticosos), y se conservaron en bolsas de papel de estraza, respectivamente se etiquetaron con los datos de registro, esto para su análisis microscópico.

6.3. Estudios microscópicos y determinación taxonómica de las especies

En el trabajo de laboratorio se realizaron cortes histológicos de los apotecios, de manera longitudinal, se utilizó un microscopio óptico (MO) (Zeiss) para la observación y caracterización de las ascas y las ascosporas. Las ascosporas fueron hidratadas con agua, KOH al 5% o azul de algodón para poder observar el tamaño, color y las diferentes estructuras microscópicas que presentan.

Además, fueron utilizados reactivos químicos para determinar ciertas sustancias líquénicas necesarias para identificar algunas especies de líquenes, tales como: hipoclorito de sodio (NaOCL), hidróxido de potasio al 5% (KOH), solución de lugol (IKI), solución de parafenilendiamina (PD/P), Melzer y Luz ultravioleta (UV).

Para la identificación se emplearon las claves taxonómicas y descripciones de Brodo *et al.* (2001), Brodo *et al.* (2016), La flora líquénica del gran desierto de sonora (Nash *et al.* 2002, 2004, 2007), el trabajo Lichens of Mexico (Herrera-Campos *et al.* 2016), Herrera-Campos *et al.* (2017), Gómez-Peralta, (1997), Guzmán y Pieperbring (2011), Walewski

(2007), Sipman *et al.* (2005), Bungartz *et al.* (2020), Bungartz & Spielmann (2019), Álvarez y Guzmán-Davalos, (1988; 1993; 2009), Ertz *et al.* (2020), CNALH (2024), entre otros estudios especializados en el tema. Se realizó la toma fotográfica de cada una de las especies determinadas.

Para la parte de distribución biogeográfica fueron consultadas las bases de datos del CNALH (2024), la base de datos del Herbario Nacional (MEXU), los trabajos de Nash *et al.* (2002, 2004, 2007), Bungartz *et al.* (2020), García-Jiménez *et al.* (2024), Brodo *et al.* (2001), Herrera-Campos *et al.* (2016), Bungartz & Spielmann (2019) y Harris (1990).

6.4. Análisis de datos

En este apartado se describen los análisis de datos, para lo cual se aplicaron técnicas estadísticas univariadas y multivariadas con la finalidad de cumplir con cada uno de los objetivos propuestos. La variación (abundancia y diversidad) de líquenes cortícolas en el área de estudio fue abordada desde los siguientes puntos de vista:

- Nivel comunidad y análisis generales de las especies
- Agrupamiento de las especies registradas con relación a las diferentes comunidades estudiadas.

Para el análisis de parámetros ecológicos que determinan la diversidad y distribución de los líquenes en el área de estudio, se estudiaron los siguientes parámetros: 1. La diversidad de especies registradas por tipo de comunidad, 2. La abundancia de cada especie por tipo de comunidad, 3. Índice de Shannon (H), 4. Especies abundantes, 5. Índice de dominancia (D), 6. Especies muy abundantes, 7. Especies esperadas, y 8. El porcentaje de completitud de las especies por tipo de comunidad muestreado, 9. análisis de correspondencia canónica.

7. RESULTADOS

Se recolectaron e identificaron un total de 124 especímenes de líquenes en cinco comunidades vegetales diferentes, en las cuales se lograron determinar 28 géneros y 61 especies (Tabla 2). De estas, cuatro son nuevos registros para el país y 23 para el estado. La comunidad vegetal con mayor presencia de individuos liquénicos fue el bosque de *Pinus cembroides* con un total de 32 especies diferentes, seguido de bosque de *Pinus-Quercus* con 27 especies y finalmente la comunidad vegetal con menor presencia fue el matorral rosetófilo con solo una especie determinada.

Tabla 2. Lista taxonómica de especies de líquenes determinados en el área de estudio

Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	No. Especímenes
A S C O M Y C O T A	L E C A N O R O M Y C E T E S	Caliciales	Caliciaceae	<i>Calicium</i>	<i>abietinum</i>	4
			Physciaceae	<i>Heterodermia</i>	<i>echinata</i>	2
				<i>Leucodermia</i>	<i>appalachensis</i>	1
					<i>leucomelos</i>	1
				<i>Polyblastidium</i>	<i>hypoleucum</i>	3
				<i>Physcia</i>	<i>americana</i>	1
					<i>neogaea</i>	2
					<i>stelarior</i>	1
		Lecanorales	Lecanoraceae	<i>Lecanora</i>	<i>caesiorubella</i>	1
					<i>hybocarpa</i>	1
			Parmeliaceae	<i>Cetrelia</i>	<i>olivetorum</i>	1
				<i>Dolichousnea</i>	<i>longissima</i>	1
				<i>Flavoparmelia</i>	<i>caperata</i>	3
				<i>Flavopunctelia</i>	<i>flaventor</i>	1
					<i>Soredica</i>	1
					<i>praesignis</i>	4
				<i>Hypotrachina</i>	<i>brevirrhiza</i>	1
				<i>Parmotrema</i>	<i>hypotropum</i>	4
					<i>cetratum</i>	1
					<i>reticulatum</i>	1
					<i>tinctorum</i>	1
					<i>rigidum</i>	2
					<i>margaritatum</i>	1
					<i>submarginale</i>	1
				<i>Punctelia</i>	<i>subrudecta</i>	1
					<i>rudecta</i>	1
					<i>semansiana</i>	1
					<i>hypoleucites</i>	2

Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	No. Especímenes
A S C O M Y C O T A	L E C A N O R O M Y C E T E S	Leconorales	Parmeliaceae	<i>Pseudevernia</i>	<i>intensa</i>	1
					<i>consoscians</i>	10
				<i>Usnea</i>	<i>rubicunda</i>	3
					<i>ambyoclada</i>	3
					<i>cirrosa</i>	2
					<i>fragilesens</i>	2
					<i>Hirta</i>	9
					<i>espermantiana</i>	2
					<i>subgracilis</i>	2
			Ramalinaceae	<i>Bacidia</i>	<i>heterochroa</i>	1
				<i>Bacidina</i>	<i>phacodes</i>	1
				<i>Ramalina</i>	<i>americana</i>	2
					<i>celastri</i>	7
					<i>reducta</i>	2
					<i>sharpii</i>	1
					<i>intermedia</i>	1
					<i>leptocarpa</i>	2
		Ostropales	Coenogoniaceae	<i>Coenogonium</i>	<i>luteum</i>	1
		Peltigerales	Pannariaceae	<i>Pannaria</i>	<i>rubiginosa</i>	1
			Collemataceae	<i>Leptogium</i>	<i>saturninum</i>	1
		Pertusariales	Pertusariaceae	<i>Pertusaria</i>	<i>macounii</i>	1
					<i>ostiolata</i>	1
					<i>thwaitesii</i>	1
			Ochrolechiaceae	<i>Lepra</i>	<i>albescens</i>	1
				<i>Ochrolechia</i>	<i>hypotamnolica</i>	1
		Teloschistales	Teloschistaceae	<i>Athallia</i>	<i>androgyna</i>	1
					<i>holocarpa</i>	4
					<i>pyrace</i>	5
				<i>Caloplaca</i>	<i>floridana</i>	1
				<i>Teloschistes</i>	<i>chrysotalmus</i>	1
					<i>exilis</i>	1
	Eurotio mycetes	Verrucariales	Verrucariaceae	<i>Normandina</i>	<i>pulchella</i>	3

Tabla 2. Continuación

7.1. Descripción taxonómica de las especies estudiadas

7.1.1. Descripción de especies.

Athallia holocarpa (Hoffm.) Arup, Frödén & Søchting

Lamina 1a

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, inmerso en el sustrato, **superficie superior:** gris claro a gris-blانquecino, $\pm$ verrugosa, poco agrietada, **apotecio:** sésil, naranja oscuro, cóncavo a plano, convexo con la edad, 0.3 a 1mm de diámetro, presencia de pruina del mismo color del apotecio, reacción K⁺ morado oscuro, **ascas:** clavadas, de 50 x 15.5 μ m, 8 esporas por asca, **ascosporas:** hialinas, de 12.5-15 x 7.5-8.7 μ m, bipolariloculares con un canal de conexión entre los lóculos polares, **fotobionte:** alga verde.

Reacciones: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus-Quercus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: cosmopolita, presente en casi todos los continentes.

Distribución en México: Baja California Norte y Sur y Chiapas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21- X-2023, Guerrero Martínez 439b (ITCV), 443b (ITCV), 446a (ITCV), 447d (ITCV).

Observaciones: *Athallia holocarpa* y *Athallia pyracea* son muy parecidas respecto a su morfología y se pueden llegar a confundirse en ejemplares maduros, puesto a que *A. pyracea* tiende a ser de un amarillo más oscuro cuando es un ejemplar más viejo.

Athallia pyracea (Ach.) Arup, Frödén & Søchting

Lamina 1b

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, inmerso en el sustrato, gris-blانquecino a gris claro, **superficie superior:** sin córtex, **apotecio:** sésil, de 0.2 a 0.5 mm de diámetro, naranja-amarillento, tipo lecanorino, margen visible y de diferente tonalidad naranja, ascas cilíndricas, hialinas, 8 esporas por asca, **ascosporas:** elipsoides, hialinas, de 8-12.5 x 6-8 μ m, bipolariloculares, con un canal de conexión entre los lóculos polares.

Reacciones: apotecio K⁺ rojo-violáceo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus-Quercus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: Norte América y Sur.

Distribución en México: sin registro de ubicación en México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21- X-2023, A. Guerrero 443a, 446b, 447c, 461b, 469a (ITCV).

Observaciones: debido al no encontrar registro de esta especie en las bases de datos de MEXU, CNALH y en algunos trabajos especializados, esta especie constituye un nuevo registro para México.

Bacidia aff. heterochroa (Müll.Arg.) Zahlbr

Lamina 1c

Habito: liquenizado, **talo:** tipo costroso, **superficie superior:** blanco-grisáceo, continua, verrugosa a agrietada, **apotecio:** lecidinio, color negro a marrón-oscuro, 0.4 a 0.5mm de diámetro, **ascas:** clavadas, 8 esporas por asca, **ascosporas:** aciculares, de 35-49 x 3-5 µm, hialinas, rectas a poco curvadas, con más de 12 septos.

Reacciones: Negativo.

Hábitat: corteza, en bosque *Quercus-Pinus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: conocida para todos los continentes, posiblemente la especie de *Bacidia* más extendida en el mundo.

Distribución en México: Tamaulipas.

Ejemplares: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V-2023, A. Guerrero 415c (ITCV).

Observaciones: a pesar de ser una especie muy cosmopolita, CNALH solo la reporta para Tamaulipas.

Bacidina aff. phacodes (Körb.) Vězda

Lamina 1d

Habito: liquenizado, talo: costroso, continuo, de aspecto farináceo, color blanco-verdoso a verde-grisáceo, **apotecio:** sésil, tipo lecidineo, color blanco-amarilloso a color crema, 0.19 a 0.28 mm de diámetro, **ascas:** tipo claviformes, $\pm 62.5 \times 15 \mu\text{m}$, octosporada, **ascosporas:** hialinas, tipo aciculares de 17.5-31 x 2.5- 4µm, con 4 a 8 septos por ascospora, **fotobionte:** alga verde.

Reacciones: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus-Quercus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: ampliamente distribuida en Europa, algunos lugares de E.U.A. y México.

Distribución en México: San Luis Potosí.

Ejemplares: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21-X-2023,

A. Guerrero 443d (ITCV).

Observaciones: *Bacidina phacodes* es una especie muy característica por la coloración de sus apotecios color blanquecino de tipo lecidineo.

Calisium abietinum Pers.

Lamina 1e

Habito: liquenizado, **talo:** tipo costroso, base inmersa en el sustrato, muy delgado (apenas visible), 0.6-0.9 mm de altura, **apotecio:** pequeño, en la parte apical del talo en forma de pequeñas copas (macedio), color negro a marrón-oscuro **ascosporas:** expuestas en

apotecio, color marrón oscuro a negras, elipsoides, de 11.5-15 x 0.5 µm, ornamentadas (a forma de pequeñas pústulas, con una pared celular, transversal, formando dos células desiguales, asca cilíndrica, de 50-58 x 4-5µm, ligeramente convexas.

Reacciones: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus-Quercus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: Europa, América del Norte, Central y Sur, Australasia y África.

Distribución en México: Baja California y Tamaulipas.

Material estudiado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21- X-2023, A. Guerrero 459b (ITCV), 465a (ITCV), Km 18, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21-X-2023, 474d (ITCV), 481e (ITCV).

Observaciones: *Calicium abietinum* se reconoce por crecer en coníferas, robles o tocones en descomposición, al igual por presentar un talo de coloración negra, esporas grandes con ornamentaciones verrugosas (Nash *et al.* 2004; CNALH 2024).

Caloplaca floridana (Tuck.) S. Tucker

Lamina 1f

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, continuo, inmerso en el sustrato, **superficie:** lisa a poco rugosa, color gris a gris-verdoso, **apotecios:** adnados, de 0.2 a 0.4 mm de diámetro, disco de tipo lecanorino, color marrón a marrón oscuro, **ascas:** cilíndricas, hialinas, con ocho ascosporas por asca, **ascosporas:** elipsoides, hialinas, biloculares, de 10-13 x 4-6 µm, **fotobionte:** alga verde, **medula:** no visible.

Reacciones: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: América del Norte y América del Sur.

Distribución en México: Norte de Sinaloa.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 528 (ITCV).

Observaciones: caracterizada por tener un talo gris delgado y un prótalo negro, además de su reacción K⁺ violeta en epihimenio (Nash *et al.* 2002; CNALH 2024).

Cetrelia olivetorum (Nyl.) Culb. & C. Culb.

Lamina 2a

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, ligeramente adherido al sustrato, formando parches ondulantes, de 6 a 15 cm de diámetro, **lóbulos:** anchos, de 5 a 8 cm de anchos, márgenes ascendentes, crenados a lobulados, **superficie superior:** rugosa a poco lisa en los márgenes, color gris-verdoso a verde opaco, pseudocifelas pequeñas presentes en los márgenes del lóbulo, soledios farinosos y marginales, **apotecios:** ausentes, **fotobionte:** alga

verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** negra con rizinas simples y marrón claro al margen del lóbulo.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-, medula K-, C+ rosa-rojizo, Kc+ naranja

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: bosques templados y montanos de América del Norte, Europa Occidental y Asia Oriental.

Distribución en México: Baja California, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Chiapas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 548 (ITCV).

Observaciones: reportada por primera vez para el sur de california por Hasse (1913) como *Parmelia olivetorum* determinada por Nylander (CNALH 2024).

Coenogonium luteum (Dicks.) Kalb & Lücking

Lamina 2b

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, muy delgado, inmerso en el sustrato, continuo ha extendido ampliamente, **superficie superior:** gris-verdoso a gris claro, agrietado a poco rugoso, **córtex:** delgado tipo pruinoso, **fotobionte:** alga verde, **medula:** muy laxa (o no encontrada), **apotecio:** común, sésil, 0.4 a 1.1 mm de diámetro, margen de color crema pálido, disco liso, amarillo canario, poco cóncavo, **ascosporas:** de 9-11 x 4-5.5µm, hialinas, elipsoides a fusiformes, septadas.

Reacciones: negativo

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: pantropical, extendiéndose hacia regiones templadas sub oceánicas en ambos hemisferios.

Distribución en México: Baja California Sur, Sonora e Hidalgo.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023 A. Guerrero 434 (ITCV).

Observaciones: *Coenogonium luteum* por lo regular se encuentra creciendo sobre corteza y musgo, pero también se puede llegar a encontrar sobre rocas silíceas en suelos muy húmedos y sombreados (Nash *et al.* 2004).

Dolichousnea longissima (Ach.) Articus

Lamina 2c

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, péndulo, ligeramente adherido al sustrato, de 19 cm de largo, **ramas:** cilíndricas, 0.5 a 1 mm de diámetro, ramificación tipo monopodica a simpodica, color verde-grisáceo a amarillo-verdoso, **fibrillas o espinas:** numerosas, 1 a 11 mm de largo, delgadas y distribuidas por todo el talo, **corteza:** lisa o con papilas pequeñas presentes en la mayor parte del talo, presencia de soledios e isidios ± presentes en la mayor

parte del talo, apotecios: ausentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, compacta, **córtex:** ± delgado, **eje central:** grueso.

Reacciones: córtex K-, C-, Kc-, medula K+ amarillo, C-, Kc-

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: América, Europa, Asia y Oceanía.

Distribución en México: sin registro de ubicación en México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21- X-2023A. Guerrero 428 (ITCV).

Observaciones: debido al no encontrar registro de esta especie en las bases de datos de MEXU, CNALH y en algunos trabajos especializados, esta especie constituye un nuevo registro para México.

Flavoparmelia caperata (L.) Hale

Lamina 2d

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuertemente adherido al sustrato, formando parches o tipo rosetas de 7 a 15cm de diámetro, **lóbulos:** lobulados, de 4 a 13mm de ancho, margen lisa a poco crenada, **superficie superior:** amarillo-verdoso a verde-blanquecino, lisa en los márgenes pero rugosa en el centro del talo, soredios laminares tipo verrugosos a granulados, **apotecios:** ausentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** negra al centro del talo y marrón claro al margen del lóbulo, rizinas simples, negras con puntas blancas, creciendo solo al centro del talo.

Reacciones: córtex K-, C-, Kc+ amarillo; medula K-, C-, Kc+ rosa pálido.

Hábitat: corteza, en bosque *Quercus-Pinus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: sur de América del Norte, África y este de Asia.

Distribución en México: ampliamente distribuida en México, pero particularmente en las costas de California norte y sur, hacia el sur en la Sierra Madre Occidental de Sonora y Chihuahua.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 406, (ITCV), Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X-2023, 530 (ITCV), 506 (ITCV).

Observaciones: *F. caperata* puede llegar a confundirse con *Flavopunctelia soledica* o *Flavopunctelia flaventior* por presentar pseudo-cifelas en el talo, sin embargo, estas dos especies se pueden diferenciar por la presencia de soredios marginales muy marcados y la reacción C+ rojo en medula (Brodo *et al.* 2001).

Flavopunctelia flaventior (Stirton) Hale

Lamina 2e

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, sub adherido al sustrato, creciendo en rosetas irregulares de 7 a 10 cm de ancho, **lóbulos:** sub irregulares, de 3 a 5 mm de anchos, planos, de margen

lobulado, **superficie superior:** lisa a rugosa, verde-amarillento a verde-grisáceo, estriado a reticulado, pseudocifelas blancas punctiformes, soralias presentes en algunos márgenes y creciendo de pseudocifelas, **apotecios:** ausentes, **fotobionte:** alga verde, medula: blanca, **superficie inferior:** negro a marrón claro en los márgenes, rizinas simples.

Reacciones: córtex K-, C-, Kc-, medula K-, C+ rojo, Kc+ rojo

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: muy extendidas en áreas templadas y boreales, en América del Norte y Sur, África, Europa e India.

Distribución en México: las Californias, Chihuahua, Sinaloa, Sonora, Nuevo León, Durango, Jalisco, San Luis P., Guerrero, Puebla, Oaxaca y Chiapas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 536 (ITCV).

Observaciones: algunos especímenes de *F. flaventior* pueden llegar a confundirse con *F. soledica*, pero estos pueden ser diferenciados por las pseudocifelas, y el tipo de soralias que presentan (Nash *et al.* 2004; CNALH 2024).

***Flavopunctelia praesignis* (Nyl.) Hale**

Lamina 2f

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, sub-adherido al sustrato, **lóbulos:** redondeados, de 4.3 a 5.7 mm de anchos, presencia de pruina blanca en el margen, **superficie superior:** estriada a rugosa, amarillo-verdoso a verde-grisáceo, maculas presentes a forma de estrías, picnidios presentes en el margen de los lóbulos, pseudocifelas simples a estriadas, **apotecio:** lecanorino, sésil a sub-estipitado, pseudocifelas en el margen, disco café-rojizo a café pálido, 0.4 a 1.6 mm diámetro, cóncavo, **ascas:** hialinas, de 33-45 x 11-14µm, 8 esporas por asca, **ascosporas:** hialinas, de 11.2-15 x 6.2-7.5µm, ovadas a elipsoides, córtex: ± delgado, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** negra a marrón-rojizo en el margen, muy rugosa, rizinas simples, muy dispersas.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc+ amarillo; medula K-, C+ rosa, Kc+ naranja.

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: suroeste de Estados Unidos, México, Perú y África Oriental.

Distribución en México: ampliamente distribuida en México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023 A. Guerrero 418a (ITCV), 432a (ITCV), 437 (ITCV), Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21- X-2023, 450 (ITCV).

Observaciones: *Flavopunctelia praesignis* y *F. darrowii* son muy similares, pero *F. praesignis* presenta un talo más grueso y más adnado al sustrato (Nash *et al.* 2004).

Flavopunctelia soledica (Nyl.) Hale

Lamina 3a

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuertemente adherido al sustrato, de 3 a (12) cm de ancho, **lóbulos:** ± lineales, lisos, de 3 a 8 mm de anchos, planos, lobulados, **superficie superior:** lisa a rugosa, color verde pálido a verde amarillento, presencia de pseudocifelas pequeñas, maculas blancas y pruina en los lóbulos más pequeños, **soredia** blanca, farinosa marginal, presente en los axis de los lóbulos, **apotecio:** ausente, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca y delgada, **superficie inferior:** marrón oscuro, rizinas simples.

Reacciones: córtex K⁺ Amarillo, C⁻, Kc⁻, medula K⁻, C⁺ rojizo, Kc⁻

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: zonas templadas y boreales, América del Norte y Sur, Sudáfrica, India, Rusia y Japón.

Distribución en México: ampliamente distribuida en México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 415(ITCV).

Observaciones: *F. soledica* puede ser muy confundida con *F. flaventior* por su gran similitud, pero pueden diferenciarse por lo estrecho de sus lóbulos y los tipos de soredios que presentan cada una (revisar características de cada una) (Nash *et al.* 2002; CNALH 2024).

Heterodermia echinata (Taylor) Culb.

Lamina 3b

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, ligeramente adherido al sustrato, **lóbulos:** largos, ascendentes, epruinosos a lisos, **superficie superior:** gris a gris-azuloso, sin soredios ni isidios, **apotecios:** terminales en las puntas de los lóbulos, de 2 a 4 mm diámetro, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** blanca, sin córtex, rizinas marginales, simples de color marrón claro.

Reacciones: córtex K⁺ amarillo, C⁻, Kc⁻, medula: negativo

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: Sureste de Norte América y Uganda.

Distribución en México: Baja California, Tamaulipas y Zacatecas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 532, (ITCV), 495a (ITCV).

Observaciones: se caracteriza por sus abundantes lóbulos ascendentes y presentar apotecios terminales con una especie de corona ciliada.

***Hypotrachyna brevirhiza* (Kurok.) Hale**

Lamina 3c

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuertemente adherido al sustrato, **lóbulos:** sublineales, margen lobulado, de 1-5 mm de ancho, poco imbricados, **superficie superior:** lisa a poco rugosa, color gris claro a gris-blancuecino, presencia de pruina en los márgenes, soledia laminar a terminal en algunos lóbulos, **apotecios:** ausentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** de color negro al centro y marrón al margen, rizinas simples, color negro, ramificación dicotómica.

Reacciones: corteza K⁺ amarillo, C⁻, Kc⁻, medula K⁺ amarillo, C⁻, Kc⁻

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: pantropical, y en las partes templadas de Argentina y Chile.

Distribución en México: Sinaloa, Chihuahua, Tamaulipas, Veracruz y Oaxaca.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 535 (ITCV).

Observaciones: *Hypotrachyna brevirhiza* puede llegar a presentar apotecios, cuando están presentes son sésiles y laminales de 1-5 mm de diámetro, disco marrón, con margen liso y a veces solediado (Nash *et al.* 2002).

***Lecanora hybocarpa* (Tuck.) Brodo**

Lamina 3d

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, continuo, inmerso en el sustrato, **superficie superior:** verrugosa, gris-verdosa a blanco-grisáceo, **apotecio:** sésil, disco lecanorino, liso, de 0.5 a 1.5 mm de diámetro, color marrón-rojizo a naranja claro, **ascas:** clavadas, de 40 x 10-18µm, 8 esporas por asca, **ascosporas:** sub-globosas, hialinas, simples, de 8.5-11 x 6-8µm, córtex: ± grueso, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca.

Reacciones: córtex K⁺ amarillo oro, C⁻, Kc⁻; medula K⁻, C⁻, Kc⁻.

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: Europa occidental y América del Norte.

Distribución en México: San Luis y Tamaulipas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 14-X- 2023, A. Guerrero 421(ITCV).

Observaciones: comúnmente presente en corteza de árboles caducifolios, *Pópulos*, *Quercus* o *Hacer* (Nash *et al.* 2004).

***Lecanora caesiorubella* Ach.**

Lamina 3e

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, continuo a aerolado, $\pm$ inmerso en el sustrato, **superficie superior:** blanco-grisáceo a blanco-verdoso, moderadamente verrugoso, **apotecio:** sésil, tipo lecanorino, de 0.2 a 1 mm de diámetro, disco color blanco, margen grueso con superficie pruinosa, himenio rosa-blanquecino a naranja pálido-blanquecino, **ascas:** clavadas, 8 esporas por asca, **ascosporas:** elipsoides, hialinas, lisas, de 11-12 x 5.5-6 μ m, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca.

Reacciones: apotecio K+ amarillo pálido.

Hábitat: corteza, en bosque *Pinus-Quercus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: pantropical, América, África, Asia y Oceanía.

Distribución en México: Baja California, Sonora, Sinaloa, Coahuila, Nuevo León, Durango, Nayarit, Jalisco, San Luis, Michoacán, Hidalgo, Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, ejido aserradero, 21-X-2023, A. Guerrero 447f (ITCV).

Observaciones: habitualmente creciendo en arbustos pequeños de *Bursera*, *Psidium* y *Croton* en hábitats abiertos y soleados.

Raras veces creciendo sobre cactus (Bungartz *et al.* 2020).

***Leucodermia leucomelus* (L.) Kalb**

Lamina 3f

Habito: liquenizado, **talo:** folioso ligeramente adherido al sustrato, **lóbulos:** pequeño, aplanados a convexos, de 0.5-1mm de ancho, lobulados dicotómicamente, lineales, alargados y estrechos, con margen afilado, **superficie superior:** blanco- grisáceo a blanco-crema, cilios presentes, negros, largos, ramificados dicotómicamente y esparcidos a lo largo del margen, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, delgada, **superficie inferior:** sin córtex, color blanquecina, sorediado, rizinas ausentes (o no visibles en la parte inferior del talo).

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-, PD-; medula K+ amarillo, C-, Kc-, PD-

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: conocida para todos los continentes excepto la Antártida y Asia, abundante en las regiones tropicales y subtropicales, extendiéndose a áreas templadas y cálidas.

Distribución en México: Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Chiapas, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 495c (ITCV).

Observaciones: Nash *et al.* (2004) menciona las diferencias entre *H. leucomela* y *H. linearis*, las cuales diferencian a *H. linearis* por presentar soralias y cuando presenta apotecios, estos tienen lóbulos largos en los márgenes.

***Leucodermia appalachensis* (Kurok.) Kalb**

Lamina 4a

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, sub adherido al sustrato, creciendo a forma de roseta, **lóbulos:** planos, lineales, dicotómicos, de 1 a 2 mm de ancho, sub imbricados, ciliados marginalmente, **superficie superior:** lisa, color blanco a gris claro, presencia de soledios labriformes en los márgenes de los lóbulos, **apotecios:** ausentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** desnuda con medula expuesta de color crema a blanco-amarillento pálido, rizinas marginales simples.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-, medula K+ amarillo, C-, Kc-

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: América del Norte.

Distribución en México: Baja California, Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Jalisco, Tamaulipas y Oaxaca.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 538 (ITCV).

Observaciones: puede llegar a confundirse con *Leucodermia leucomelos* por su apariencia, pero en tamaño y en tipo de cilios son muy diferentes.

***Leptogium saturninum* (Dickson) Nyl.**

Lamina 4b

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuertemente adherido al sustrato, crecimiento irregular, de 4 a 9 cm de diámetro, **lóbulos:** imbricados irregularmente, planos, de 3 a 5 mm de anchos, con margen lobulado ascendente, **superficie superior:** lisa, color gris-oliváceo oscuro a marrón oscuro, isidios esparcidos al centro del talo, **apotecios:** ausentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** poco visible, **superficie inferior:** color marrón pálido a blanco, presencia de tomento blanco muy denso.

Reacciones: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: ampliamente distribuida en América del Norte, Europa y Asia.

Distribución en México: Baja California, Chihuahua e Hidalgo.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 561 (ITCV).

Observaciones: *Leptogium saturninum* se caracteriza por presentar un tomento blanco bien desarrollado y ser de un gris oscuro a casi negro, puede llegar a confundirse con *L. burnetiae* por su semejanza, pero esta última se diferencian por presentar isidios coraloides y *L. saturninum* isidios granulares (CNALH 2024).

Lepra albescens (Huds.) Hafellner

Lamina 4c

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, continuo a fisurado, verrugas decorticadas, delgadas a gruesas, **superficie superior:** epruinosa, color gris-blanquecino a gris-amarillento, soredios presentes en verrugas, verrugas de 0.5 a 1.3 mm de diámetro, margen poco zonificado, **apotecios:** no presentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** no visible.

Reacciones: córtex K-, C-, Kc-, medula: negative.

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: muy común en Europa, al suroeste de América del Norte, centro de México y Brasil y Argentina.

Distribución en México: Cd. México y Puebla.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 426 (ITCV).

Observaciones: *Pertusaria amara* puede llegar a confundirse con *Lepra albescens* por la gran similitud de esta cuando esta poco desarrollada, sin embargo, las dos son fáciles de distinguirse por el sabor amargo y la reacción Kc+ violáceo de *P. amara*, lo cual *Lepra albescens* no los presenta (Nash *et al.* 2002; Brodo *et al.* 2001).

Lepra hypothamnolica (Dibben) Lendemer & R.C. Harris

Lamina 4d

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, continuo, inmerso en el sustrato, creciendo irregularmente, de 2 a 4 cm de diámetro, **superficie:** lisa, a rugosa, presencia de pústulas sorediadas de 0.5 a 1 mm de diámetro, esparcidas por todo el talo, **apotecios:** no presentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca.

Pruebas microquímicas: córtex Uv+ amarillo-naranja, soralios K-, C+ rojo-vináceo, Kc+ naranja

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: Este de América del Norte, América de Sur y Papúa Nueva Guinea.

Distribución en México: sin registro para México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 534 (ITCV).

Observaciones: *L. Hypotamnolica* se caracteriza por su color Uv+ amarillo y sus verrugas sorediadas con reacción C+ rojo-vinaceo.

Debido al no encontrar registro de esta especie en las bases de datos de MEXU, CNALH y en algunos trabajos especializados, esta especie constituye un nuevo registro para México.

Normandina pulchella (Borrer) Nyl.

Lamina 4e

Habito: liquenizado, **talo:** escamoso, escamas irregulares, dispersas, ±lobuladas, planas, muy pequeñas, cóncavas a forma de conchas, **lóbulos:** de 1 a 2 mm de anchos, margen engrosado, ± pruinoso, **superficie superior:** verde-azuloso a verde-grisáceo, presencia de soledios farinoso en el margen y talo, **apotecios:** ausentes, **fotobionte:** alga verde a verde azul (no visible), **medula:** no visible, **superficie inferior:** blanca, tomentosa.

Reacciones: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: cosmopolita para todos los continentes excepto la Antártida.

Distribución en México: reportada en todas las cadenas montañosas de México, Sierra Madre occidental, Sierra Madre Oriental y el eje Neovolcánico.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 424b (ITCV), 436a (ITCV), Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X-2023, 502b (ITCV).

Observaciones: esta especie está caracterizada por ser muy cosmopolita en las comunidades de bosques templados y de alta montaña, al igual por sus características morfológicas como el color verde-azuloso o verde-oliváceo, su talo formado por pequeñas escamas con margen solediado.

Ochrolechia androgyna (Hoffm.) Arnold

Lamina 4f

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, continuo a fisurado, inmerso en el sustrato, **superficie superior:** blanco-grisáceo a blanco-amarillento opaco, moderadamente verrugoso, soledios farinosos laminares de color blanco-amarillento, gruesos (distribuidos por todo el talo), **apotecios:** ausentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca muy delgada, **córtex:** delgado. **Reacciones:** córtex K+ amarillo pálido, C+ rosa, Kc-; medula K-, C+ rosa, Kc-; soledio K-, C+ rojo, Kc+ rojizo.

Hábitat: corteza, en bosque *Pinus-Quercus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: boreal a ártico circumpolar, cosmopolita para todos los continentes excepto África.

Distribución en México: Baja california y Chihuahua.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21- X-2023, A. Guerrero 447e (ITCV).

Observaciones: esta especie se confunde frecuentemente con *O. arborea*, aunque una prueba UV de la superficie del talo debería distinguir fácilmente las dos, ya que *O. arborea* tiene soralia amarilla brillante UV+, mientras que *O. androgyna* es UV-.

Pannaria tavaresii P.M. Jørg.

Lamina 5a

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuertemente adherido al sustrato, formando rosetas orbiculares, 3-4cm de diámetro, **lóbulos:** contiguos, con márgenes elevados, .5-1mm de ancho, 2-3mm de largo, margen redondeado a crenado, **superficie superior:** gris-blancuecina a azul-grisáceo claro al centro, beige a café-grisáceo a claro al margen, isidios aplanados a coraloides abundantes al centro del talo (a veces con puntas negras), **apotecios:** ausentes (mayormente presentes), **fotobionte:** verde-azul, **superficie inferior:** creciendo en un hipotálamo negro bien desarrollado y creciendo más allá del margen.

Reacciones: medula Pd+ naranja

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: Generalmente localizado en las regiones templadas de los hemisferios Norte y Sur.

Distribución en México: Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 412a (ITCV).

Observaciones: anteriormente *P. conoplea* era confundida con *P. tavaresii*, actualmente se puede diferenciar por la presencia de isidios coraloides corticados que presenta *P. tavaresii* en lugar de los lóbulos dorsiventrales decorticados que presenta *P. conoplea*, debido a esto *P. tavaresii* se caracteriza por ser una especie de apariencia menos difusa (CNALH 2024).

Pannaria rubiginosa (Ach.) Delise

Lamina 5b

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuertemente adnado al sustrato, formando rosetas de 3 a 4 cm de diámetro, **lóbulos:** pequeños de 1 a 2 mm de anchos, poco alargados y poco erectos, **superficie superior:** marrón-oliváceo a azul-grisáceo en fresco y marrón-grisáceo en seco, superficie lisa, poco pruinosa, **apotecios:** centrales, sésiles, pequeños, de 0.4 a 1 mm de diámetro, color marrón-rojizo, con margen crenulado, **ascas:** clavadas, cilíndricas, 8 esporas por asca, **ascosporas:** simples, hialinas, elipsoides, de 18-22 x 8-10 µm, **fotobionte:** alga verde-azul, **superficie inferior:** hipotálo de rizinas color negro.

Reacciones: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: ampliamente distribuida en los hemisferios Norte y Sur.

Distribución en México: Sonora, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Sinaloa, Michoacán, Hidalgo, Veracruz, Oaxaca y Chiapas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 436e (ITCV).

Observaciones: Se confunde mayoritariamente con *P. lurida* y *P. subfusca*, la primera especie suele ser más ancha y tiene lóbulos más opacos, que están muy arrugados cuando están secos (Nash *et al.* 2002; CNALH 2024).

***Parmotrema submarginale* (Michx.) DePriest & B. Hale**

Lamina 5c

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, color gris-blanquecino, **lóbulos:** 3-13mm de ancho con margen crenado, presencia de pruina blanquecina en los lóbulos más pequeños, **superficie superior:** rugosa al centro, picnidos presentes en los márgenes, presencia de maculas, cilios marginales negros con presencia de pruina, **apotecios:** pequeños de 0.9 mm (inmaduros), **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** negra, rizinas simples de color negro.

Reacciones: córtex K⁺ amarillo, C-, Kc-: medula K⁺ amarillo, C-, Kc+ naranja pálido

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: Distribuida desde Brasil y Guatemala hasta el noreste de México, y del sureste de USA de Texas hasta Nueva Inglaterra (CNALH 2024; Brodo *et al.* 2001).

Distribución en México: Tamaulipas, Oaxaca.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 407 (ITCV).

Observaciones: superficialmente *P. submarginale* puede asemejarse a una *P. perforatum* pequeña, solo que esta última tiene una reacción K⁺ rojo en medula por la presencia de ácido norstíctico en lugar de ácido protocetrático que se encuentra en *P. submarginale* (Herrera-Campos *et al.* 2016).

***Parmotrema hypotropum* (Nyl.) Hale**

Lamina 5d

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, sub-adheridos al sustrato, **lóbulos:** anchos sub-adheridos a la corteza, 3.61-10.27mm de ancho, axis del lóbulo redondeado, **superficie superior:** gris-azuloso a gris-blanquecino, lisa, poco pruinosa, margen tipo lobulado, cilios simples de color negro a gris-blanquecino en la punta del cilio, soledios labriiformes,

fotobionte: alga verde, **medula:** blanca y delgada, **superficie inferior:** negra al centro del talo, marrón oscuro en el margen, rizinas negras, simples a poco ramificadas.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-; medula K+ amarillo a rojo, C-, Kc+ rojizo

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: China, Francia, Italia, España, Portugal, este de EE. UU. y Noreste de México.

Distribución en México: Baja California Sur y Norte, Sonora, Sinaloa, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Morelos, Oaxaca.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21- X-2023, A. Guerrero 411 (ITCV), Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X-2023, 496 (ITCV), 519 (ITCV), 521 (ITCV).

Observaciones: *Parmotrema hypotropum*, *P. hypoleucinum* y *P. luisianae* son morfológicamente casi idénticas, pero se diferencian cada una por presentar una química diferente en la medula, *P. hypotropum* K+ amarillo a rojo (ácido norstictico), *P. hypoleucinum* K+ amarillo a naranja (ácido stictico), *P. luisianae* K-, Kc+ rosa (ácido alectoronico) (Brodo et al. 2001).

Parmotrema cf. rigidum (Lynge) Hale

Lamina 5e

Habito: liquenizado, **talo:** folioso levemente adherido al sustrato, **lóbulos:** de 2-6 mm de ancho, sub-erectos, con margen redondeado, presencia de cilios simples de color negro y cubiertos por una pruina blanca, **superficie superior:** lisa, picnidos presentes cerca del margen del lóbulo, **apotecio:** lecanorino, sub-estipitado, rugoso, disco marrón claro, perforado, 2-10 mm de diámetro, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** lisa, negro a marrón-claro al margen, rizinas simples muy esparcidas.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-; medula K-, C-, Kc+ rosa (salmón) a naranja-pálido.

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: América del Norte y del sur.

Distribución en México: Chiapas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 417 (ITCV).

Observaciones: *P. rigidum* puede llegar a confundirse con *P. perforatum*, pero en su química se diferencias ya que *P. rigidum* tiene una reacción Kc+ rosa en medula y *P. perforatum* Kc-.

Parmotrema cetratum (Ach.) Hale

Lamina 5f

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, $\pm$ lobulado, ligeramente agnado, **lóbulos:** de 2-6mm de ancho, planos, ascendentes, poco imbricados y regularmente alargados, terminando en punta, margen afiliado (adentado, lacinado con la edad), **superficie superior:** gris-blانquecina, lisa, maculas blancas con patron reticulado, picnidios presentes en los márgenes de los lóbulos, cilios negros (muy escasos), **apotecios:** lecanorino, común, sub-estipitado, de 4-15 mm de diámetro, poco maculado, ligeramente rugoso, disco marrón a café claro, perforado, cóncavo a plano con la edad, **asca:** de 16-22 μ m de ancho, octosporada, **ascosporas:** simples, elipsoides, hialinas, de 11-14 x 5-12 μ m, **fotobionte:** verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** negra, rugosa, **rizinas:** negras, escuarrosas (a forma de tomento).

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-: Kc-, PD+ amarillo; medula: K+ amarillo a rojo, C-, Kc-, PD+ naranja

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: mayormente en el sureste de EE. UU. y Sudáfrica, pero también en algunas localidades de Portugal, Francia, Japón, Australia y Nueva Zelanda.

Distribución en México: ampliamente distribuido en las cadenas montañosas de México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 420 (ITCV).

Observaciones: muy distintiva por su color gris blanquecino y su patrón reticulado de maculas blancas, pero se puede llegar a confundir con *Parmotrema preperforatum* por su presencia de apotecios perforados.

Parmotrema reticulatum (Taylor) M. Choisy

Lamina 6a

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, adherido holgadamente al sustrato, **lóbulos:** medianos, sub-irregulares, de 3-7 mm de ancho, labriiformes, **superficie superior:** lisa, gris-verdoso a gris-blانquecino, maculas blancas en patrón reticulado, soracios marginales a labriiformes, cilios muy escasos o dispersos, **apotecios:** ausentes (raros), **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** lisa, de color negra, rizinas simples, esparcidas.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-; medula K+ rojo, C-, Kc-, Pd+ naranja

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: neotrópicos desde México hasta el norte de Argentina y el sur de África.

Distribución en México: ampliamente distribuida en México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 562 (ITCV).

Observaciones: *P. reticulatum* es muy similar a *P. clavulifera* ya que comparten la misma similitud en química y una superficie gris, reticulada-maculada, pero carece de clavulas distintivas (Bungartz & Spielmann, 2019).

***Parmotrema margaritatum* (Hue) Hale**

Lamina 6b

Habito: liquenizado, **Talo:** folioso, adherido al sustrato ligeramente, **lóbulos:** crenados de 5 a 9 mm de ancho, subirregulares, con puntas labriformes, y margen de color marrón a negro, presencia de cilios negros con puntas bifurcadas y presencia de pruina blanca, **superficie superior:** lisa, blanca a blanco-grisáceo, **apotecios:** ausentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** negra con el margen marrón, rizinas negras simples.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-, medula K+ amarillo a rojo, C-, Kc-

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: América del Norte, México, Guatemala, Venezuela, Brasil y Australia.

Distribución en México: Sonora, Jalisco, Nuevo León, Michoacán y Oaxaca.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 427 (ITCV).

Observaciones: *Parmotrema margaritatum* es muy similar a *P. arnoldii* excepto por la distribución más restringida de esta última, la cual se encuentra en zonas más elevadas, y la química que presenta en medula, Kc+ rojo y *P. margaritatum* Kc- (Hale, 1965).

***Parmotrema tinctorum* (Despr. ex Nyl.) Hale**

Lamina 6c

Habito: liquenizado, talo: folioso, sub adherido al sustrato, creciendo en parches grandes de 5 a 20 cm de diámetro, **lóbulos:** poco alargados, sub irregulares, lobulados a crenados, delgados, de 5 a 10 mm de anchos, **superficie superior:** lisa, color blanco-grisáceo a gris claro, isidios simples en la parte central del talo, soredios labriformes presentes en algunos lóbulos, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** negra al centro y cambiando a marrón al margen de los lóbulos, rizinas simples de color negro presentes solo al centro del talo.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-, medula K+ naranja a rojo, C-, Kc-

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: cosmopolita, Oceanía, Asia, África, Europa, América del Norte, Central y Sur.

Distribución en México: Baja California Sur, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Veracruz, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Chiapas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 540 (ITCV).

Observaciones: puede llegar a confundirse con *Parmotrema endosulphureum* y *P. pustulotincum*, solo que esta última es exclusivamente de hábito saxícola (Bungartz & Spielmann 2019).

***Pertusaria ostiolata* Dibben**

Lamina 6d

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, continuo a fisurado e inmerso en el sustrato, **superficie superior:** blanco-grisáceo a blanco-amarillento, lisa a verrugosa, verrugas numerosas, no fisuradas ni perforadas, de 0.3 a 1.6 mm de diámetro, ostiolas 1 a 4 por verruga, de color marrón oscuro, **peritecios:** presentes a manera de verrugas, **ascas:** largas, cilíndricas, 8 esporas por asca, **ascosporas:** elipsoides, de 85-111 x 35-45 µm, simples, lisas, sin ornamentaciones y de pared gruesa, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **córtex:** delgado.

Reacciones: negativa.

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: Este de América del Norte y Costa Rica.

Distribución en México: Durango.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 401 (ITCV).

Observaciones: en el ejemplar colectado no se aprecian bien los ostiolas de *P. ostiolata*, pero coincide con los caracteres morfológicos de la especie.

***Pertusaria thwaitesii* Müll. Arg.**

Lamina 6e

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, continuo e inmerso en el sustrato, **superficie superior:** blanco-grisáceo, a blanco-verdoso, superficie rugosa, presencia de verrugas, de 1 a 3.5 mm de diámetro, de 4 a 12 ostiolas por verruga, **asca:** clavada, cilíndrica, 2 a 3 ascosporas por asca, **ascosporas:** muy grandes, de 110-152 x 42.5-50 µm, elipsoides, hialinas, de pared gruesa, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca.

Reacciones: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: Guyana, China, Papua Nueva Guinea y Australia.

Distribución en México: no reportado para México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 436d (ITCV).

Observaciones: *P. thwaitesii* presenta esporas muy grandes como las de *P. macounii*. También es muy similar a *P. pertusa* pero esta última presenta esporas con pared interior lisa y ostiolas negros prominentes (Park *et al.* 2017). Debido al no encontrar registro de esta especie en las bases de datos de MEXU, CNALH y en algunos trabajos especializados, esta especie constituye un nuevo registro para México.

***Pertusaria macounii* (I.M. Lamb) Dibben**

Lamina 6f

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, continuo, inmerso en el sustrato, **superficie superior:** blanco-grisáceo, a gris-verdoso, lisa a poco rugosa, presencia de verrugas, poco aplanadas, ostiolas de color marrón oscuro, de 2 a 4 ostiolas por verruga, de 0.3 a 4 mm de diámetro, **ascas:** clavadas a cilíndricas, 2 a 4 esporas por asca, **ascosporas:** muy grandes, fusiformes, hialinas, de pared gruesa, 95-151 x 30-50 µm, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca.

Reacciones: córtex K-, C-, Kc-, medula K+ amarillo, C-, Kc-

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus*, a 2992 m.s.n.m.

Distribución mundial: Centro y Este de América del Norte.

Distribución en México: sin registro encontrado para México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 18, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21-X-2023, A. Guerrero 481 (ITCV).

Observaciones: unas de las características de *P. macounii* son sus grandes esporas y sus ascas de solo 2 a 4 esporas por asca.

Debido al no encontrar registro de esta especie en las bases de datos de MEXU, CNALH y en algunos trabajos especializados, esta especie constituye un nuevo registro para México.

***Physcia stellaris* (L.) Nyl.**

Lamina 7a

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuerte mente adherido al sustrato, creciendo orbicularmente, de 3 a 4 cm de diámetro, **lóbulos:** pequeños, de 1 mm de anchos, truncados, **superficie superior:** lisa a poco arrugada, color crema a gris-blancuecino, sin pruina, **apotecios:** lecanorinos, sésiles, disco color gris, con presencia de pruina blanca, 1 a 3 mm de diámetro, **esporas:** de 17-22 x 8-11 µm, color marrón, septadas, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** blanca, rizinas simples.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-, medula: negativo

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: ampliamente distribuida por todo el mundo.

Distribución en México: Baja California Norte y Sur, Sonora, Sinaloa, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis, Jalisco, Hidalgo y Puebla.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X-2023, A. Guerrero 495b (ITCV).

Observaciones: *Physcia stellaris* es muy reconocida por sus abundantes apotecios centrales cubiertos por pruina blanca y su reacción K⁺ amarillo en córtex.

Physcia americana G. Merr.

Lamina 7b

Habito: liquenizado, **talo:** costroso, fuertemente adherido al sustrato, creciendo orbicularmente, de 10 a 20 mm de diámetro, **lóbulos:** pequeños de 0.2 a 0.5 mm de anchos, alargados, poco imbricados, margen crenado a redondeado, **superficie superior:** lisa, gris-verdoso pálido a gris-blanquecino, presencia de soledia granular farinosa al centro del talo, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, delgada y laxa, **superficie inferior:** blanca con rizinas simples.

Reacciones: córtex K⁺ amarillo, C-, Kc-, medula K⁺ amarillo, C-, Kc-

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: Este de América del Norte y Sur, Sudáfrica, Italia, Francia, Irlanda y Portugal.

Distribución en México: Ciudad de México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 504 (ITCV).

Observaciones: *P. americana* es de las especies de este género de las más pequeñas, gracias a ello es fácil identificarla.

Physcia neogaea R.C. Harris

Lamina 7c

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuertemente adherido al sustrato, creciendo desigualmente, **lóbulos:** pequeños, de 0.5 a 1 mm de anchos, imbricados, presencia de pruina en los márgenes de los lóbulos, **superficie superior:** lisa a rugosa al centro del talo, color gris-blanquecino, soledios ausentes, **apotecios:** sésiles, de color marrón oscuro, cubiertos de pruina blanca, **ascosporas:** elipsoides, de 19-22 x 8-12 µm, color marrón, septadas, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** blanca con rizinas simples.

Reacciones: córtex K⁺ amarillo, C-, Kc-, medula: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: América del Norte.

Distribución en México: Tamaulipas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 529 (ITCV), 565 (ITCV).

Observaciones: *P. neogaea* puede confundirse con *P. coronifera*, por la corona de rizomas que tienen en el apotecio, pero esta última se diferencia por tener esporas más grandes y la producción de zeorina (Harris,1990).

***Polyblastidium hypoleucum* (Ach.) Kalb**

Lamina 7d

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuertemente adherido al sustrato, **lóbulos:** pequeños, gruesos, de margen irregular tipo lobulado, 0.5 a 2 mm de ancho, **superficie superior:** lisa, blanco-grisáceo (seco) a blanco-verdoso (húmedo), peritecios ± presentes en los lóbulos, **apotecios:** sésiles, dentados, 3 a 7mm de diámetro, disco color marrón, **ascas:** cilíndricas, 8 esporas por asca, **ascospora:** elipsoide, de 25-47.5 x 12.5-17.5 µm, septada, color marrón, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, gruesa, **superficie inferior:** desnuda, color blanco, cilios simples color marrón claro en los bordes del talo, rizinas negras con ramificación dicotómica.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-; medula K+ amarillo, C-, Kc-.

Hábitat: corteza, en bosque *Quercus-Pinus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: América del Norte y Sur, África, y este de Asia.

Distribución en México: Baja California Norte y Sur, Sonora Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Sinaloa, Durango, Jalisco, Michoacán, Hidalgo y Oaxaca.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 419 (ITCV), Km 6, ejido la Peña, 15-X-2023, 495e (ITCV), 539 (ITCV).

Observaciones: *P. hypoleucum* se caracteriza por presentar lóbulos alargados y lobulados no ascendentes (J. Lendemer, 2009).

***Punctelia rudecta* (Ach.) Krog**

Lamina 7e

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuertemente adherido al sustrato, **lóbulos:** de 2-4mm de ancho con margen redondeado a lobulado, **superficie superior:** verde-grisáceo, rugosa, cífelas blancos irregulares, presencia de soralias laminares abundantes, margen de lóbulos de color marrón claro, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca ± gruesa, **superficie inferior:** marrón claro, rizinas simples blanquecinas.

Reacciones: córtex K+ amarillo claro, C-, Kc+ amarillo; medula K-, C+ rosa, Kc+ naranja (instante)

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: generalista, común en América del Norte, Europa, Asia y Australia (no reportada para la Antártida).

Distribución en México: Baja California, Chihuahua, Sonora, Durango, Nuevo León, Tamaulipas, Hidalgo, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Chiapas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 408 (ITCV).

Observaciones: *P. rudecta* es un líquen muy común y ampliamente distribuido en América del norte, al igual que es un espécimen bastante tolerante a la contaminación por lo cual puede ser común observarlo en la ciudad.

Los especímenes con muy poca presencia de isidios de *P. rudecta* puede llegar a confundirse con *P. hypoleucites* (Brodo *et al.* 2001).

***Punctelia hypoleucites* (Nyl.) Krog**

Lamina 7f

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuertemente adherido al sustrato, **lóbulos:** 2.7 a 7.8mm de ancho, irregulares con margen crenado, **superficie superior:** gris-azuloso a gris-blanquecino, estriada a rugosa, $\pm$ agrietada, pseudocifelas blancas, redondeadas a poco alargadas, **apotecios:** sub-estipitado a sésil, 2.0 a 8.6 mm de diámetro, cóncavo, pseudocifelas presentes en la superficie del apotecio, disco marrón, **asca:** de 44-66 x 11-17 μ m, tipo lecanora, 8 esporas por asca, **ascosporas:** simples, hialinas, de 11.5-15 x 7-9 μ m, ovoides a elipsoides, **córtex superior:** delgado, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, gruesa, **superficie inferior:** blanquecina al centro del talo, marrón claro en el margen, rizinas simples, blancas a bronceadas.

Reacciones: córtex K⁺ amarillo, C⁻, Kc⁻; medula K⁻, C⁺ rojo, Kc⁺ rojo (instante)

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: México, América del Norte, Sur y África.

Distribución en México: Amplia distribución en México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 424a (ITCV), Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X-2023, 507a (ITCV).

Observaciones: *P. gramicola* se asemeja mucho a *P. hypoleucites* pero esta última puede diferenciarse por sus esporas más grandes y su hábito cortícola (Nash *et al.* 2002; CNALH 2024).

***Punctelia subrudecta* (Nyl.) Krog**

Lamina 8a

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, fuertemente adherido al sustratos, 23 a 27mm de ancho, creciendo a modo de rosetas o parches, **lóbulos:** de 2 a 4 mm de ancho, margen lisos a redondeados, de color marrón claro, presencia de pruina blanca en el margen, **superficie superior:** gris-verdoso, rugosa al centro del talo, pseudocifelas presentes en la mayor parte del talo, soledios marginales, **apotecios:** ausentes (raros), **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** marrón claro, rizinas simples, muy abundantes.

Reacciones: córtex K⁺ amarillo C⁻, Kc⁻; medula K⁻, C⁺ rosa-rojizo, Kc⁺ rojo a naranja (gradualmente)

Hábitat: corteza, en bosque *Pinus-Quercus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: reportada para todos los continentes.

Distribución en México: Baja California, Sinaloa, Sonora, Durango, San Luis, Ciudad de México, Oaxaca y Chiapas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21- X-2023, A. Guerrero 445 (ITCV).

Observaciones: el crecimiento muy característico en forma de rosetas, la presencia de soredios marginales y sus reacciones en medula C+ rosa y Kc+ rojo a naranja la pueden diferenciar de otras especies de *Punctelia*.

***Punctelia semansiana* (Culb. & Culb.) Krog**

Lamina 8b

Habito: liquenizado, **talo:** folioso, ligeramente adherido al sustrato, de 4 a 7 cm de diámetro, creciendo irregularmente, **lóbulos:** poco alargados, de 1 a 4 mm de anchos, margen crenado a acerrado, poco ascendentes, **superficie superior:** arrugada a estriada, con muchas depresiones en todo el talo, de color verde opaco a gris-verdoso, presencia de maculas, pseudocifelas punctiformes presentes en todo el talo, **apotecios:** lecanorinos, agrupados en el centro del talo, de 0.5 a 5 mm de diámetro, disco color marrón claro a marrón-vináceo, **esporas:** ovadas a poco fusiformes, de 10-12 x 6-8 µm, hialinas, lisas, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **superficie inferior:** color crema, rizinas simples.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-, medula K-, C+ rosa-rojizo, Kc+ rojo a Naranja

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: América del Norte, Centro y Sur.

Distribución en México: Chihuahua, Veracruz y Chiapas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 537 (ITCV).

Observaciones: *Punctelia semansiana* se caracteriza por presentar pseudocifelas punctiformes muy marcadas en todo el talo y sus lóbulos pequeños con margen crenado, además sus reacciones en medula C+ rosa-rojizo y Kc+ rojo a naranja.

***Pseudevernia cf. intensa* (Nyl.) Hale & Culb.**

Lamina 8c

Habito: liquenizado, **talo:** tipo folioso a fruticoso, ligeramente adherido al sustrato, **lóbulos:** alargados, de 1.16-1.38mm de ancho, poco pruinosos, bifurcados dicotómicamente y terminando en puntas dicotómicas de color marrón, **superficie superior:** blanco-grisáceo a gris-blancuecina, lisa a verrugosa por presencia de isidios, picnidios presentes en las puntas de los lóbulos, **apotecios:** de 2.29-5.82mm de diámetro, tipo lecanorinos, disco color marrón, **ascas:** de 26-35 x 11-14 µm, 8 ascosporas por asca,

ascosporas: simples, hialinas, elipsoides, de 7-9 x 4-6µm, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, muy gruesa, **superficie inferior:** blanca a gris-azuloso.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-; medula K-, C+ rosa; Kc+ rojo

Hábitat: corteza, en bosque *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: neotrópicos desde América del Sur y América Central a través de México hasta el suroeste de EE. UU., Chipre y Japón.

Distribución en México: Sierra Madre Occidental de Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Coahuila, Nuevo León, Durango, Baja California Sur, Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Veracruz, Oaxaca, Chiapas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 410 (ITCV).

Observaciones: *P. intensa* presenta una considerable plasticidad morfológica que va desde individuos lobulados estrechos a anchos y desde foliosos a fruticosos, por tal motivo es muy común confundirlos con otras especies de *Pseudevernia* o *Hypogimnia* (Nash *et al.* 2002; Brodo *et al.* 2001).

Pseudevernia consocians (Vain.) Hale & W.L. Culb.

Lamina 8d

Habito: liquenizado, **talo:** folioso a sub-fruticoso, la base fuertemente adherida al sustrato, **lóbulos:** lobulados, lineares, 0.5 a 1.6 mm de ancho, terminando en puntas afiladas de color marrón claro, **superficie superior:** lisa a ± rugulosa, gris-blanquecino a blanco-grisáceo, poca presencia de pruina, abundantes isidios simples en algunos de los lóbulos, **córtex:** delgado, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, compacta, **superficie inferior:** gris oscuro a negro al centro del talo y blanco en los márgenes, pruina blanca a grisácea presente en todo el talo inferior.

Reacciones: córtex K+ amarillo, C-, Kc-; medula: K-, C+ rosa-salmón, Kc+ salmón.

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: Noruega, España, Alemania, América del Norte, Centro y Sur.

Distribución en México: ampliamente distribuida en la sierra madre occidental y sierra madre oriental.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 430 (ITCV), Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21-X-2023, 470 (ITCV), 466 (ITCV), 465b (ITCV), 457 (ITCV), 456 (ITCV), 451 (ITCV), 449b (ITCV), 447b (ITCV), Km 18, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21-X-2023, 480a (ITCV).

Observaciones: *P. consocians* puede confundirse con *P. furfuracea* por ser ambas isidiadas y tener una reacción C+ en medula, pero *P. consocians* es menos robusta y con lóbulos más estrechos (Nash *et al.* 2002).

Ramalina reducta Krog & Swinscow

Lamina 8e

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, sub-adherido por una sujeción basal (pie), ± erecto, 12mm de largo, **lóbulos:** palmeados a forma de abanicos, aplanados y anchos, **superficie superior:** verde-amarillento a verde-grisáceo, lisa y reticulada, sin isidios, sin soledios, **apotecios:** ausentes (normalmente presentes), **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca (expuesta en la cara inferior), **superficie inferior:** desnuda (decorticada), exponiendo la medula, con hebras condroides expuestas color blanco.

Reacciones: negativo

Hábitat: corteza, en bosque *Pinus-Quercus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: Norte América, Colombia, Venezuela, Perú, Bolivia, Sudáfrica y Kenia.

Distribución en México: Nuevo León.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21- X-2023, A. Guerrero 441b (ITCV), 469c (ITCV).

Observaciones: *R. reducta* se caracteriza por presentar su talo inferior expuesto (sin córtex).

Ranalina celastri (Sprengel) Krog & Swinscow

Lamina 8f

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, arbustivo ± péndulo, de 5 a (15) cm de largo, **lóbulos:** de 2 a 7 mm de ancho y alargados de 5 a 7 cm de largo, con ramificación dicotómica y terminando en puntas afiladas, lóbulos sólidos, planos, con superficie acanalada, **superficie superior:** lisa, brillante, de color verde a gris-verdoso, pseudocifelas lineales laminares, **apotecios:** laminares, solo presentes en un solo lado, de 0.5 a 2 mm de diámetro, disco convexo, sin pruina, **ascas:** cilíndricas, clavadas, 8 esporas por asca, **ascosporas:** hialinas, con un septo, ampliamente fusiforme, de 13-15.5 x 6-7 µm, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, ± laxa, **córtex:** grueso.

Reacciones: córtex K-, C-, Kc+ amarillo, medula K-, C-, Kc-

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: en el hemisferio sur, así como en el sur de América del Norte, América Central, sudeste asiático (Indonesia), Australasia y África.

Distribución en México: muy común en el centro y sur de México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 425 (ITCV), Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X-2023, 493 (ITCV), 508 (ITCV), 515 (ITCV), 520 (ITCV), 531 (ITCV), 556 (ITCV).

Observaciones: Las diferencias entre *R. celastri* y *R. leptocarpha* son la posición en la que crecen sus apotecios, *R. celastri* presenta apotecios laminares, mientras que *R. leptocarpha* apotecios marginales.

Ramalina intermedia (Delise ex Nyl.) Nyl.

Lamina 9a

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, de 3 a 5 cm de largo, arbustivo, erecto, **lóbulos:** pequeños, a forma de ramas, con ramificación simpodica irregular terminando en pequeñas puntas afiladas, lóbulos de 1.5 a 2 mm de ancho, solidos, planas a subcilíndricas, presencia de soralias, sub terminales o marginales, **superficie superior:** lisa, color verde claro a amarillo-verdoso, **Apotecios:** ausentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, **córtex:** delgado

Reacciones: córtex K-, C-, Kc+ amarillo, medula K-, C-, Kc-,

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2639 m.s.n.m.

Distribución mundial: ampliamente distribuida en el hemisferio norte.

Distribución en México: Chihuahua y sonora.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 423 (ITCV).

Observaciones: R. intermedia es muy característica por su forma de talo arbustivo erecto y sus ramas sorediadas alargadas, y su reacción Kc+ amarillo.

Ramalina sharpii Rundel

Lamina 9b

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, péndulo, más de 30 cm de largo, lóbulos lineales, muy alargados, de 1 a 5 mm de anchos, terminando en puntas afiladas, **superficies:** verde-blanquecino a verde-grisáceo, venaciones marcadas a lo largo del talo, **apotecios:** laminares, de 0.5 a 1 mm de diámetro, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca.

Reacciones: córtex: negativo, medula K+ rojizo

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: Norte América.

Distribución en México: Nayarit, Nuevo León e Hidalgo.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 491a (ITCV).

Observaciones: puede ser identificada por su talo largo y colgante de más de 30 cm, también por la presencia de apotecios marginales.

Ramalina americana Hale

Lamina 9c

Habito: liquenizado **talo:** fruticoso, arbustivo, erecto, de 2 a 4.5 cm de largo, **lóbulos:** a forma de ramas con puntas afiladas, 1 a 2 mm de anchos, con ramificación dicotómica, **superficie:** lisa, verde-amarillento a verde pálido, presencia de pseudocifelas, **apotecios:** sésiles, de 1 a 3 mm de diámetro, amarillos, con presencia de pruina, **ascosporas:** fusiformes, de 11-14 x 4-6 µm, hialinas,

septadas, poco curvadas, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, muy delgada.

Reacciones: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: América del Norte, Centro y Sur, Italia, Reino Unido y Eslovenia.

Distribución en México: Sonora.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 494 (ITCV), 509 (ITCV).

Observaciones: los mechones de *Ramalina dilacerata* pueden llegar a confundirse con *R. americana*, pero sus ramas basales son huecas y las de *R. americana* sólidos.

***Ramalina leptocarpa* Tuck.**

Lamina 9d

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, sub péndulo, arbustivo, ramificación dicotómica, 6 a 8 cm de largo **lóbulos:** planos poco acanalados, sólidos, lanceolados, de 2 a 5 mm de anchos, **superficie:** amarillo-verdoso a gris-verdoso, presencia de pseudocifelas laminares lineares, **apotecios:** sub marginales, 1 a 3 mm de diámetro, disco cóncavo, poco rugoso, con pseudocifelas, **ascas:** clavadas, 8 ascosporas por asca, **ascosporas:** hialinas, fusiformes, de 10-15 x 4-5µm, septadas, poco curvadas, **fotobionte:** alga verde, **Medula:** blanca, delgada, hebras condroides lisas, **córtex:** delgado.

Reacciones: córtex K-, C-, Kc+ amarillo, medula: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: América del Norte.

Distribución en México: Abaja California Norte y Sur.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 18, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21-X-2023, A. Guerrero 491b (ITCV), 550 (ITCV).

Observaciones: *Ramalina leptocarpa* podría confundirse con *R. celastri* que difiere en tener lóbulos lacinados planos, un disco apotecial convexo sin pruina, que carece de pseudocifelas en los márgenes y que nunca produce zeorina (Nash *et al.* 2007; CNALH 2024).

***Teloschistes exilis* (Michaux) Vain.**

Lamina 9e

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, erecto, sub-adherido a la base, pequeño a tamaño medio, de color amarillo a anaranjado, **ramificación:** simpodica (desde la base), cilíndricas a ligeramente aplanadas, terminando en puntas afiladas, **apotecio:** sub-terminales, escasos a numerosos, de 2 mm de diámetro, disco anaranjado, margen delgado, sin cilios, poco

crenado, **asca:** de 15-25 μm de ancho, 8 ascosporas por asca, **ascosporas:** hialinas, de 14-17 x 8-12 μm , bipolariloculares, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca.

Reacciones: córtex K⁺ rojo-purpura, C⁻, Kc⁻; medula: negativo

Hábitat: corteza, en bosque *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: Norte América, y África.

Distribución en México: presente en la mayor parte de la cordillera de la Sierra Madre Oriental.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 495d (ITCV).

Observaciones: muy distintivo por su coloración naranja y sus apotecios terminales en forma de discos.

Teloschistes chrysotalmus (L.) Th. Fr.

Lamina 9f

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, arbustivo, 6 a 8 mm de diámetro, erecto, **lóbulos:** aplanados, a forma de ramas, 4 a 6 mm de largo, presencia de pelos corticales, **superficie superior:** lisa, amarilla-verdoso a naranja-pálido, **apotecios:** lecanorinos, sésiles, creciendo en las puntas o a lo largo de las ramas, 0.5 a 1.5 mm de diámetro, color naranja a amarillo oscuro, presencia de cilios pequeños en el margen, **ascas:** clavadas de tipo teloschistaceae, 8 esporas por asca, **ascosporas:** oblongas a elipsoides, de 11-14 x 6-8 μm , bipolariloculares con un canal central en medio, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca muy delgada, **superficie inferior:** blanca a amarillo pálido, pocas venaciones de hifas a la vista.

Reacciones: córtex K⁺ purpura, C⁻, Kc⁻, medula: negativo

Hábitat: corteza, en matorral rosetófilo, a 1923 m.s.n.m.

Distribución mundial: registrada en la mayor parte del mundo excepto Asia.

Distribución en México: ampliamente distribuida en México.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 2, camino Ej. La Peña-Aserradero, 22-X- 2023, A. Guerrero 487 (ITCV).

Observaciones: *T. chrysotalmus* se caracteriza por sus apotecios ciliados y su disco de color naranja-amarillento, al igual de ser de tamaño pequeño y presentar ramas gruesas.

Usnea fragilesens Hav. ex Lynge

Lamina 10a

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, verde opaco, ramificado dicotómicamente, erecto-arbustivo a sub-pendulo, 6 cm de largo, **ramas:** 1.5 mm diámetro en la base, 0.4 mm en los ápices, fibrillas de 2.3 a 3.4 mm de largo, sorediadas, infladas, separados o con ruptura en la base de cada bifurcación, racimos de isidios surgiendo de soredios (soredios isidiados)

por todo el talo, **córtex:** ± grueso, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, laxa, axis delgado, blanco.

Reacciones: K⁺ amarillo (reacción tardía), C-, Kc-; medula K-, C-, Kc-.

Hábitat: corteza, en bosque de *Quercus-Pinus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: noreste de Europa, este y oeste de América del Norte y Japón.

Distribución en México: Baja California, Hidalgo, Guanajuato y Veracruz.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V- 2023, A. Guerrero 429 (ITCV), 471 (ITCV).

Observaciones: *U. fragilesens* se distingue por sus soralias grandes, ± circulares a cóncavas y la presencia de abundantes isidiomorfos en las ramas principales (Nash *et al.* 2007; CNALH 2024).

Usnea subgracilis Vain.

Lamina 10b

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, amarillo-verdoso a gris-verdoso, sub péndulo, ligeramente adherido al sustrato, de 5 a 8 cm de largo, **ramas:** cilíndricas primarias de 0.5 a 1.5 mm de diámetro, ramificación dicotómica, soralias punctiformes con isidiomorfos cortos (presentes en todas las ramas), **apotecios:** ausentes, **córtex:** grueso, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, delgada y compacta, **eje central:** grueso.

Reacciones: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque *Pinus-Quercus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: Norte América y Europa Occidental.

Distribución en México: Sinaloa, Tamaulipas, Hidalgo, Morelia, Puebla y Oaxaca.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21- X-2023, A. Guerrero 448a (ITCV), Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X-2023, 557 (ITCV).

Observaciones: *U. subgracilis* se ha encontrado mayormente en la Sierra Madre Oriental (CNALH 2024).

Usnea hirta (L.) Weber ex F.H. Wigg

Lamina 10c

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, arbustivo, amarillo-verdoso a verde-grisáceo, ligeramente adherido al sustrato, de 15 a 25 mm de largo, **ramas:** cilíndricas, de 0.4 a 0.6 mm de diámetro, ramificación anisotómica-dicotómica, fibrilla o espinas de 0.3 a 2.5 mm de largo (presentes en todo el talo), **apotecios:** ausentes, **córtex:** delgado, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, laxa, eje central: ± delgado.

Reacciones: córtex K⁺ amarillo, C-, Kc-; medula K⁺ amarillo a naranja (gradualmente), C-, Kc-.

Hábitat: corteza, en bosque *Pinus-Quercus*, a 2836 m.s.n.m.

Distribución mundial: probablemente cosmopolita en todos los continentes.

Distribución en México: Baja California Norte y Sur, Sonora, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Oaxaca.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21-X-2023, A. Guerrero 441c (ITCV), 448b (ITCV), 440a (ITCV), Km 18, camino Ej. La Peña-Aserradero, 21-X-2023, 473b (ITCV), 474c (ITCV), 475a (ITCV), 481b (ITCV), 510 (ITCV), Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, 24-V-2023, 418b (ITCV).

Observaciones: se reconocen dos subespecies de *U. hirta*, una ampliamente distribuida y otra restringida a Baja California (*Usnea hirta subsp. trachista*) (Nash *et al.* 2007).

Usnea cirrosa Motyka

Lamina 10d

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, erecto, arbustivo, ligeramente adherido al sustrato, ramificación anisotómica-dicotómica, de 3 a 5 cm de largo, **ramas:** cilíndricas, color verde-grisáceo a marrón-verdoso, presencia de papilas y espinas o fibrillas en todo el talo, **apotecios:** terminales o laterales, cubiertos por espinas en toda la parte inferior del disco, disco de color claro, **ascosporas:** hialinas, elipsoides, 9-11 x 6-8µm **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca, gruesa, laxa, eje central: ± grueso, córtex: delgado.

Reacciones: córtex K⁺ amarillo a rojizo, C-, Kc-, medula: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: América del Norte y del Sur.

Distribución en México: Sinaloa, Jalisco, Hidalgo y Veracruz.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X-2023, A. Guerrero 517 (ITCV), 454 (ITCV).

Observaciones: *Usnea cirrosa* es muy semejante a *U. ramillosa* Motyka, pero esta última produce ácido protocetrático en la medula en lugar ácido norstictico como *U. cirrosa*.

Usnea rubicunda Stirton

Lamina 10e

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, arbustivo, péndulo a sub-péndulo, 9 cm de largo, ramificación anisotómica-dicotómica, **ramas:** cilíndricas, de color rojizo, agrietadas radialmente en varias secciones, presencia de papilas ± numerosas, fibrillas presentes en todo el talo, sorolios punctiformes presentes en todo el talo, ramas terminales afiladas,

fotobionte: alga verde, **medula:** blanca, densa a compacta, **eje central:** no pigmentado, $\pm$ grueso, **córtex:** grueso.

Reacciones: córtex K⁺ amarillo, C⁻, Kc⁻, medula: negativo.

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: regiones sub oceánicas templadas y tropicales, Europa, Asia Oriental, Australasia, África, América del Norte y Sur.

Distribución en México: Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Tamaulipas, Michoacán, Jalisco, Sinaloa y baja california Sur.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 552 (ITCV), 558 (ITCV), 501 (ITCV).

Observaciones: *U. rubicunda* es muy caracterizadas por su pigmento rojo en corteza y los soracios pequeños que presenta.

Usnea espermantiana Clerc

Lamina 10f

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, erecto arbustivo, de 3 a 5 cm de largo, ramificación anisotomica-dicotomica, **ramas:** cilíndricas, agrietadas, presencia de papilas y fibrillas a forma de espinas, isidios abundantes en todo el talo, soracios presentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca y densa, **eje central:** $\pm$ grueso.

Reacciones: córtex: negativo, medula K⁺ amarillo a rojo, C⁻, Kc⁻

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: suroeste de Europa, Oeste de América del Norte y Sur.

Distribución en México: Baja California y Tamaulipas.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 533 (ITCV).

Observaciones: las características principales de *U. espermantiana* son sus ramas contraídas en los puntos de unión y los soracios grandes sin isidiomorfos.

Usnea amblyoclada (Müll. Arg.) Zahlbr.

Lamina 11a

Habito: liquenizado, **talo:** fruticoso, arbustivo, de 4 a 10 cm de largo, ramificación isotomica-dicotomica, **ramas:** cilíndricas, de 1 a 1.5 mm de diámetro, cubiertas en su totalidad por fibrillas cortas a forma de espinas, de 0.5 a 2 mm de largo (fibrillas pequeñas creciendo sobre fibrillas más grandes), soracios ausentes, **fotobionte:** alga verde, **medula:** blanca a crema cerca del eje central, compacta y densa, **eje central:** grueso, blanco a poco naranja pálido.

Reacciones: córtex: negativo, medula K⁺ amarillo a rojo, C-, Kc-

Hábitat: corteza, en bosque de *Pinus cembroides*, a 2392 m.s.n.m.

Distribución mundial: América del Norte y Sur.

Distribución en México: Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Durango, Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo y Oaxaca.

Material examinado: Tamaulipas, Municipio de Miquihuana, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, 15-X- 2023, A. Guerrero 543 (ITCV), 522 (ITCV), 518 (ITCV).

Observaciones: *U. amblyoclada* está estrechamente relacionada con *U. dasaea*, y difieren ecológicamente ya que esta última especie crece principalmente sobre corteza y *U. amblyoclada* se puede encontrar en corteza y sobre rocas volcánicas y calizas (Nash *et al.* 2007; CNALH 2024).

8. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

8.1. Diversidad de especies por familias

Tomando en cuenta las descripciones realizadas en el presente estudio, se dio a la tarea de representar en una gráfica (figura 3) las familias con mayor abundancia de especies registradas. De la cual, la familia con mayor abundancia de especies líquénicas fue Parmeliaceae, con una cantidad de 27 especies, siguiéndole las familias Ramalinaceae con ocho especies, Physciaceae con siete y Teloschistaceae con cinco. Por otra parte, las familias con menor cantidad de especies fueron Caliciaceae, Coenogoniaceae, Collemataceae y Verrucariaceae con solo un ejemplar por familia.

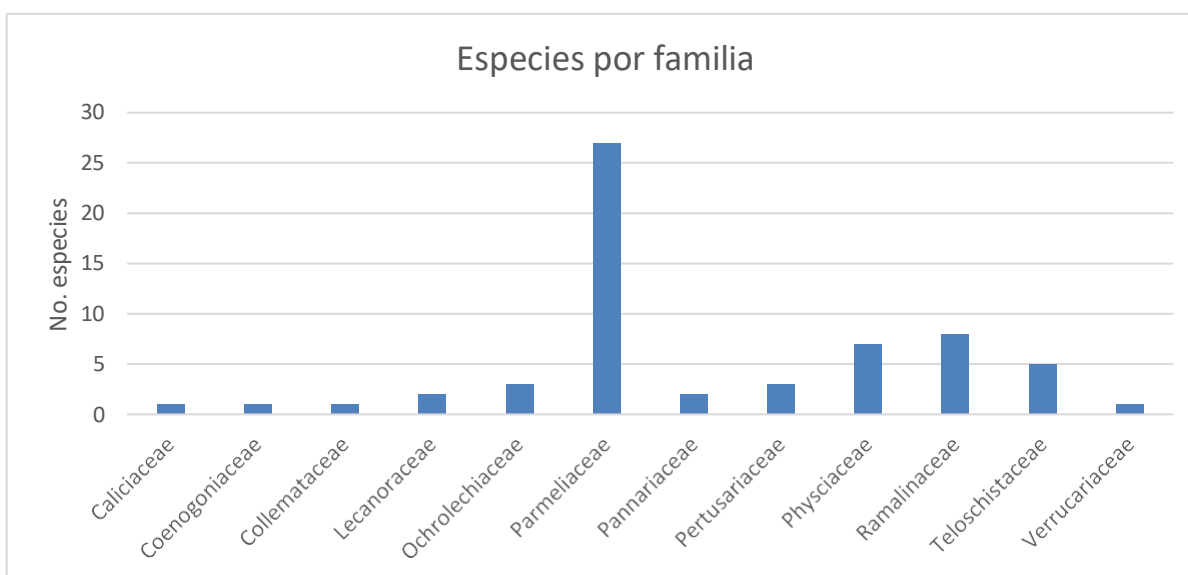


Figura 3. Familias con mayor diversidad de especies

Dentro de las familias reportadas se tiene un registro de los géneros que presentaron mayor diversidad de especies determinadas (figura 4), y la cantidad de especímenes colectados por cada especie (figura 5).

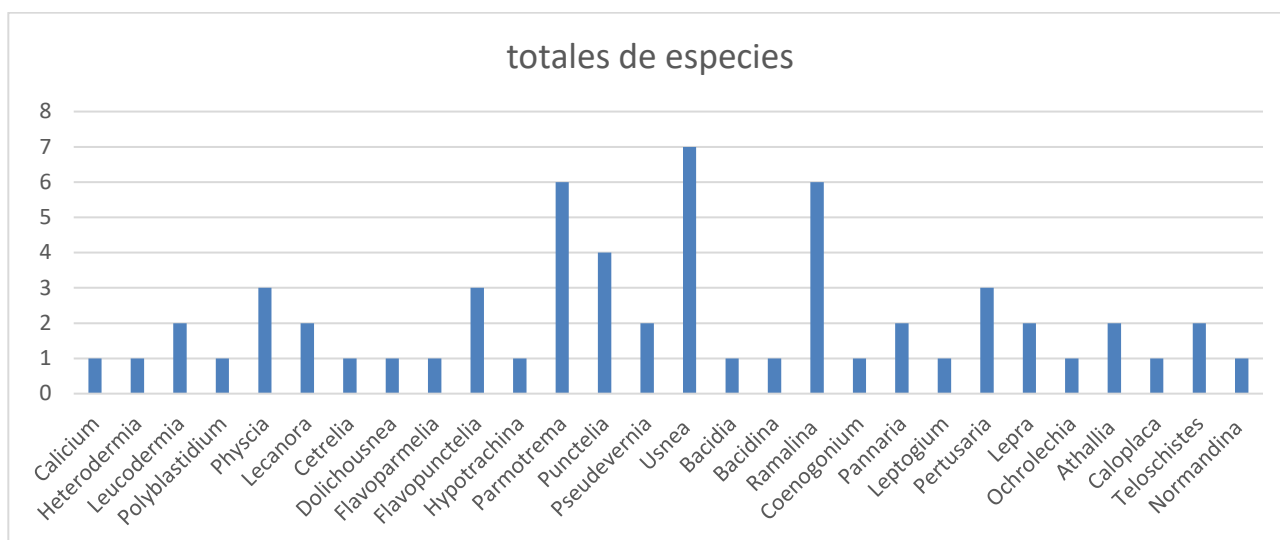


Figura 4. Número de especies por género

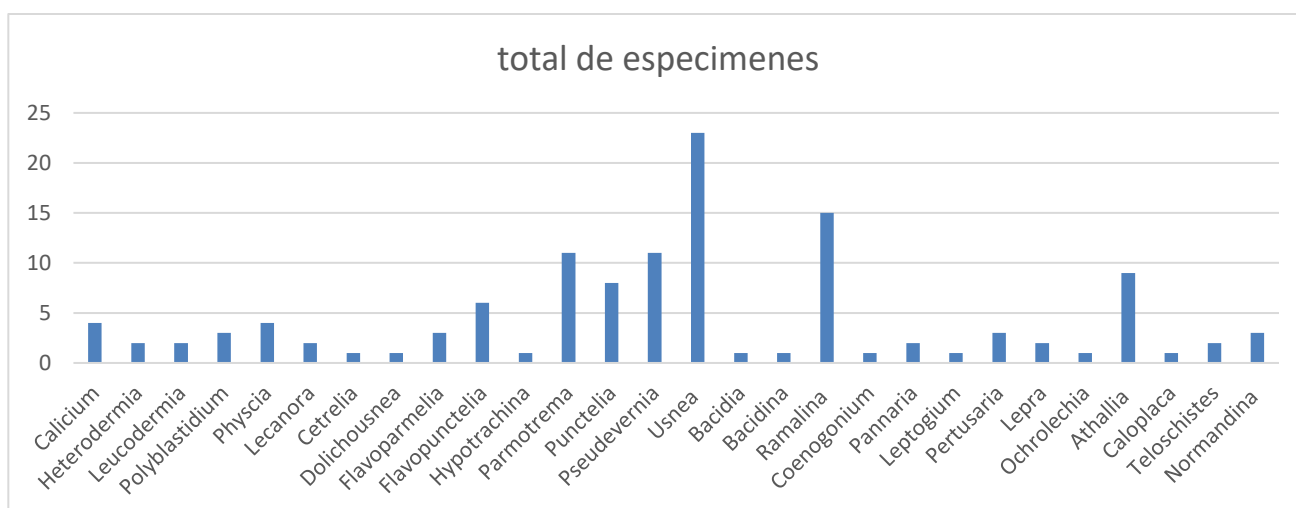


Figura 5. Número de especímenes por género

8.2. Abundancia de líquenes por vegetación

En base a los registros obtenidos en las colectas realizadas por cada tipo de vegetación se obtuvieron los siguientes datos, las comunidades que presentaron mayor número de especímenes determinados fue el bosque de *Pinus cembroides* (piñonero) con un 40%, bosque de *Pinus-Quercus* 31% y bosque de *Quercus-Pinus* 23%. Por otra parte, bosque de *Pinus* con un 5% y Matorral rosetófilo con solo el 1% fueron las comunidades vegetales con menor cantidad de especímenes (figura 6).

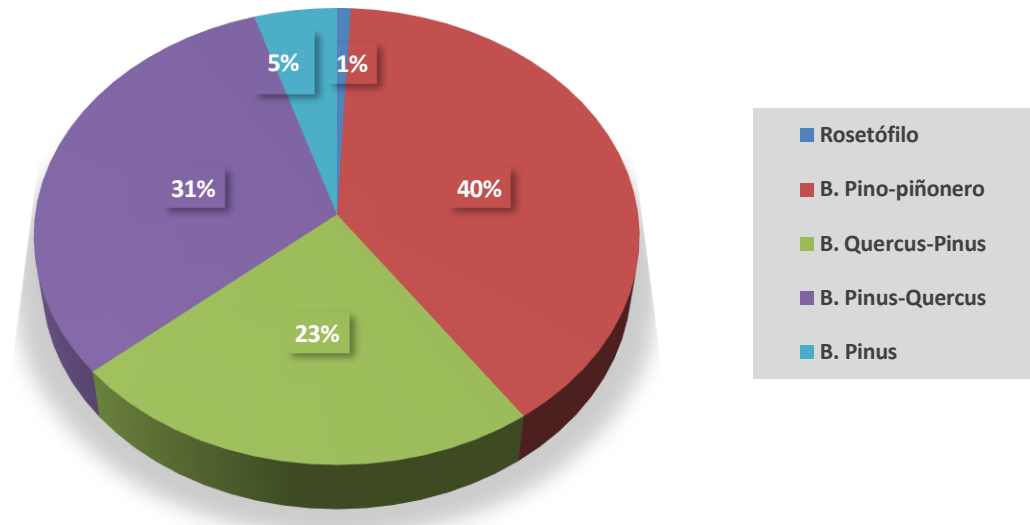


Figura 6. Porcentaje de especímenes por tipo de vegetación

Se determinó el número de especímenes presentes en cada tipo de vegetación, lo cual el género *Usnea* fue la más representativa apareciendo en cuatro de los 5 tipos de vegetación, con un total de 23 especímenes, seguido por *Ramalina* con 15 especímenes en tres tipos de vegetación y *Pseudevernia* con 11 en tres vegetaciones diferentes (figura 7).

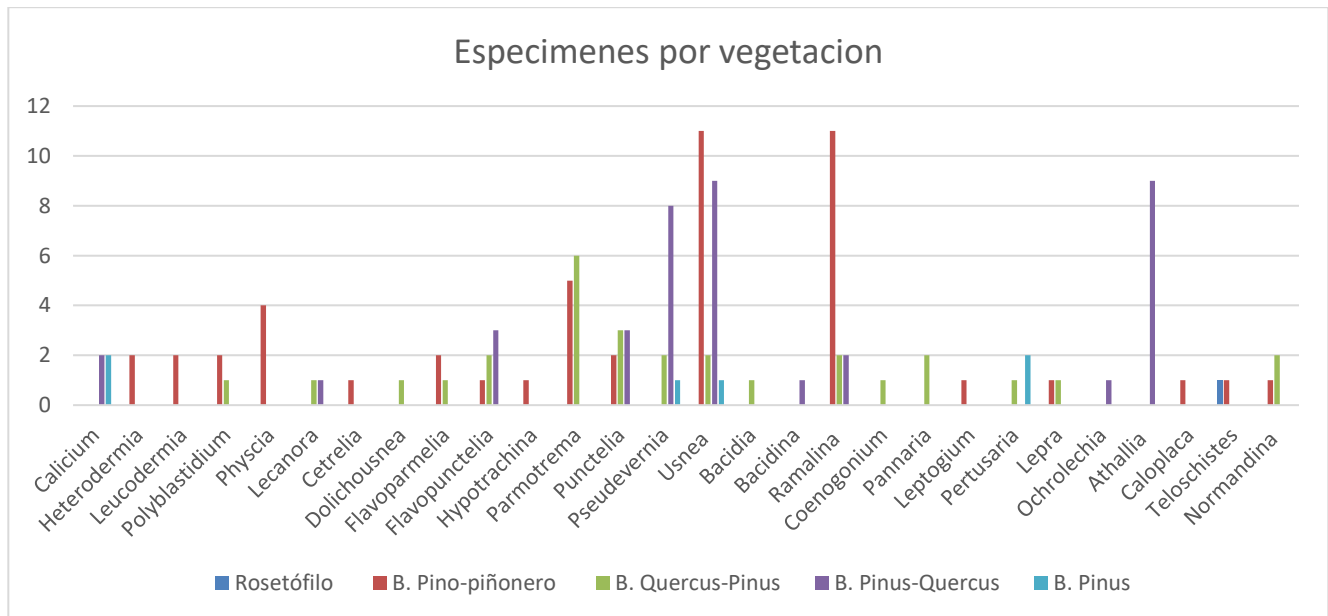


Figura 7. Número de especímenes por tipo de vegetación

8.3. Diversidad por comunidad vegetal

La comunidad de bosque de *Pinus cembroides* (piñonero), es el sitio con mayor riqueza de especies para el estudio al presentar un total de 32 especies diferentes, seguido por bosque de *Quercus-Pinus* con 26 especies, bosque de *Pinus-Quercus* con 14 y los sitios con menor presencia de especies fueron el bosque de *Pinus* con cuatro especies y matorral rosetófilo con solo una especie determinada (Tabla 3).

Tabla 3. Presencia de especies por comunidad vegetal

Especies	Rosetófilo	B. <i>Pinus cembroides</i>	B. <i>Quercus-Pinus</i>	B. <i>Pinus-Quercus</i>	B. <i>Pinus</i>
<i>Calicium abietinum</i>				X	X
<i>Coenogonium luteum</i>			X		
<i>Leptogium saturninum</i>		X			
<i>Lecanora caesiorubella</i>				X	
<i>Lecanora hybocarpa</i>			X		
<i>Lepra albescens</i>			X		
<i>Lepra hypothamnolica</i>		X			
<i>Ochrolechia andrógina</i>				X	
<i>Usnea hirta</i>		X	X	X	X
<i>Usnea fragilescens</i>			X	X	
<i>Usnea cirrosa</i>		X		X	
<i>Usnea espermantiana</i>		X			
<i>Usnea ambyoclada</i>		X			
<i>Usnea subgracilis</i>		X		X	
<i>Usnea rubicunda</i>		X			
<i>Pseudevernia consocians</i>			X	X	X
<i>Pseudevernia intensa</i>			X		
<i>Parmotrema hypotropum</i>		X	X		
<i>Parmotrema reticulatum</i>		X			
<i>Parmotrema tinctorum</i>		X			
<i>Parmotrema rigidum</i>			X		
<i>Parmotrema cetratum</i>			X		
<i>Parmotrema margaritatum</i>			X		
<i>Parmotrema submarginale</i>			X		
<i>Punctelia hypoleucites</i>		X	X		
<i>Punctelia subrudecta</i>				X	
<i>Punctelia semansiana</i>		X			
<i>Punctelia rudecta</i>			X		
<i>Dolichousnea longissima</i>			X		

<i>Flavopunctelia praesignis</i>			X	X	
<i>Flavopunctelia flaventor</i>		X			
<i>Flavopunctelia soledica</i>			X		
<i>Flavoparmelia caperata</i>		X	X		
<i>Hypotrachina brevirhiza</i>		X			
<i>Cetrelia olivetorum</i>		X			
<i>Pannaria tavaresii</i>			X		
<i>Pannaria rubiginosa</i>			X		
<i>Pertusaria macounii</i>					X
<i>Pertusaria thwaitesii</i>			X		
<i>Pertusaria ostiolata</i>			X		
<i>Leucodermia leucomelos</i>		X			
<i>Leucodermia appalachensis</i>		X			
<i>Polyblastidium hypoleucum</i>		X	X		
<i>Physcia neogaea</i>		X			
<i>Physcia americana</i>		X			
<i>Physcia stelarior</i>		X			
<i>Heterodermia echinata</i>		X			
<i>Bacidia heterochroa</i>			X		
<i>Bacidina phacodes</i>				X	
<i>Ramalina reducta</i>				X	
<i>Ramalina celastri</i>		X	X		
<i>Ramalina americana</i>		X			
<i>Ramalina leptocarpa</i>		X			
<i>Ramalina sharpii</i>		X			
<i>Ramalina intermedia</i>		X			
<i>Athallia pyrace</i>				X	
<i>Athallia holocarpa</i>				X	
<i>Caloplaca floridana</i>		X			
<i>Teloschistes exilis</i>		X			
<i>Teloschistes chrysotalmus</i>	X				
<i>Normandina pulchella</i>		X	X		
Totales	1	32	26	14	4

8.4. Análisis estadístico

De acuerdo con los datos obtenidos en los análisis estadísticos, la mayor diversidad de especies está representadas en más del 50% de la diversidad estudiada, se encuentra en el bosque de *Pinus cembroides* (piñonero) con 32 especies, seguido del bosque de *Quercus-Pinus* con 26 especies del total. La abundancia de los líquenes encontrados se encuentra

también representada por el 51% de la diversidad, seguido por el bosque de *Pinus-Quercus* con 33% y el bosque de *Quercus-Pinus* con 30%.

Los resultados del análisis de Chao-1, nos indican la posible presencia de hasta 53 especies para el bosque de *Pinus cembroides* (piñonero), hasta 110 especies para el bosque de *Quercus-Pinus*, 23 especies para el bosque de *Pinus-Quercus* y cuatro especies para el bosque de *Pinus*.

Por su parte el porcentaje de completitud de especies de líquenes por tipo de comunidad, nos indican que existe un déficit de conocimiento de estas especies en la mayoría de las comunidades estudiadas, tal como lo indica la tabla 4.

Los resultados del análisis del índice de Shannon (H), los análisis de las especies abundantes y muy abundantes y su dominancia están representados en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados paramétricos ecológico.

	A	B	C	D	E
Parámetro ecológicos	Rosetofilo	Pinus-piñonero	B. Quercus-Pinus	B. Pinus-Quercus	B. Pinus
Especies registradas por bosque	1	32	26	14	4
Abundancia por bosque	1	51	30	33	8
Ind. Shannon (H)	0	3.31	3.199	2.328	1.213
(q1, eH) Especies abundantes	1	27.39	24.51	10.26	3.36
Ind. Dominancia (D)	1	0.04	0.04	0.13	0.34
(q2, 1/D) Especies muy abundantes	1	22.62	22.50	7.95	2.91
Especies esperadas Chao-1	1	53.11	110.3	23.33	4.5
Porcentaje de completitud por bosque	100	60.25	23.57	60.01	88.89

8.5. Análisis de correspondencia (ACO)

Se determinó la asociación de las especies de líquenes con las diferentes comunidades ecológicas muestreadas en el área de estudio. El análisis es una técnica descriptiva/exploratoria multivariada de interdependencia que sirve para reducir la dimensionalidad de datos y conforma congregaciones (asociaciones) siendo su aplicación más directa de graficar una correspondencia de categorías variables, en particular las nominales, permitiendo analizar tablas de contingencia de dos o más vías (Gotelli and Ellison 2004). El análisis es de útil aplicación en trabajos exploratorios donde son pocas o

inexistentes las hipótesis previas del comportamiento de la población o comunidad biológica, tanto en las vertientes correlaciones como experimentales.

El ACO tiene dos objetivos particulares básicos. 1) La asociación entre categorías de columnas (o filas), es decir, medir la asociación de solo una fila, para identificar, por ejemplo, si las modalidades de una variable pueden ser combinadas y 2) la asociación entre categorías de filas y columnas verificando si existe una relación entre categorías de las filas y columnas. El análisis se realizó en el paquete estadístico Past v 4.0.5 (Hammer *et al.*, 2017). Se obtuvo el siguiente grafico como resultado de este análisis.

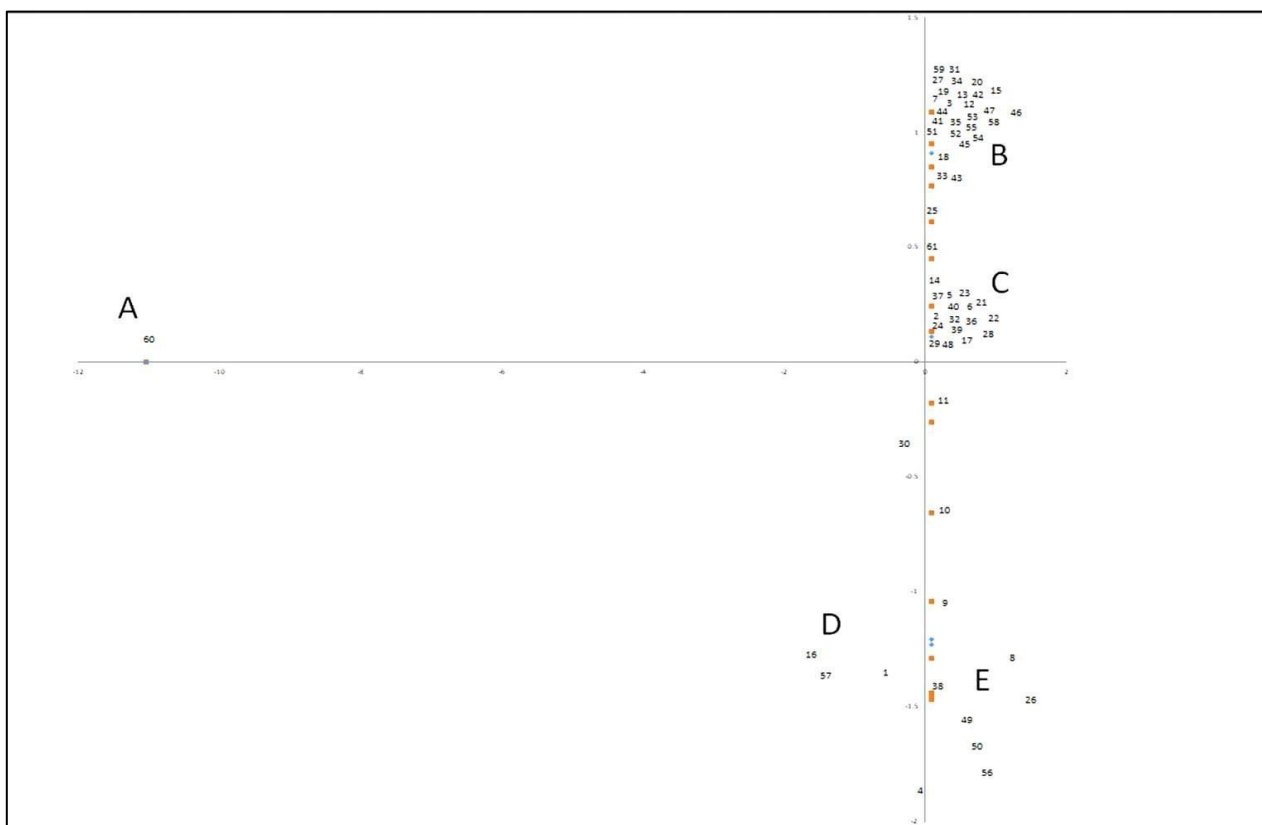


Figura 8. Análisis de Correspondencia Canónica

9. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tomando en cuenta el impacto antropogénico que cubre la mayor parte de las zonas de estudio, el número de especies reportadas por cada tipo de vegetación, no resultó como se esperaba. En la vegetación de bosque de *Pinus* la cual es la de mayor altitud se esperaba una mayor cantidad de especies reportadas, esto debido a que la altura favorecería la diversidad de flora líquénica, sabiendo que los líquenes son sensibles a las alteraciones del medio, las condiciones climáticas y ambientales, a una mayor altitud se encontraría una zona mejor conservada y con mejores condiciones.

Por otra parte, la zona de menor altitud también resultó poco favorecida para la diversidad de flora líquénica, debido a la contaminación de polvo calizo que cubre una gran parte de las especies vegetales de la zona, lo cual afecta el crecimiento en las cortezas de los posibles hospederos, al igual que el exceso de pastoreo en las zonas de matorrales.

La comunidad con mayor número de especies encontradas resultó ser bosque de *Pinus cembroides* (piñonero) con 32 especies de líquenes registrados, la cual también es la mejor conservada, seguido por el bosque de *Quercus-Pinus* con 26 especies, el bosque de *Pinus-Quercus* con 14 especies, el bosque de *Pinus* con cuatro especies y finalmente el matorral rosetófilo con una especie registrada. Por su parte el análisis de especies esperadas de acuerdo con el índice de Chao-1, nos indica que posiblemente la diversidad encontrada esta subrepresentada en este estudio, donde la diversidad de bosque de pino-piñonero podrían existir hasta 53 especies, 110 especies en el bosque de *Quercus-Pinus*, y hasta 23 especies en el bosque de *Pinus-Quercus*, mientras que las comunidades de bosque de *Pinus* y matorral rosetófilo no presentan nuevas especies esperadas con este análisis. De acuerdo a los resultados anteriores el porcentaje de completitud de diversidad de especies de líquenes por comunidad estudiada, el matorral rosetófilo presenta el 100% de las especies, el bosque de *Pinus cembroides* el 60% de las especies, el bosque de *Quercus-Pinus* el 23% de las especies de líquenes posibles, el bosque de *Pinus-Quercus* el 60% de las especies totales, mientras el bosque de *Pinus* está representado en este estudio con el 89% de las especies de líquenes posibles de encontrar en estas comunidades.

Esto demuestra la estrecha relación hospedero liquen y la importancia del estado del hábitat en la diversidad y población de especies.

De acuerdo a los resultados del análisis de correspondencia, se observó una correlación estrecha entre las diferentes comunidades estudiadas con los líquenes estudiados en cada uno de ellos, encontrándose que solo las comunidades de bosque de *Pinus-Quercus* y *Pinus* son cercanas en la diversidad de especies donde varias de ellas se comparten; mientras tanto las comunidades de bosque de *Pinus cembroides* (piñonero), bosque de *Quercus-Pinus* y el matorral mantienen una alta uniqueness de especies que no son compartidas con el resto de las comunidades.

Debido al número considerable de especies nuevas registradas, el presente estudio representa un gran aporte para el estado, ya que, en previos estudios como el de García-Jiménez, *et al.* (2024), no se ha estudiado a fondo la región de Miquihuana en la diversidad de los líquenes, en comparación con este trabajo, donde se presenta una lista de 61 especies de líquenes, de las cuales 23 son primeros registros estatales y cuatro primeros registros nacionales.

Tomando en cuenta que Tamaulipas presenta una alta diversidad de líquenes y de estudios realizados en el estado, la mayoría de estos se han realizado en bosques mesófilos de montaña y zonas selváticas, por lo cual en los bosques templados y matorrales se han concretado pocos estudios, esto aunándole su difícil acceso, la dificultad para trabajar en ellos.

En este sentido se reconoce la necesidad de continuar con los estudios liquenológicos para las zonas de bosques templados y zonas semiáridas del Estado en donde se estima la existencia de una mayor biota liquenológica que la conocida actualmente.

Los resultados obtenidos en este estudio, muestra que comunidades de líquenes se ven afectados por la contaminación, presente en las comunidades de matorral rosetófilo y bosque de *Pinus* dentro del área de estudio. Por lo cual se estima que la diversidad y abundancia presentes en estas comunidades puede ser mayor en zonas con menor nivel de contaminación.

10. LITERATURA CITADA

- Almaguer, P. 2005.** Fisiografía del Estado de Tamaulipas, En: L. Barrientos-Lozano, A. CorreaSandoval, J. V. Horta-Vega y J. García-Jiménez (eds.). Biodiversidad Tamaulipeca, Vol. 1. Dirección General de Educación Superior Tecnológica-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, México. 2-20 pp.
- Álvarez, I. y L. Guzman-Davalos, 1988-A.** Nuevos registros de líquenes de Jalisco. Rev. Mex. Mic. 4: 89-96.
- Álvarez, I. y L. Guzmán-Dávalos. 2009.** *Flavopunctelia* y *Punctelia* (Ascomycetes liquenizados) de Nueva Galicia, México. Rev. Mex. Mic. 29: 15-29.
- Álvarez, I. y L. Guzmán-Dávalos, 1993.** Additions to the lichen flora from the State of Jalisco (Mexico). Mycotaxon 48: 359-370.
- A. Barcenas-Peña, 2016.** Taxonomía y comparación de la diversidad de *Graphis* en diferentes tipos de vegetación en México. Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología y Ecología.
- Bates, S. T., Cropsey, G. W. G., Caporaso, J. G., Knight, R., & Fierer, N. 2010.** Bacterial Communities Associated with the Lichen Symbiosis. Applied and Environmental Microbiology, 77(4), 1309–1314.
- Brodo, I.M., S. Duran Sharnoff, S. Sharnoff, 2001.** Lichens of North America. Yale University Press, New Haven.
- Brodo, I.M., S. Duran Sharnoff, S. Sharnoff, 2016.** Keys to Lichens of North America: Revised and Expanded. Yale University Press, New Haven.
- Bungartz, F., Ulrik Søchting & Ulf Arup 2020.** Teloschistaceae (lichenized Ascomycota) from the Galapagos Islands: a phylogenetic revision based on morphological, anatomical, chemical, and molecular data. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Plant and Fungal Systematics 65(2): 515–576 pages.

Bungartz, F. & Adriano A. Spielmann, 2019. The genus *Parmotrema* (Parmeliaceae, Lecanoromycetes) in the Galapagos Islands. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Plant and Fungal Systematics 64(2): 173–231 pages.

Bungartz, F., Alba Yáñez, Fredy Nugra & Frauke Ziemmeck, 2013. Guía rápida de líquenes de las Islas Galápagos. Versión 3. Fundación Charles Darwin. Puerto ayora, Santa Cruz Galápagos.

Consortium of North American Lichen Herbaria (CNALH). 2024.

Efraím Hernandez X, Howard Crum, Wm. B. Fox and A. J. Sharp, 1951. A Unique Vegetational Area in Tamaulipas. Bulletin of the Torrey Botanical Club, Vol. 78, No. 6, pp. 458-463.

Ertz D, Huereca A, Salcedo-Martinez S. Mand Tehler A. 2020. Remarkable cases of parallel evolution of the placodioid thallus growth from in the *Lecanograpaceae* (Arthoniales) with the description of a new species of *Alyxoria* from Mexico. Lichenologist 52, 415-424. Published by Cambridge University Press on behalf of the British Lichen Society.

García-Jiménez, J., J.F. Hernández-Del Valle, R. Valenzuela, T. Raymundo, A. Huereca, S. Bautista-Hernández, G. Guevara-Guerrero, F. Garza-Ocañas, L.J. García-Morales, M. Sánchez-Flores, J. Guzmán-Guillermo y J.I. de la Fuente. 2024. Hongos. En: La biodiversidad en Tamaulipas. Estudio de Estado. Vol. II. conabio, México, pp. 31-50.

Gotelli, N. J. y Ellison, A. M. (2004). A Primer of Ecological Statistics, Sunderland. Massachusetts. Sinauer Associates.

Google. (s.f.). [Mapa de Miquihuana, Tamaulipas en Google Earth]. Recuperado el 3 de Octubre, 2024, de:
<https://earth.google.com/web/search/Miquihuana,+Tamaulipas/@23.60420676,-99.71904026,2402.01003459a>

Gómez-Peralta, M. 1997. Morfología e identificación de líquenes. Secretaria de difusión

cultural / Editorial Universitaria. 70 p.

Guerrero-Martínez, A. 2022. Hongos liquenizados de algunos sitios del bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera El Cielo Tamaulipas, México. Tesis profesional de licenciatura. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

Guzmán, G. y M. Piepenbring. 2011. Los hongos de Panamá. Introducción a la identificación de los macromicetos. INECOL, Xalapa.

Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2017). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1-9.

Harrie J.M. Sipman. 2005. Botanic Garden & Botanical Museum Berlin-Dahlem. Identification key and literature guide to the genera of Lichenized Fungi (Lichens) in the Neotropics Provisional Version. University of Berlin.

Hawksworth, D. L. 1988b. The variety of fungal-algal symbioses, their evolutionary significance, and the nature of lichens. *Botanical Journal of the Linnean Society* 96:3-20.

Herrera-Campos, M. R. E. Pérez-Pérez, and Thomas H. Nash III. 2016. Lichens of Mexico: The Parmeliaceae Keys, Distribution and Specimen Descriptions. *Bibliotheca Lichenologica*, Band 110. Stuttgart (Germany) 723 p.

Herrera-Campos, M. A., R. Lücking, R. E. Pérez-Pérez, R. Miranda-González, N. Sánchez, A. Barcenás-Peña, A. Carrizosa, A. Zambrano, B. D. Ryan y Nash III, T. H. 2014. Biodiversidad de líquenes en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 82-99.

Herrera-Campos, M. A., Miranda-González, R., Lücking, R., Sánchez-Téllez, N. y A. Barcenás-Peña. 2017. Inventario y base de datos de los líquenes de la selva seca de Jalisco. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JF157. Ciudad de México.

Hirabayashi, K., S. Iwata, M. Ito, S. Shigeta, T. Narui, T. Mori y S. Shibata, 1989. Inhibitory effect of a lichen polysaccharide sulfate, GE-3-S, on replication of human

inmuno-deficiency virus (HIV) in vitro. Chemical and Pharmaceutical Bulletin 37: 2410–2412.

Huereca-Delgado, A. 2019. Contribución a la flora liquénica de los estados de Coahuila y Nuevo León. Tesis Profesional de licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas

Imshaug, H. 1956. Catalogue of Mexican lichens. Revue Bryologique et Lichénologique 25:321-385.

James C. Lendemer, 2009. A synopsis of the lichen *Heterodermia* (Physciaceae, lichenized Ascomycota) in eastern North America. Cryptogamic Herbarium, Institute of Systematic Botany, The New York Botanical Garden, Bronx, NY, 10458-5126, U.S.A.

Jung Shin Park, Sook-Young Park, Chan-Ho Park, Sergii Y. Kondratyuk, Soon-Ok Oh & Jae-Seoun Hur (2017). Taxonomic Revision of the Lichen Genera *Pertusaria*, *Varicellaria*, and *Variolaria* (Pertusariales, Ascomycota) in South Korea, Mycobiology, 45:4, 270-285, DOI: 10.5941/MYCO.2017.45.4.270

Joe Walewski, 2007. Lichens of the North Woods. North Woods Naturalist Series.

Jones D. 1988. Lichens and pedogenesis. In Handbook of Lichenology. Vol.III, M. Galun (ed.). CRC Press Inc., Boca Raton. p. 109-124.

Kappen, L. 1988. Ecophysiological relationships in different climatic regions. En: Galun, M. (ed.): CRC Handbook of lichenology, vol II: 37-100. Boca Raton: CRC Press.

Lange, O. L., B. Büdel, A. Meyer, H. Zellner y G. Zotz. 2000. Lichen carbon gain under tropical conditions: water relations and CO₂ exchange of three *Leptogium* species of a lower montane rainforest in Panama. Flora 195:172-190.

Lodge, D. Jean; Ammirati, Joseph F.; O'Dell, Thomas E.; Mueller, Gregory M. 2004.

Collecting and describing macrofungi. Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2004: Pages 128-158.

Mason E. Hale. 1965. A Monograph of Parmelia Subgenus Amphigymnia. Contributions From the United States National Herbarium, Volumen 36, Part 5. Bulletin of the United States National Museum. Smithsonian Institution, Washington, D. C.

Mason E. Hale. 1975. A Revision of the Lichen Genus Hypotrachina (Parmeliaceae) in Tropical America. Smithsonian Contributions to Botany, No. 25.

Mason E. Hale. 1976. A Monograph of the Lichen Genus Pseudoparmelia Lynge (Parmeliaceae) in Tropical America. Smithsonian Contributions to Botany, No. 31.

Mason E. Hale. 1979. How to Know the Lichens. Brown Com. Publ. Second Edition.

Miądlikowska, J., F. Kauff, V. Hofstetter, E. Fraker, M. Grube, J. Hafellner, V. Reeb, B. P. Hodkinson, M. Kukwa, R. Lücking, G. Hestmark, M. Garcia-Otalora, A. Rauhut, B. Büdel, C. Scheidegger, E. Timdal, S. Stenroos, I. Brodo, G. B. Perlmutter, D. Ertz, P. Diederich, J. C. Lendemoer, P. May, C. L. Schoch, A. E. Arnold, C. Gueidan, E. Tripp, R. Yahr, C. Robertson y F. Lutzoni. 2006. New insights into classification and evolution of the Lecanoromycetes (Pezizomycotina, Ascomycota) from phylogenetic analyses of three ribosomal RNA- and two protein-coding genes. Mycologia 98:1088-1103.

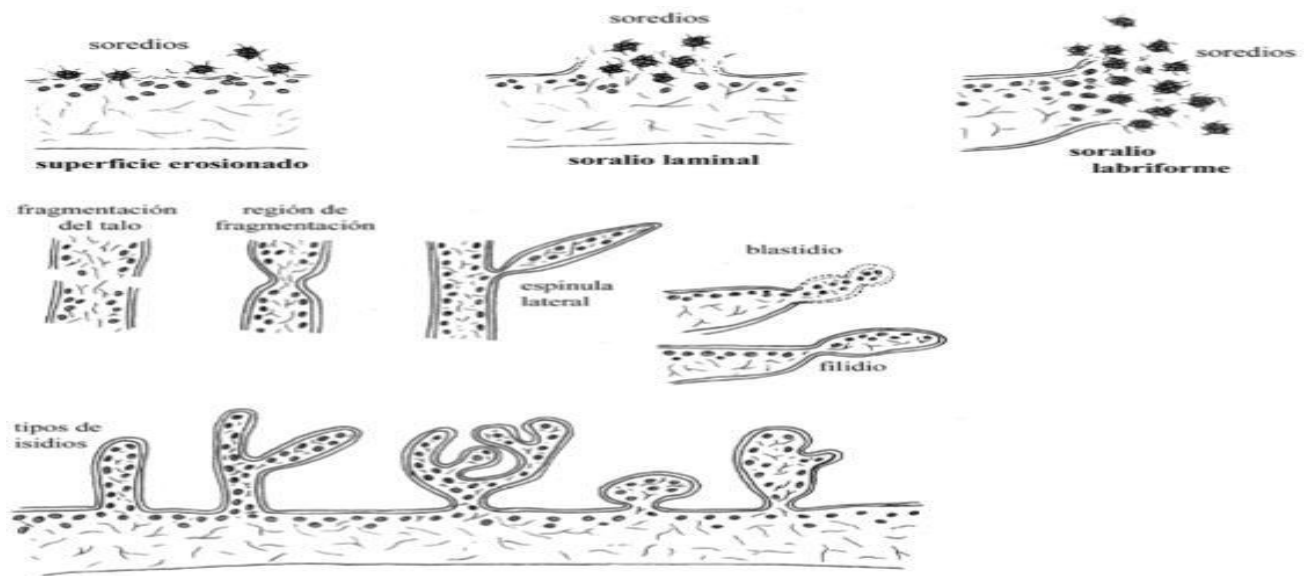
- Nash III, T. H. 2008a.** Introduction. In Lichen biology. 2nd. ed., T. H. Nash III (ed.). Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York. p. 1-8.
- Nash III, T. H. 2008b.** Nitrogen, its metabolism and potential contribution to ecosystems. In Lichen biology. 2nd. ed., T. H. Nash III (ed.). Cambridge University Press. Cambridge y Nueva York. p. 216-233.
- Nash III, T. H. 2008c.** Nutrients, elemental accumulation, and mineral cycling. In Lichen biology. 2nd. ed., T. H. Nash III (ed.). Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York. p. 234-251.
- Nash III, T. H., B. D. Ryan, C. Gries y F. Bungartz (eds.). 2002.** Lichen flora of the greater Sonoran Desert Region. Vol. I. Lichens Unlimited. Thomas-Shore, Inc. Dexter. 532 p.
- Nash III, T. H., B. D. Ryan, P. Diederich, C. Gries y F. Bungartz (eds.). 2004.** Lichen flora of the greater Sonoran Desert Region. Vol. II. Lichens Unlimited. Thomas-Shore, Inc. Dexter. 142 p.
- Nash III, T. H., C. Gries y F. Bungartz (eds.). 2007.** Lichen flora of the greater Sonoran Desert Region. Vol. III. Lichens Unlimited. Thomas-Shore, Inc. Dexter. 567 p.
- Pereira, E. C. 1998.** Lichens from northeast Brazil: studies and applications. In Marcelli, M. P. y M. R. D.Seaward. (eds.) Lichenology in Latin America. History, current knowledge and application. São Paulo: CETESB. pp 65-70.
- Requena-Lara, G.N., P.E. Ochoa- Sandoval, J.F. Morales-Pacheco, H.A. Garza-Torres, C. Zamora-Tovar, C.E. González-Romo, A. Guerra-Pérez, J.I.**

- Manzano-Banda y J. Treviño-Carreón. 2020.** Distribución y condiciones ecogeográficas del bosque relicto de Abies en zonas montañosas de Tamaulipas. Instituto Politecnico Nacional. Núm. 49: 50-73 México.
- Richard, C. Harris, 1990.** Some Florida Lichens. The New York Botanical Garden Bronx, Ny 10458-5126, U.S.A.
- Richardson, D. H. S. 1988.** Medicinal and other economic aspects of lichens. En: Galun, M. (ed.). CRC Handbook of Lichenology, Volume III: 93–108. CRC Press, Boca Raton.
- Ryan, B. D., T. H. Nash III y M. A. Herrera-Campos. 1996.** Catalog of the Lichens and Lichenicolous Fungi of Mexico.
- Rzedowski, J. 2006.** Vegetación de México. (Primera). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Seaward, M. R. D. 2008.** Environmental role of lichens. In Lichen biology. 2nd. ed., T. H. Nash III (ed.). Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York. p. 274-298.
- Spribille T, Tuovinen V, Resl P, Vanderpool D, Wolinski H, Aime MC, Schneider K, Stabentheiner E, Toome-Heller M, Thor G, et al. 2016.** Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. Science. 353:488–492
- Tuovinen, V., S. Ekman, T. Göran, D. Vanderpool, T. Spribille, H. Johannesson. 2019.** Two Basidiomycete Fungi in the Cortex of Wolf Lichens. Current Biology 29, 1–8

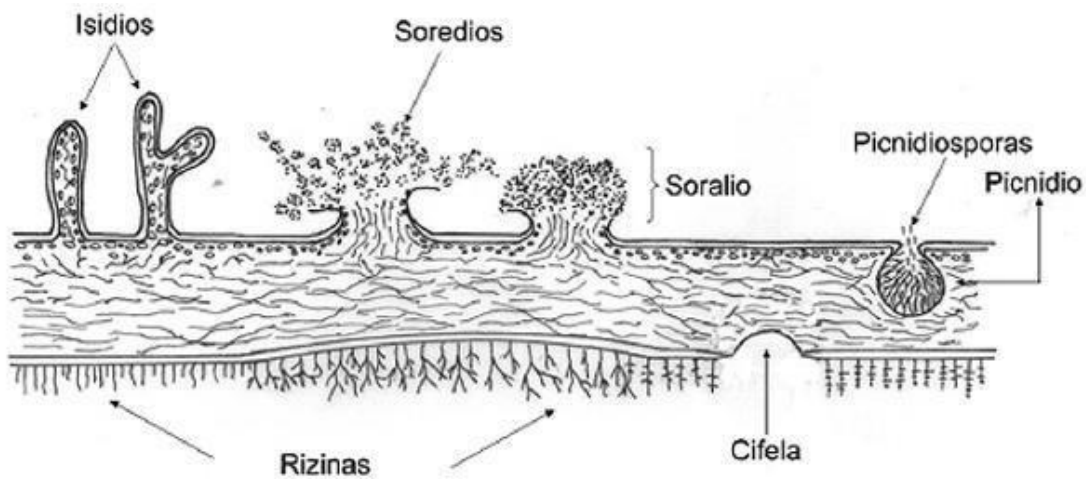
- Tuovinen, V., Millanes, A. M., Freire-Rallo S., Rosling A., Weding M. 2021.** Tremella macrobasidiata and Tremella Variae have abundant and widespred yeast stages in Lecanora Lichens. Enviromental Microbiologi 23 (5), 2484-2498.
- William A. Weber, 1977.** A New Species of Psora (Lichenes: Lecideaceae) from Texas and Mexico. University of Colorado Museum, Boulder, Colorado 80309. Mycotaxon, Vol. VI, No. 1, pp. 178-180.
- Wirth, Michael and Hale, Mason E., Jr. 1963.** The Lichen Family Graphidaceae in Mexico. in Lichens/Algae, 63–119. Contributions from the United States National Herbarium. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Yoshimura, I. 1984.** Taxonomics Studies on Lobaria crenulata and its Allies. Journ. Hattori Bot. lab. No. 57: 97-126 pp.

11. ANEXOS

11.1. Morfología de estructuras de reproducción de tipo asexual.

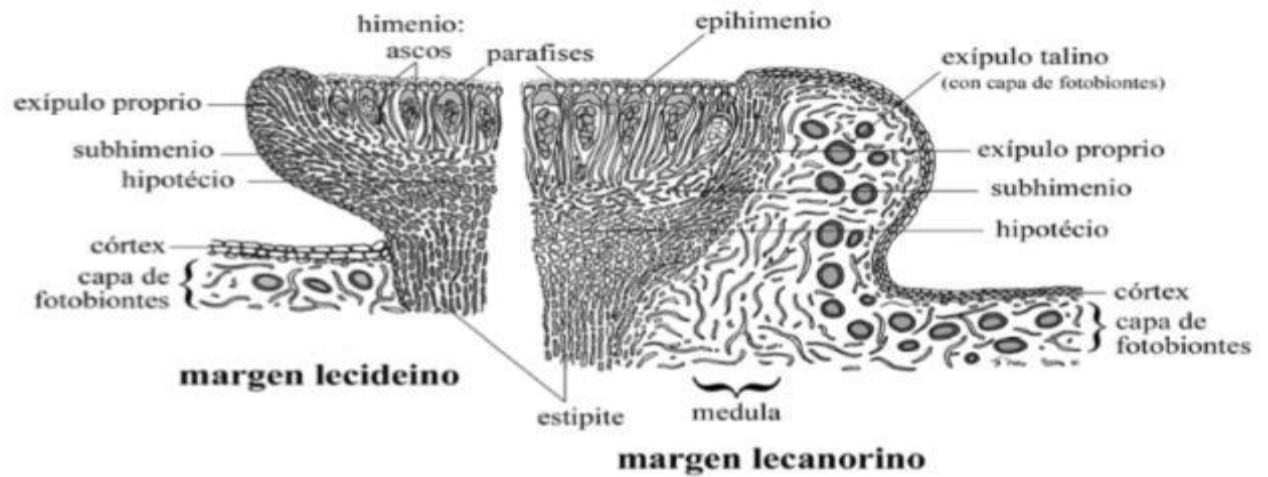


Bungartz *et al.* 2013.

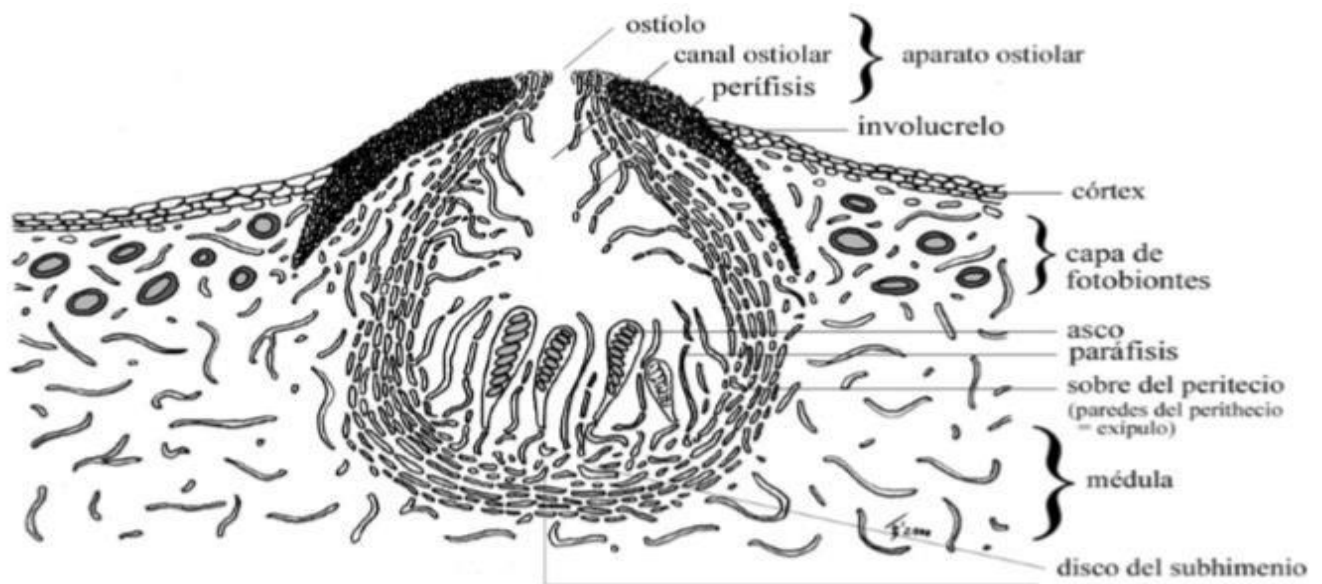


Esquema del corte de un liquen, indicando: isidios, soredios, soralios, picnidiosporas, picnidios, rizinas y cifela (Álvarez y Guzmán-Davalos 2009).

11.1.1. Morfología de estructuras de reproducción de tipo sexual.



Esquema para diferenciar los dos tipos principales de apotecios: margen lecideino y margen lecanorino (Bungartz *et al.* 2013).



Morfología y estructura de un peritecio (Bungartz *et al.* 2013).

11.1.2. Listado taxonómico preliminar de líquenes y hongos asociados para el Estado de Tamaulipas.

Los líquenes recolectados e identificados durante el presente estudio están enunciados en negrita, los nuevos registros de líquenes para Tamaulipas están enunciados en negrita y *, los nuevos registros para México están en negrita y **. En cursiva aquellos registrados en la base de datos del CNALH (2024), la base de datos del Herbario Nacional (MEXU), la base de datos del trabajo de García-Jiménez *et al.* (2024), y en los trabajos de Hernández *et al.* (1951), Wirth & Hale (1963), Hale (1975, 1976), Weber (1977), Coutiño & Mojica (1982), Yoshimura (1984), Ahti (2000), Pérez-Pérez & Nash (2010), Barcenás-Peña (2016), Herrera-Campos *et al.* (2016, 2014), Guerrero-Martínez (2022), (tabla 5).

Tabla 5. Listado taxonómico de líquenes y hongos asociados del Estado de Tamaulipas.

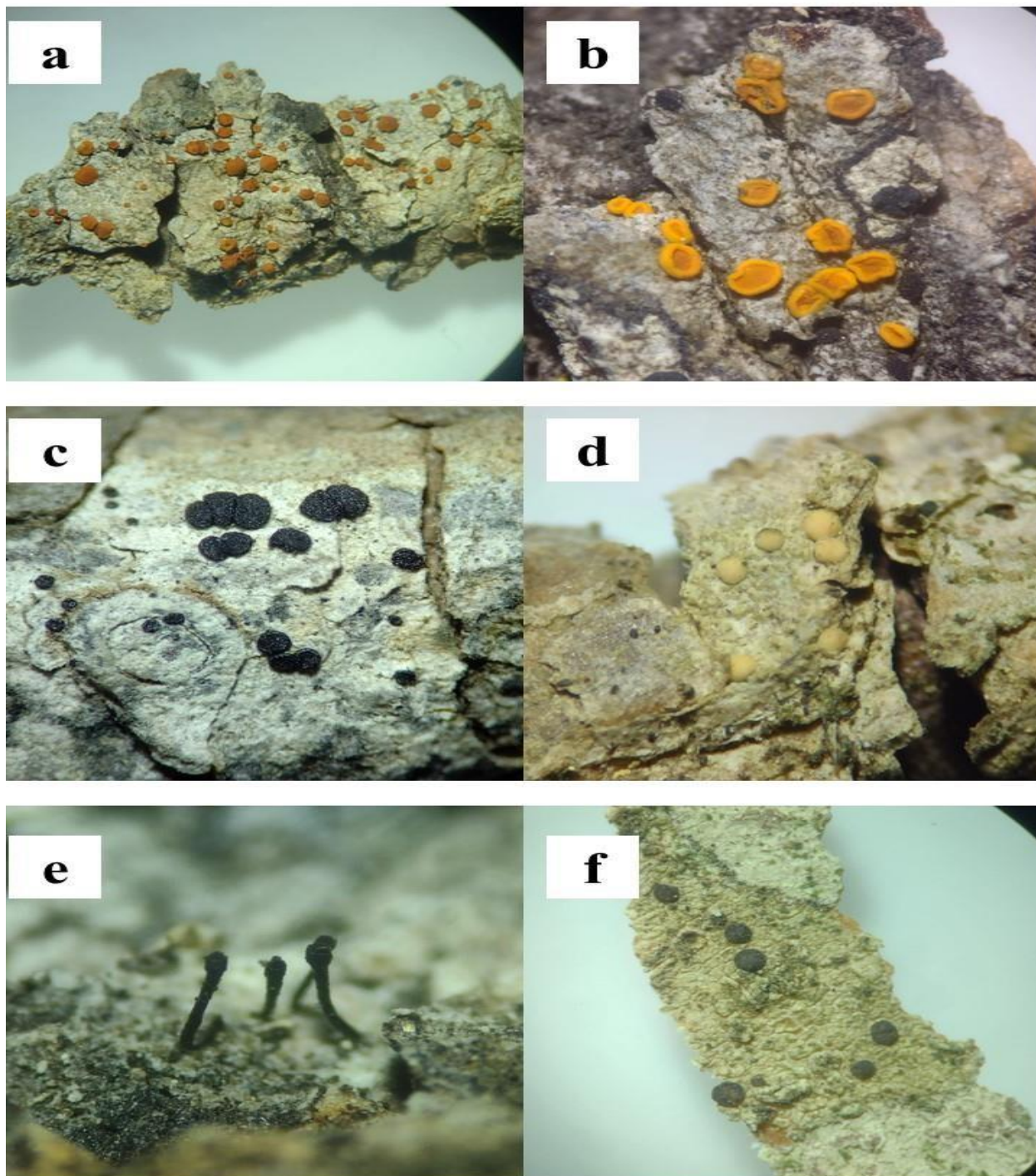
Especie	Especie
<i>Alectoria lata</i> (Taylor) Linds.	<i>Ochrolechia androgyna</i> (Hoffm.) Arnold *
<i>Allographa acharii</i> (Fée) Lücking & Kalb	<i>Opegrapha astraea</i> Tuck.
<i>Allographa inturgescens</i> (Kremp.) Lücking & Kalb	<i>Pannaria tavaresii</i> P.M. Jørg.
<i>Allographa mexicana</i> (Hale) Lücking & Kalb	<i>Pannaria rubiginosa</i> (Ach.) Delise
<i>Allographa rufopallida</i> (Vain.) Lücking & Kalb	<i>Phaeographina caesiopruinosa</i> (Feé) Müll. Arg.
<i>Allographa subamylacea</i> (Zahlbr.) Lücking & Kalb	<i>Phaeographis dendritica</i> (Ach.) Müll. Arg.
<i>Architrypethelium barrerae</i> Guzm.-Guill. & Llar.-Hern.	<i>Phaeographis lobata</i> (Eschw.) Müll. Arg.
<i>Arthonia conturbata</i> Nyl.	<i>Phaeographis spondaica</i> (Nyl.) Lücking
<i>Arthonia oxytera</i> Nyl.	<i>Phlyctis boliviensis</i> Nyl.
<i>Arthonia platygraphidea</i> Nyl.	<i>Physcia americana</i> G. Merr. *
<i>Abrothallus hypotrachynae</i> Etayo & Diederich	<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.
<i>Abrothallus usneae</i> Rabenh	<i>Physcia neogaea</i> R.C. Harris
<i>Arthonia platyspiela</i> Nyl.	<i>Parmotrema austrosinense</i> (Zahlbr.) Hale
<i>Arthonia pyrruliza</i> Nyl.	<i>Parmotrema cetratum</i> (Ach.) Hale
<i>Arthothelium mesoleucum</i> (Nyl.) Müll.Arg.	<i>Parmotrema crinitum</i> (Ach.) Choisy
<i>Athallia holocarpa</i> (Hoffm.) Arup, Frödén & Søchting *	<i>Parmotrema cristiferum</i> (Taylor) Hale
<i>Athallia pyracea</i> (Ach.) Arup, Frödén & Søchting **	<i>Parmotrema dilatatum</i> (Vain.) Hale
<i>Astrothelium degenerans</i> (Vain.) Aptroot & Lücking	<i>Parmotrema eciliatum</i> (Nyl.) Hale
<i>Bacidia heterochroa</i> (Müll. Arg.) Zahlbr.	<i>Parmotrema euryacum</i> (Hue) Hale
<i>Bacidina phacodes</i> (Körb.) Vězda *	<i>Parmotrema gardneri</i> (Dodge) Serus.
<i>Bagliettoa marmorea</i> (Scop.) Gueidan & Cl. Roux	<i>Parmotrema hypotropum</i> (Nyl.) Hale
<i>Bionectria grammicospora</i> (Ferd. & Winge) Schroers & Samuels	<i>Parmotrema leucosemothetum</i> (Hue) Hale
<i>Bionectria ochroleuca</i> (Schwein.) Schroers & Samuels	<i>Parmotrema margaritatum</i> (Hue) Hale *
<i>Blastenia ferruginea</i> (Huds.) A. Massal.	<i>Parmotrema mellissii</i> (C.W. Dodge) Hale
<i>Brigantiaea leucoxantha</i> (Spreng.) R. Sant. & Hafellner	<i>Parmotrema neodiffRACTAICUM</i> Egan
<i>Buellia bispora</i> (Sheard) Brodo & Sheard	<i>Parmotrema nyasense</i> (C.W. Dodge) R.S. Egan
<i>Buellia trachyspora</i> Vain.	<i>Parmotrema perforatum</i> (Jacq.) A. Massal.
<i>Bulbothrix laviegateula</i> (Nyl.) Hale	<i>Parmotrema praesorediosum</i> (Nyl.) Hale
<i>Abrothallus chrysanthus</i> Stein	<i>Parmotrema preperforatum</i> (W.L. Culb.) Hale
<i>Coccocarpia palmicola</i> (Spreng.) Arv. & D.J. Galloway	<i>Parmotrema reticulatum</i> (Taylor) M. Choisy
<i>Clavascidium lacinulatum</i> (Ach.) M. Prieto	<i>Parmotrema rigidum</i> (Lyngé) Hale *
<i>Coccocarpia erythroxyli</i> (Spreng.) Swinscow & Krog	<i>Parmotrema sancti-angeli</i> (Lyngé) Hale
<i>Cladonia ceratophylla</i> (Sw.) Spreng.	<i>Parmotrema subcaperatum</i> (Kremp.) Hale
<i>Canoparmelia raunkiaeri</i> (Vain.) Elix & Hale	<i>Parmotrema subsidiosum</i> (Müll. Arg.) Hale & Fletcher
<i>Canoparmelia tamaulipensis</i> T.H. Nash & R.E. Perez-Perez	<i>Parmotrema submarginale</i> (Michx.) DePriest & B.W. Hale
<i>Acanthothecis peplophora</i> (M. Wirth & Hale) E.A. Tripp & Lendemer	<i>Parmotrema subtinctorum</i> (Zahlbr.) Hale

<i>Cladonia didyma</i> (Fée) Vain.	<i>Parmotrema sulphuratum</i> (Nees & Flot.) Hale
<i>Cladonia furcata</i> (Huds.) Schrader	<i>Parmotrema tinctorum</i> (Delise ex Nyl.) Hale
<i>Calicium abietinum</i> Pers.	<i>Parmotrema ultralucens</i> (Krog) Hale
<i>Calicium hyperelloides</i> Nyl.	<i>Parmotrema xathinum</i> (Müll. Arg.) Hale
<i>Calicium salicinum</i> Pers.	<i>Peltigera canina</i> (L.) Willd.
<i>Calicium trabinellum</i> (Ach.) Ach.	<i>Pertusaria macounii</i> (I.M. Lamb) Dibben **
<i>Caloplaca aphanotripta</i> (Nyl.) Zahlbr.	<i>Pertusaria ostiolata</i> Dibben *
<i>Crocodia aurata</i> (Ach.) Link	<i>Pertusaria thwaitesii</i> Müll. Arg. **
<i>Cetrelia olivetorum</i> (Nyl.) Culb. & C. Culb. *	<i>Pertusaria wulfenoides</i> B. de Lesd.
<i>Caloplaca brouardii</i> (B. de Lesd.) Zahlbr.	<i>Phaeocalicium polyporaenum</i> (Nyl.) Tibell
<i>Caloplaca eugyra</i> (Tuck.) Zahlbr.	<i>Phaeocalicium populneum</i> (Brond. ex Duby) A.F.W. Schmidt
<i>Caloplaca floridana</i> (Tuck.) S. Tucker *	<i>Phyllopsora parvifolia</i> (Pers.) Müll
<i>Caloplaca saxicola</i> (Hoffm.) Nordin	<i>Polyblastidium hypoleucum</i> (Ach.) Kalb
<i>Canoparmelia caroliniana</i> (Nyl.) Elix & Hale	<i>Polycauliona polycarpa</i> (Hoffm.) Frödén, Arup, & Söchting
<i>Canoparmelia crozalsiana</i> (de Lesd.) Elix & Hale	<i>Pseudevernia cladonia</i> (Tuck.) Hale & Culb.
<i>Canoparmelia cryptochlorophaea</i> (Hale) Elix & Hale	<i>Pseudevernia consocians</i> (Vain.) Hale & Culb.
<i>Collema pulcellum</i> Ach.	<i>Pseudevernia intensa</i> (Nyl.) Hale & Culb.
<i>Coenogonium luteum</i> (Dicks.) Kalb & Lücking *	<i>Pseudoparmelia cubensis</i> (Nyl.) Elix & Nash
<i>Canoparmelia texana</i> (Tuck.) Elix & Hale	<i>Pseudoparmelia uleana</i> (Müll. Arg.) Elix & Nash.
<i>Cladia aggregata</i> (Sw.) Nyl.	<i>Psora crenata</i> (Taylor) Reinke
<i>Dermatocarpon miniatum</i> (L.) W. Mann	<i>Psora decipiens</i> (Hedw.) Hoffm.
<i>Diorygma confluens</i> (Fée) Kalb, Staiger & Elix	<i>Punctelia bolliana</i> (Müll. Arg.) Krog
<i>Diorygma poitaei</i> (Fée) Kalb, Staiger & Elix	<i>Punctelia borrieri</i> (Sm.) Krog
<i>Diorygma pruinosum</i> (Eschw.) Kalb, Staiger & Elix	<i>Punctelia caseana</i> Lendemmer & Hodk.
<i>Dolichousnea longissima</i> (Ach.) Articus *	<i>Punctelia cedroensis</i> Egan & Elix
<i>Emmanuelia ravenelii</i> (Tuck.) Ant. Simon & Goffinet	<i>Punctelia graminicola</i> (B. de Lesd.) Egan
<i>Emmanuelia tenuis</i> (Vain.) Lücking, B. Moncada & Gumboski	<i>Punctelia hypoleucites</i> (Nyl.) Krog
<i>Enchylium polycarpon</i> (Hoffm.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin	<i>Punctelia rudecta</i> (Ach.) Krog
<i>Endocarpon pusillum</i> Hedwig	<i>Punctelia semansiana</i> (Culb. & C. Culb.) Krog *
<i>Erythricium aurantiacum</i> (Lasch) D. Hawksw. & A. Henric	<i>Punctelia subrudecta</i> (Nyl.) Krog *
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale.	<i>Pyrenula astroidea</i> (Fée) R.C. Harris
<i>Flavoparmelia rutiddota</i> (Hook. f. & Taylor) Hale	<i>Pyrenula leucostoma</i> Ach.
<i>Flavopunctelia flaventior</i> (Stirton) Hale *	<i>Pyrenula subpraelucida</i> Müll. Arg.
<i>Flavopunctelia praesignis</i> (Nyl.) Hale	<i>Ramalina sharpii</i> Rundel
<i>Flavopunctelia soledica</i> (Nyl.) Hale *	<i>Ramalina soledianta</i> Nyl.
<i>Glyphis cicatricosa</i> Ach.	<i>Ramalina usnea</i> (L.) R. Howe
<i>Glyphis substriatula</i> (Nyl.) Staiger	<i>Ramalina intermedia</i> (Delise ex Nyl.) Nyl. *
<i>Gomphillus americanus</i> Essl.	<i>Ramalina leptocarpha</i> Tuck *
<i>Gomphillus calycioides</i> (Delise ex Duby) Nyl.	<i>Ramalina reducta</i> Krog & Swinscow *
<i>Graphina hiascens</i> (Fée) Müll. Arg.	<i>Ramalina celastri</i> (Sprengel) Krog & Swinscow
<i>Graphina pringlei</i> Zahlbr.	<i>Ramalina americana</i> Hale *
<i>Graphina triangularis</i> Zahlbr	<i>Roselliniella cladoniae</i> (Anzi) Matzer & Hafellner
<i>Graphis caesiella</i> Vain.	<i>Ricasolia quercizans</i> (Michx.) Stizenb.
<i>Graphis cf. adpressa</i> Vain.	<i>Syncesia psaroleuca</i> (Nyl.) Tehler
<i>Graphis cf. syzygii</i> Aptroot	<i>Sphinctrina anglica</i> Nyl.
<i>Graphis chlorotica</i> A. Massal.	<i>Sphinctrina tubaeformis</i> A. Massal.
<i>Graphis consanguinea</i> (Mül. Arg.) Lücking	<i>Stenocybe major</i> Nyl. ex Körb.
<i>Graphis furcata</i> Fée	<i>Sclerococcum ricasoliae</i> (Vouaux) Flakus, Rodr. Flakus & Etayo
<i>Graphis glauconigra</i> Vain.	<i>Sarcogyne regularis</i> Körb.
<i>Graphis parilis</i> Kremp.	<i>Sarcogyne wheeleri</i> K. Knudsen, J.N.Adams, Kocourk. & Y.Wang
<i>Graphis parilis</i> Kremp.	<i>Solorina saccata</i> (L.) Ach.
<i>Graphis proserpens</i> Vain.	<i>Sticta fuliginosa</i> (Hoffm.) Ach
<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	<i>Sticta weigeli</i> (Ach.) Vain.
<i>Graphis subradiata</i> (Nyl.) Lücking	<i>Squamulea galactophylla</i> (Tuck.) Arup, Söchting & Frödén
<i>Gyalideopsis mexicana</i> Tretiach, Giralte & Vezda	<i>Sarea difformis</i> (Fr.) Fr.
<i>Helminthocarpon leprevostii</i> Fée	<i>Teloschistes chrysophthalmus</i> (L.) Th. Fr.

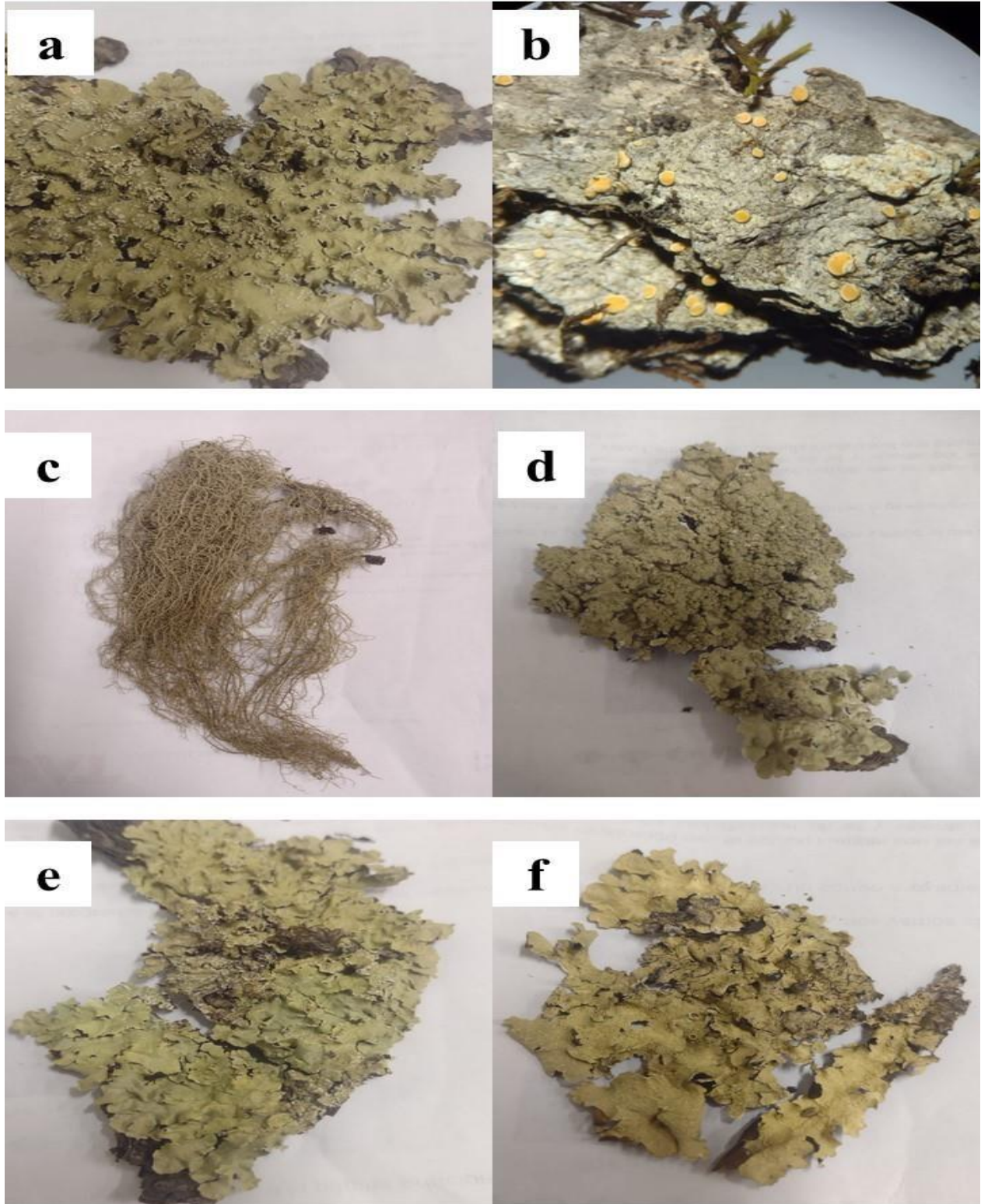
<i>Herpothallon rubrocinctum</i> (Ehrenb.: Fr.) Aptroot, Lücking & G. Thor.	<i>Teloschistes exilis</i> (Michx.) Vain.
<i>Heterocyphellium leucampyx</i> (Tuck.) Vain.	<i>Teloschistes flavicans</i> (Sw.) Norman
<i>Heterodermia crocea</i> R.C. Harris	<i>Trichonectria usneicola</i> Etayo
<i>Heterodermia echinata</i> (Taylor) Culb.	<i>Tremella cladoniae</i> Diederich & M.S. Christ.
<i>Heterodermia speciosa</i> (Wulfen) Trevis.	<i>Tremella parmeliarum</i> Diederich
<i>Hypotrachyna bogotensis</i> (Vain.) Hale	<i>Usnea angulata</i> Ach.
<i>Hypotrachyna brevihiza</i> (Kurok.) Hale.	<i>Usnea baileyi</i> (Stirt.) Zahlbr
<i>Hypotrachyna croceopustulata</i> (Kurok.) Hale	<i>Usnea brasiliensis</i> (Zahlbr.) Motyka
<i>Hypotrachyna dactylifera</i> (Vain.) Hale	<i>Usnea ceratina</i> Ach.
<i>Hypotrachyna dentella</i> (Hale & Kurok.) Hale	<i>Usnea cirrosa</i> Motyka
<i>Hypotrachyna exsecta</i> (Taylor) Hale	<i>Usnea cladocarpa</i> Fée
<i>Hypotrachyna imbricatula</i> (Zahlbr.) Hale	<i>Usnea cornuta</i> Körb.
<i>Hypotrachyna livida</i> (Taylor) Hale	<i>Usnea dasaea</i> Stirton
<i>Hypotrachyna neocrenata</i> Elix, T.H. Nash & Sipman	<i>Usnea dasopoga</i> (Ach.) Nyl.
<i>Hypotrachyna pustulifera</i> (Hale) Skorepa	<i>Usnea entviolata</i> Motyka
<i>Hypotrachyna vexans</i> (Zahlbr. ex W.L. Culb. & C.F. Culb.) Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix & Lumbsch	<i>Usnea erinacea</i> Vain.
<i>Jocatoa agminalis</i> (Nyl.) Lücking, Herrera-Camp. & R.Miranda	<i>Usnea firma</i> Motyka
<i>Lecanora caesiorubella</i> Ach. *	<i>Usnea flavocardia</i> Räsänen
<i>Lecanora hybocarpa</i> (Tuck.) Brodo	<i>Usnea fragilescens</i> Hav. ex Lynge
<i>Lepra albescens</i> (Huds.) Hafellner *	<i>Usnea halei</i> P. Clerc
<i>Lepra hypothamnolica</i> (Dibben) Lendemer & R.C. Harris **	<i>Usnea malmei</i> Motyka
<i>Leptogium corticola</i> (Taylor) Tuck.	<i>Usnea merrillii</i> Motyka
<i>Leptogium saturninum</i> (Dickson) Nyl. *	<i>Usnea rubicunda</i> Stirton
<i>Leucodecton glaucescens</i> (Nyl.) Frisch	<i>Usnea strigosa</i> (Ach.) Eaton
<i>Leucodermia appalachensis</i> (Kurok.) Kalb	<i>Usnea subgracilis</i> Vain.
<i>Leucodermia guzmaniana</i> Guzmán-Guillermo, Díaz-Escandón & Medel	<i>Usnea subscabrosa</i> Nyl. ex Motyka
<i>Leucodermia leucomelos</i> (L.) Kalb	<i>Usnea vitrea</i> P. Clerc & Herrera-Camp.
<i>Lichenocodium erodens</i> M.S. Christ. & D. Hawksw.	<i>Usnea hirta</i> (L.) Weber ex F.H. Wigg. *
<i>Lichenostigma maureri</i> Hafellner	<i>Usnea amblyoclada</i> (Müll. Arg.) Zahlbr. *
<i>Lobariella crenulata</i> (Hook.f.) Yoshim.	<i>Usnea espermantiana</i> Clerc
<i>Lobariella exonarta</i> (Zahlbr.) Yoshim.	<i>Usnea intermedia</i> s.l. (A. Massal.) Jatta
<i>Melaspilea lentiginosa</i> (Lydell ex Leigh) Müll. Arg.	<i>Xanthoparmelia pseudocongensis</i> Hale
<i>Mycocalicium albonigrum</i> (Nyl.) Fink	<i>Xanthomendoza weberi</i> (S.Y. Kondr. & Kärnefelt) L. Lindblom
<i>Mycocalicium ravenelii</i> (Tuck.) Fink	<i>Xanthoria elegans</i> (Link) Th. Fr.
<i>Mycocalicium subtile</i> (Pers.) Szat.	<i>Xanthopsorella texana</i> (W. A. Weber) Kalb & Hafellner
<i>Myelochroa aurulenta</i> (Tuck.) Elix & Hale	<i>Xenonectriella rugulatispora</i> Etayo
<i>Myelochroa lindmanii</i> (Lynge) Elix & Hale	<i>Zasmidium citri</i> (Whiteside) Crous
<i>Nigrovothelium tropicum</i> (Ach.) Lücking, M.P. Nelsen & Aptroot	<i>Zythia resinae</i> (Ehrenb.) P. Karst.
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.	

11.2. Anexo fotográfico

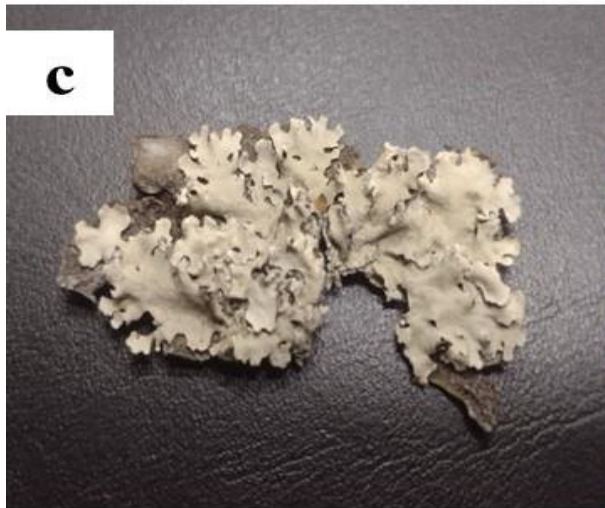
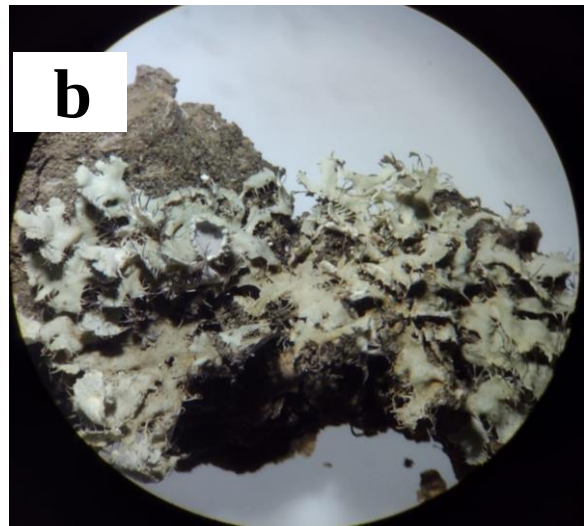
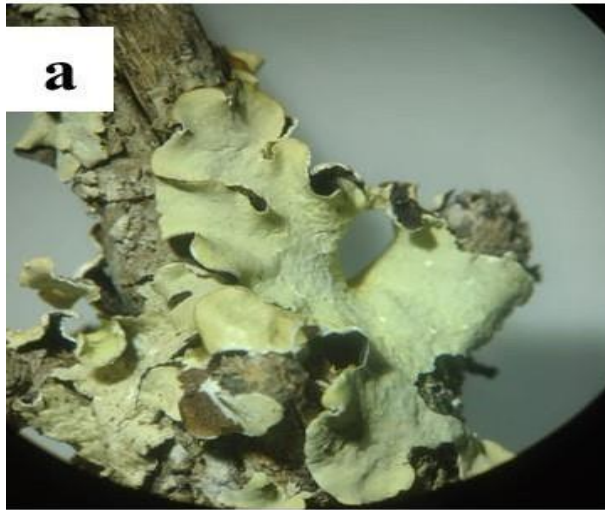
11.2.1. Láminas de las especies de líquenes determinadas



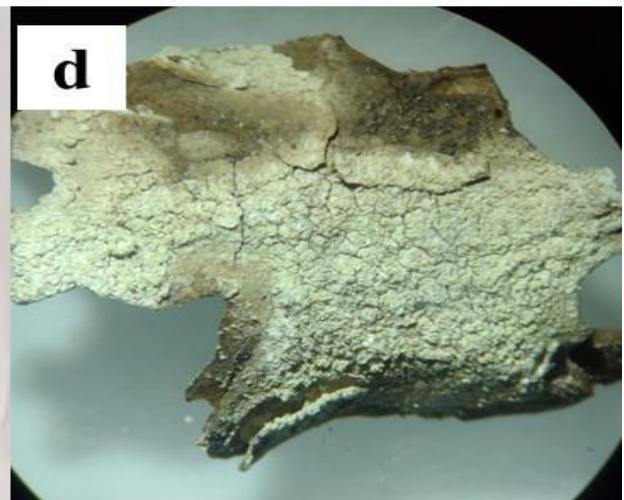
Lamina 1. a) *Athallia holocarpa*, b) *Athallia pyracea*, c) *Bacidia heterochroa*, d) *Bacidina phacodes*, e) *Calicium abietinum*, f) *Caloplaca floridana*.



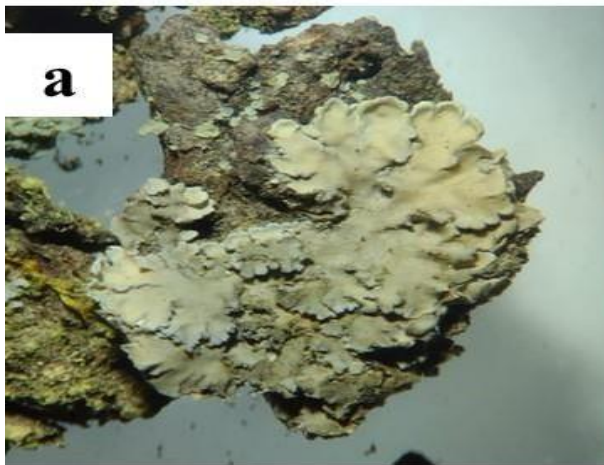
Lamina 2. a) *Cetrelia olivetorum*, b) *Coenogonium luteum*, c) *Dolichousnea longissima*, d) *Flavoparmelia caperata*, e) *Flavopunctelia flaventior*, f) *Flavopunctelia praesignis*.



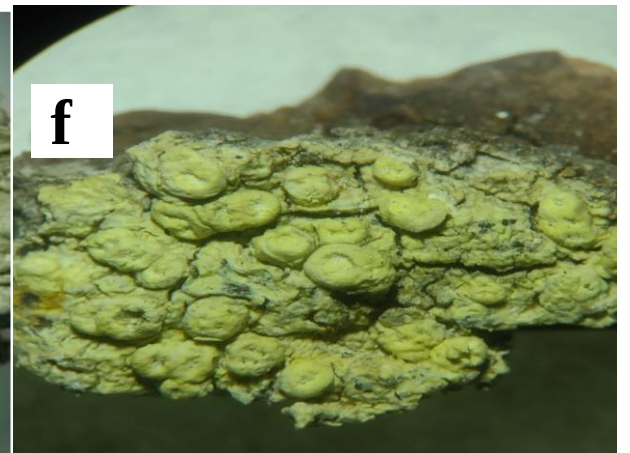
Lamina 3. a) *Flavopunctelia soledica*, b) *Heterodermia echinata*, c) *Hypotrachyna brevirostris*, d) *Lecanora hybocarpa*, e) *Lecanora caesiorubella*, f) *Leucodermia leucomelos*.



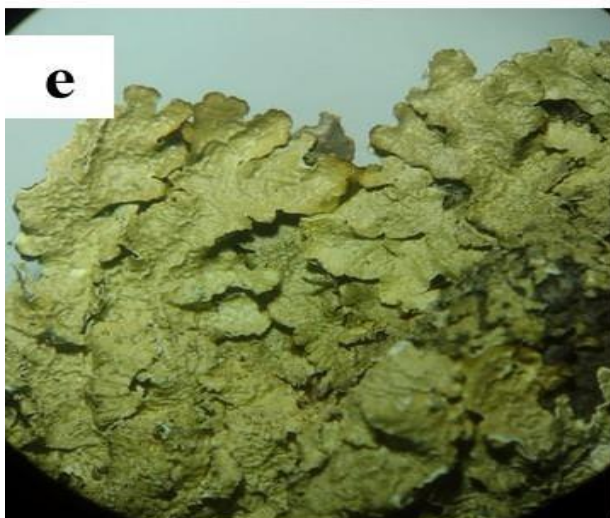
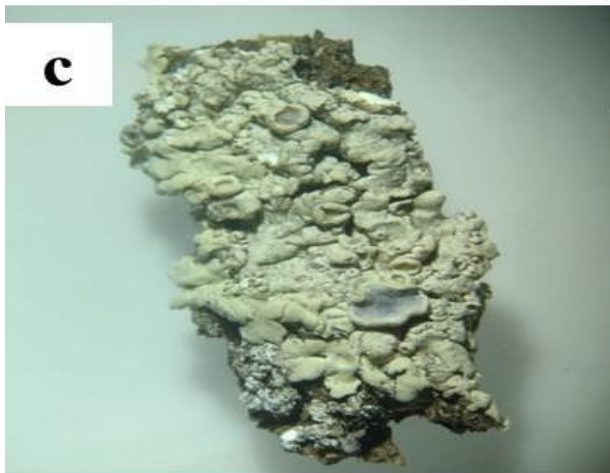
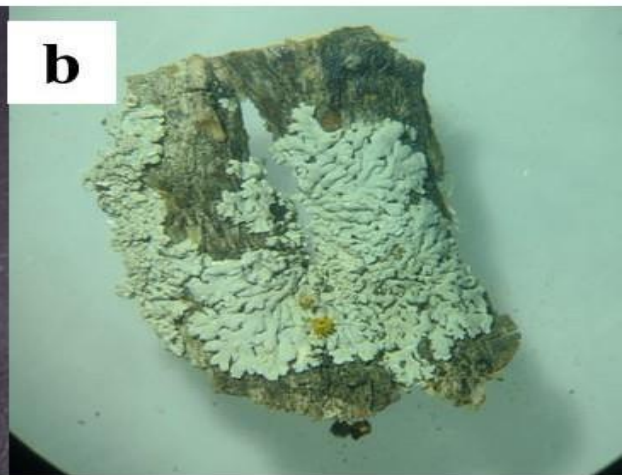
Lamina 4. a) *Leucodermia appalachensis*, b) *Leptogium saturninum*, c) *Lepra albecens*, d) *Lepra hypothamnolica*, e) *Normandina pulchella*, f) *Ochrolechia androgyna*.



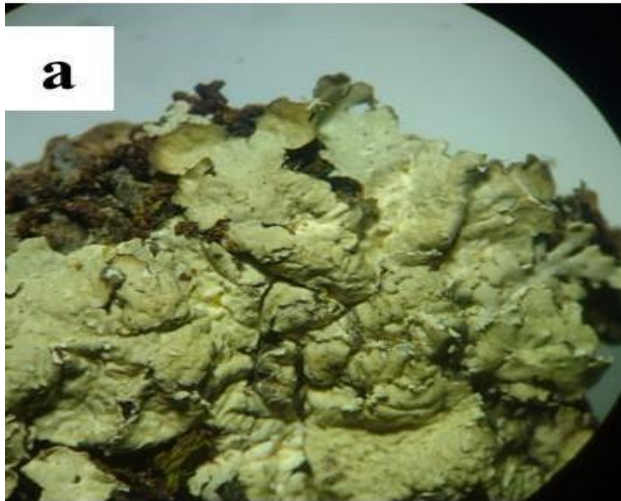
Lamina 5. a) *Pannaria tavaresii*, b) *Pannaria rubiginosa*, c) *Parmotrema submarginale*, d) *Parmotrema hypotropum*, e) *Parmotrema rigidum*, f) *Parmotrema cetratum*.



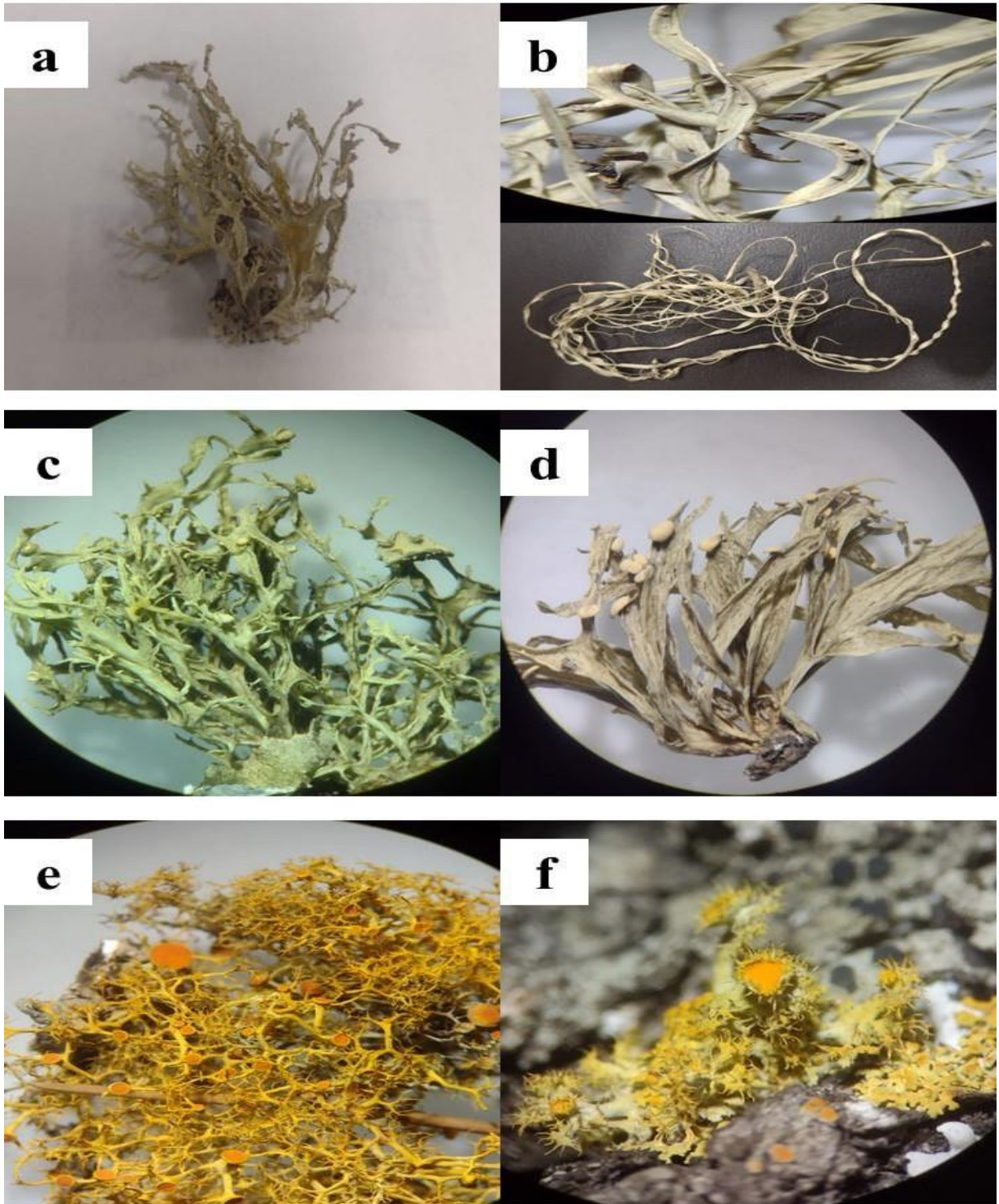
Lamina 6. a) *Parmotrema reticulatum*, b) *Parmotrema margaritatum*, c) *Parmotrema tinctorum*, d) *Pertusaria ostiolata*, e) *Pertusaria thwaitesii*, f) *Pertusaria macounii*.



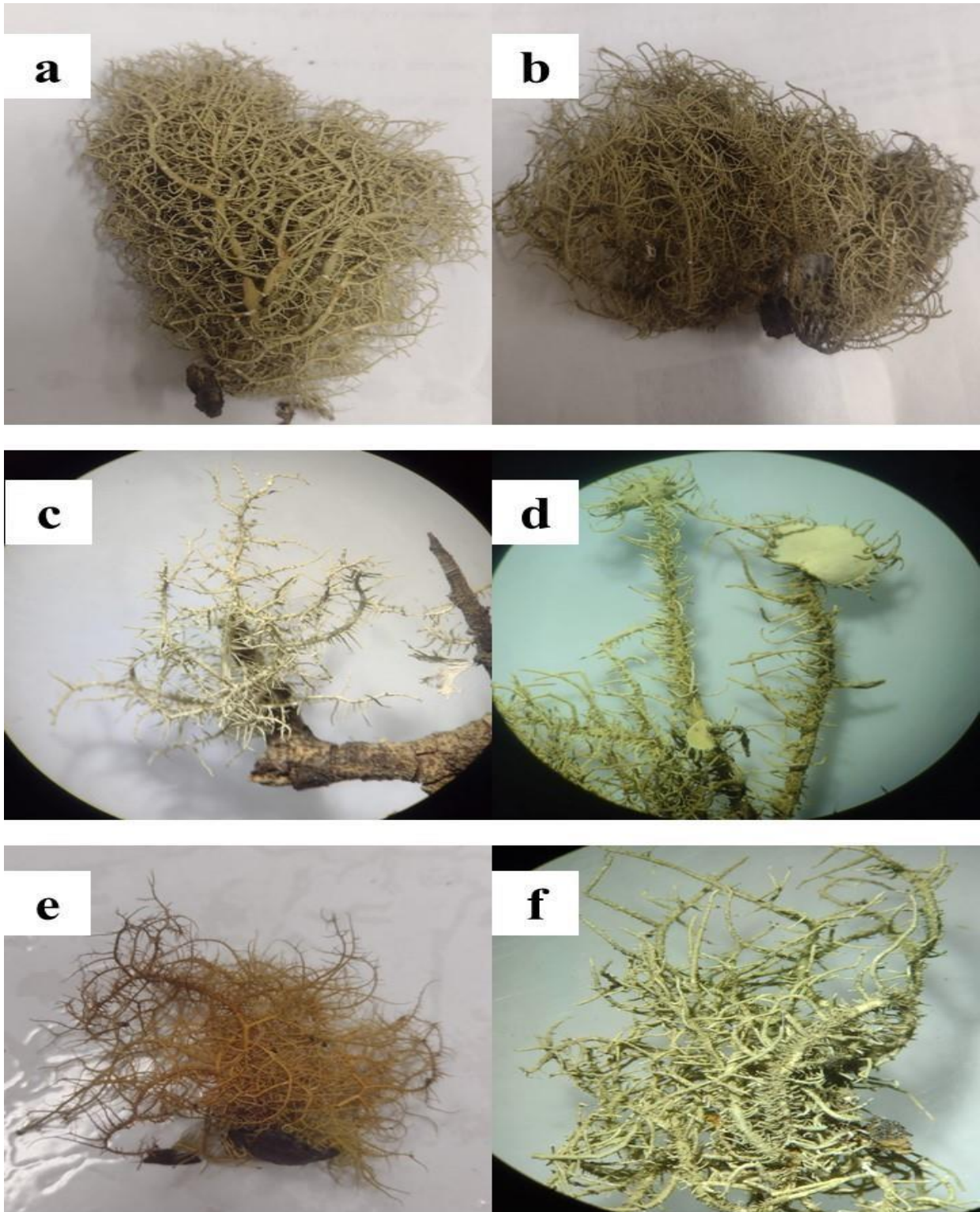
Lamina 7. a) *Physcia stellaris*, b) *Physcia americana*, c) *Physcia neogaea*, d) *Polyblastidium hypoleucum*, e) *Punctelia rudecta*, f) *Punctelia hypoleucites*.



Lamina 8. a) *Punctelia subrudecta*, b) *Punctelia semansiana*, c) *Pseudevernia intensa*, d) *Pseudevernia consocians*, e) *Ramalina rudecta*, f) *Ramalina celastri*.



Lamina 9. a) *Ramalina intermedia*, b) *Ramalina sharpii*, c) *Ramalina americana*, d) *Ramalina leptocarpa*, e) *Teloschistes exilis*, f) *Teloschistes chrysophthalmus*.



Lamina 10. a) *Usnea fragile*, b) *Usnea subgracilis*, c) *Usnea hirta*, d) *Usnea cirrosa*, e) *Usnea rubicunda*, f) *Usnea espermantiana*.



Lamina 11. a) *Usnea amblyoclada*.

11.2.2 Imágenes de los sitios de muestreo y su comunidad vegetal



Localidad, Km 2, camino Ej. La Peña-Aserradero, Matorral rosetófilo.



Localidad, Km 6, camino Ej. La Peña-Aserradero, bosque de *Pinus cembroides* (piñonero).



Localidad, Km 12, camino Ej. La Peña-Aserradero, bosque de *Quercus-Pinus*.



Localidad, Km 15, camino Ej. La Peña-Aserradero, bosque de *Pinus-Quercus*.



Localidad, Km 18, camino Ej. La Peña-Aserradero, bosque de *Pinus*.