



**Universidad Nacional Autónoma de México**

---

**Facultad de Estudios Superiores Iztacala**

Laboratorio de Árboles y Arbustos

**Macrolíquenes Corticícolas del  
Bosque de Encino del Parque  
Estatad Sierra de Guadalupe,  
Estado de México.**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

P R E S E N T A

**Ruiz Cazares Aline Graciela.**

Directora de Tesis: Dra. Silvia Romero Rangel.

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México

Agosto 2016.





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## 1. AGRADECIMIENTOS.

Le doy gracias a Dios por darme tantas bendiciones en la vida, por guiarme por el camino que me ha conducido a la persona que soy hoy en día, por llevarme por el camino del bien y enseñarme de la honradez y del respeto; le doy las gracias por darme la familia que tengo, por darme a mi “Ma’ Graciela” tan bondadosa que siempre me ha dado ánimos para continuar en la vida, ánimos para esforzarme un poco más cada vez y no darme por vencida ante los tropiezos que me he encontrado, la cual admiro y me llena de orgullo saber que es mi madre y le agradezco por todo lo que ha hecho por mi.

Le doy las gracias a Dios por los grandes amigos de la comunidad musulmana que ha puesto en mi camino que me han apoyado y me han enseñado a valorar las bondades de Dios y las dificultades que nos enseñan; le doy gracias a Dios por llevarme a estudiar en la suprema casa de estudios la UNAM y ser parte de la generación de biólogos de la FES Iztacala donde he conocido a muchas personas que me han enseñado y me han apoyado a lo largo de mi carrera; le doy gracias a Dios por permitirme conocer el Laboratorio de Árboles y Arbustos donde he conocido a personas excepcionales como la Doctora Silvia Romero Rangel a quien admiro y le agradezco por su apoyo con su conocimiento en el área de estudio y por su buen corazón que me dan ánimos y motivos para continuar en mi área de conocimiento.

Agradezco a Dios por darme a los amigos incondicionales que me han acompañado en mis aventuras y en mi travesía a lo largo de la carrera, por los amigos que se han quedado en el camino y por los que siguen en la lucha, por los que me acompañaron algún día y por los que siguen a mi lado.

Y más que nada le doy gracias a Dios por darme la vida y le pido llene de bendiciones mi vida y la vida de aquellas personas que me han apoyado y enseñado a lo largo del camino de esta aventura.

## **2. ÍNDICE.**

<b>1. Agradecimientos.</b> . . . . .	<b>2</b>
<b>2. Índice.</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>3. Resumen.</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>4. Introducción.</b> . . . . .	<b>7</b>
<b>5. Marco Teórico.</b> . . . . .	<b>9</b>
5.1. Los Líquenes. . . . .	9
5.1.1. Generalidades. . . . .	9
5.1.2. Morfología. . . . .	10
5.1.3. Estructuras de reproducción. . . . .	15
5.1.4. Otros elementos superficiales. . . . .	18
5.1.5. Importancia. . . . .	21
5.1.6. Como estudiar los líquenes. . . . .	21
5.2. Los Encinos. . . . .	24
5.2.1. Generalidades. . . . .	24
5.2.2. Importancia. . . . .	25
<b>6. Objetivos.</b> . . . . .	<b>26</b>
6.1. Objetivo general. . . . .	26
6.2. Objetivos particulares. . . . .	26
<b>7. Antecedentes.</b> . . . . .	<b>27</b>
7.1. Líquenes y su distribución en el mundo. . . . .	27
7.2. Líquenes y su distribución en México. . . . .	27
7.3. Líquenes y la preferencia de sustrato. . . . .	28
<b>8. Área de estudio.</b> . . . . .	<b>31</b>
<b>9. Métodos.</b> . . . . .	<b>34</b>
9.1. Trabajo de gabinete. . . . .	34
9.2. Delimitación del área de estudio. . . . .	34
9.3. Trabajo en campo. . . . .	36
9.4. Trabajo en laboratorio. . . . .	37
9.5. Presentación de resultados. . . . .	38
9.6. Análisis. . . . .	39
<b>10 Resultados y Análisis.</b> . . . . .	<b>40</b>

10.1 Líquenes. . . . .	40
10.1.1 Claves para macro-líquenes corticícolas del bosque de encino del Parque Estatal Sierra de Guadalupe. . . . .	41
10.1.2. Claves para especies y descripciones por género y especie de líquenes corticícolas del Parque Estatal Sierra de Guadalupe. . . . .	44
10.1.3. Láminas de las especies. . . . .	89
10.2 Forofitos. . . . .	102
10.2.1 Claves y descripciones para las especies de <i>Quercus</i> del Parque Estatal Sierra de Guadalupe. . . . .	102
<b>11 Discusión. . . . .</b>	<b>113</b>
11.1 Distribución de líquenes en la zona. . . . .	113
11.2 Interacción Líquen-Forofito. . . . .	115
<b>12 Conclusiones. . . . .</b>	<b>120</b>
<b>13 Recomendaciones. . . . .</b>	<b>120</b>
<b>14 Bibliografía. . . . .</b>	<b>121</b>
<b>15 Anexos. . . . .</b>	<b>127</b>

### 3. RESUMEN.

México al ser un país megadiverso le corresponde realizar estrategias para la conservación y el estudio de la biodiversidad; una de estas estrategias es la limitación de zonas de conservación para la preservación y el estudio de especies. Con el creciente interés en el estudio de los líquenes en el mundo y en particular en México y el desconocimiento de la diversidad que pueden tener lugares de preservación como el Parque Estatal Sierra de Guadalupe (PESG) y con la pérdida constante de diversidad de la zona, hace que el estudio de los líquenes en México y en particular del PESG, sea de vital importancia.

En el presente estudio se contribuyó al conocimiento de los líquenes corticícolas del bosque de encinos del PESG en las tres elevaciones más altas de la zona (Moctezuma, Picacho y El Fraile) en tres estratos altitudinales: el bajo de los 2,400-2,700 msnm, el medio de los 2,700-2,850 msnm y el alto de los 2,850-3,000 msnm; se analizaron seis factores del sustrato (forofito) que podrían influir en la distribución de los líquenes: la altura del árbol, el fuste, diámetro de copa, DAP, pH de la corteza y potencial de retención de agua (RH) de la corteza.

Se registraron 34 especies de líquenes para la zona de las cuales 28 son nuevos registros para el Estado de México (Sierra de Guadalupe) y uno es un probable nuevo registro para el país. De las especies colectadas, *Punctelia subrudecta* fue la mejor representada con 39 ejemplares; además, nueve especies se refieren como raras, pues solo se colectó un ejemplar de cada una en la zona de estudio. Se registraron ocho especies de encinos, de las cuales la mejor representada fue *Q. rugosa* con 36 ejemplares, la menos frecuente fue *Q. laeta* con solo un ejemplar. En seis de los ocho forofitos de la zona se muestrearon líquenes, la especie *Q. rugosa* fue la que presentó a todas las especies liquénicas de la zona incluyendo las especies raras.

Uno de los factores que influyeron en la distribución de los líquenes en la zona fue la altitud, ya que en el estrato alto fue donde se colectaron 30 de las especies liquénicas de la zona. El análisis del DAP y fuste de los forofitos indicó que no tienen una relación estadísticamente significativa con la riqueza liquénica de la zona, pues su relación fue débil; por otro lado, la altura del forofito sí mostró una relación fuerte, aunque no es estadísticamente significativa. El tamaño de copa del forofito tiene una relación fuerte y

es directamente proporcional y estadísticamente significativa con la riqueza líquénica. Los datos de pH y RH de las cortezas del forofito, tienen una relación débil y no son estadísticamente significativas con la riqueza de los líquenes de la zona.

Se recomienda ampliar los muestreos en la zona y enfocarse a una sola especie de forofito así como tomar las coberturas líquenicas y características microambientales y otras pruebas en las cortezas de los forofitos.

## 4. INTRODUCCIÓN.

La diversidad biológica es de suma importancia para la humanidad, ya que los ecosistemas nos proporcionan servicios ambientales esenciales para la vida como la captura y el almacenamiento de agua en acuíferos, lagos y ríos, la producción de alimentos a partir de los ecosistemas agrícolas y pecuarios, la posibilidad de extraer del medio silvestre productos útiles como medicinas y madera, la captura del bióxido de carbono, la estabilidad climática, el mantenimiento de suelos fértiles y el control de deslaves y arrastres masivos de suelo por el efecto de lluvias torrenciales. El conocimiento sobre la diversidad biológica nos permite hacer manejos de los ecosistemas de manera sustentable, aprovecharlos y conservarlos de modo que todos nos beneficiemos (CONABIO, 2000).

México al estar ubicado entre las regiones biogeográficas neártica y neotropical, cuenta con una accidentada topografía que genera una variedad de condiciones ambientales, que facilitan el establecimiento de distintos organismos, estas características permiten que el país tenga una reconocida megadiversidad. Es uno de los pocos países que cuenta con instituciones gubernamentales especializadas en la atención del tema, las cuales han impulsado la investigación y estudio de la diversidad biológica del país; además, posee una estrategia nacional que investiga, protege y conserva los diferentes componentes ecológicos (CONABIO, 2000; Toledo, 1994).

Con el fin de conservar la diversidad biológica en México, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas ha delimitado zonas de conservación del patrimonio natural del país. Un ejemplo de éstas es el Parque Estatal Sierra de Guadalupe (PESG), decretado así mediante el Proyecto de Conservación Ecológica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en 1978, con la finalidad de restaurar y mejorar la calidad ambiental en beneficio ecológico y de los asentamientos humanos adyacentes; sin embargo, el equilibrio ecológico de estas áreas especiales se encuentran en grave crisis, ya que las zonas naturales se han estado perdiendo como secuela del efecto antropogénico principalmente el saqueo y tala inmoderada de bosques; no obstante se considera que el PESG, a pesar de que cuenta con severos problemas de deterioro ambiental, goza de un estado de alteración media y aún se puede observar una diversidad importante de flora y fauna, por lo que es de vital importancia la



conservación del área de bosque de encino que se considera la zona núcleo del PEG (Balderas, 2005; Cedillo et al., 2007; CONANP, 2007-2012; Gaceta del Gobierno del Estado de México, 1996; Rojas, 2013; Villavicencio, 2007).

En estas zonas boscosas, se puede encontrar gran variedad de organismos epífitos como los líquenes que son componentes importantes de la biomasa del bosque y su remoción puede afectar la captación anual de nutrientes, ya que participan en la acumulación de agua y elementos como: nitrógeno, calcio, magnesio, sodio y cloro; en menor proporción se encuentran contaminantes atmosféricos como el óxido de azufre y metales pesados (Knops et al., 1996; Nash III, 2008a; Nash III, 2008b; Rzedowski, 2006).

Se sabe que los líquenes tienen especial preferencia por los encinos y que pueden llegar a ser selectivos al colonizar ciertas especies de árboles (forofitos) por la morfología y composición de sus cortezas; en México el 46% de las especies descritas se han colectado sobre cortezas y la mayoría de ellas se han colectado en bosques templados de encinos, sin embargo se desconoce las interacciones que podrían tener las especies líquénicas con sus forofitos (Estrabou y García, 1995; Estrabou, 2007; Hauck et al., 2001; Hauck et al., 2006; Herrera-Campos et al., 2013; Loppi y Frati, 2004; Soto et al., 2012).

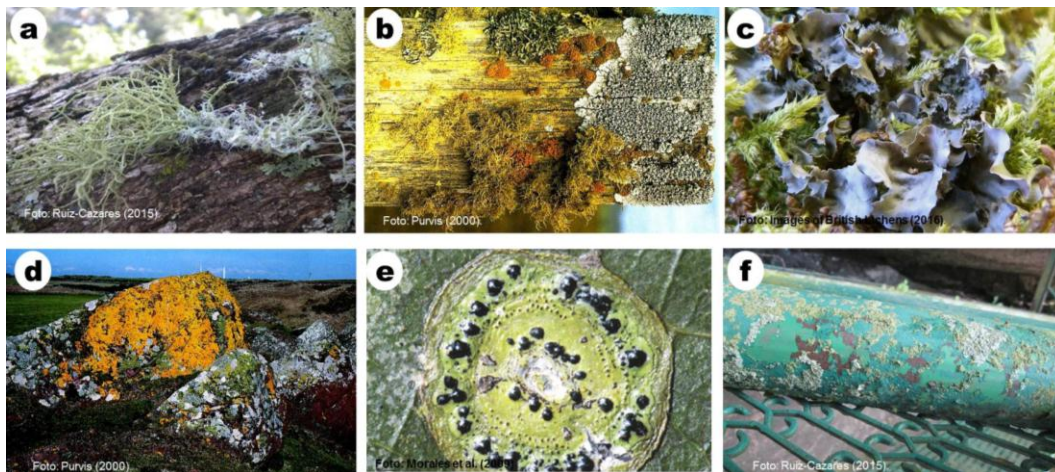
A la fecha, no se han realizado estudios para conocer la relación específica entre las especies de líquenes corticícolas con sus forofitos del bosque de encino en el PESG y el acelerado deterioro de las comunidades de encinos en la zona hace que sea de vital importancia la realización de este tipo de estudios.

## 5. MARCO TEÓRICO.

### 5.1. Los Líquenes.

#### 5.1.1. Generalidades.

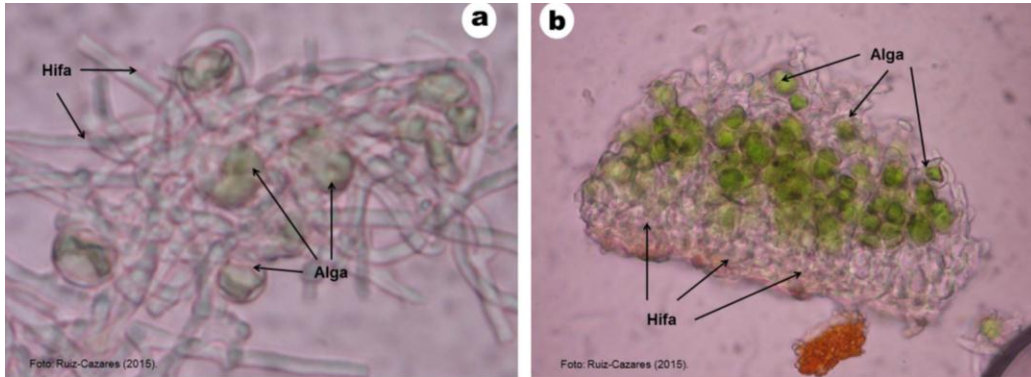
Los líquenes son organismos únicos en el mundo; se distribuyen desde los círculos polares hasta las áreas desérticas y desde las costas marinas hasta las selvas y bosques húmedos; crecen en una gran variedad de sustratos naturales como la corteza de los árboles (líquenes corticícolas) (Figura 1a), sobre madera (lignícolas) (Figura 1b), sobre algunos musgos o hepáticas (musícolas) (Figura 1c), también en diferentes tipos de rocas y minerales (saxícolas) (Figura 1d); se les puede encontrar sobre hojas de palmas y arbustos de hojas anchas, hojas de coníferas o de encinos (folícolas) (Figura 1e) y en el suelo (terrícolas), además crecen sobre sustratos artificiales como ropa, vidrio, metal, tejas, esculturas, paredes, asfalto, o cualquier sustrato colonizable (Figura 1f) (Brodo, 2001; Hawksworth y Hill, 1984; Nash III, 2008a).



**Figura 1:** Sustratos de crecimiento de líquenes, **a)** corticícola, **b)** lignícola, **c)** musícola, **d)** saxícola, **e)** folícola, **f)** sustrato artificial.

Los líquenes son por definición un organismo simbiótico compuesto de una parte fúngica (micobionte) y otra parte fotosintética (fotobionte), que a menudo es un alga verde (ficobionte) o una cianobacteria (cianobionte) (Figura 2). A pesar de la naturaleza dual de la mayoría de los líquenes, en algunos participan hasta tres o cuatro biontes; en general, los líquenes existen como talos discretos y son de manera inexacta tratados

como si fueran un solo organismo (Hawksworth y Hill, 1984; Hawksworth, 1988; Nash III, 2008a; Honegger, 2008).

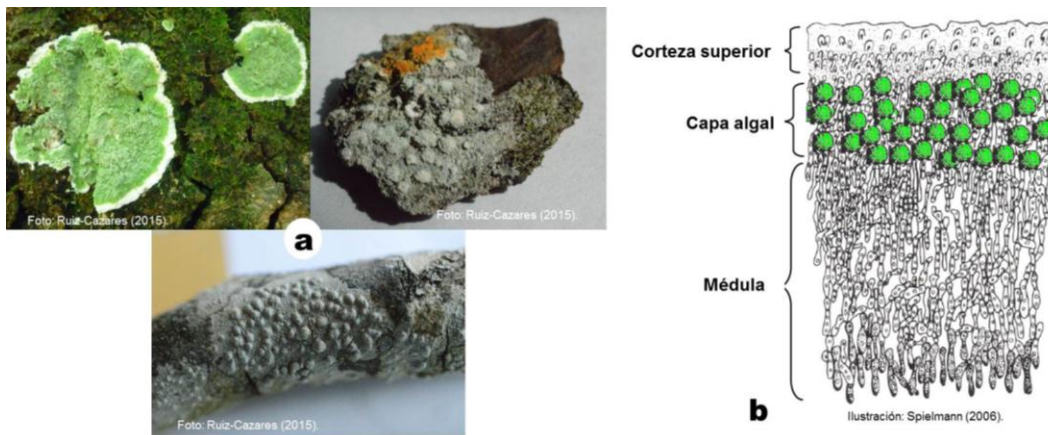


**Figura 2:** Composición interna de un líquen **a)** algas (*Trebouxia*) e hifas de *Flavopunctelia praesignis*, **b)** algas (*Trebouxia*) e hifas de *Physcia spp.*

La apariencia del talo liquénico en la mayoría de los organismos está determinada por la parte fúngica y se clasifican taxonómicamente en el reino de los hongos en dos filo: los *Ascomycota* y los *Basidomycota*. Sin embargo son organizados dentro de categorías reconocibles como una clasificación sintética en base a las formas de crecimiento que son una categoría que no implica relaciones naturales; se dividen en tres tipos morfológicos principales: costrosos, fruticosos y foliosos (Büdel y Scheidegger, 2008; Brodo, 2001; Honegger, 2008).

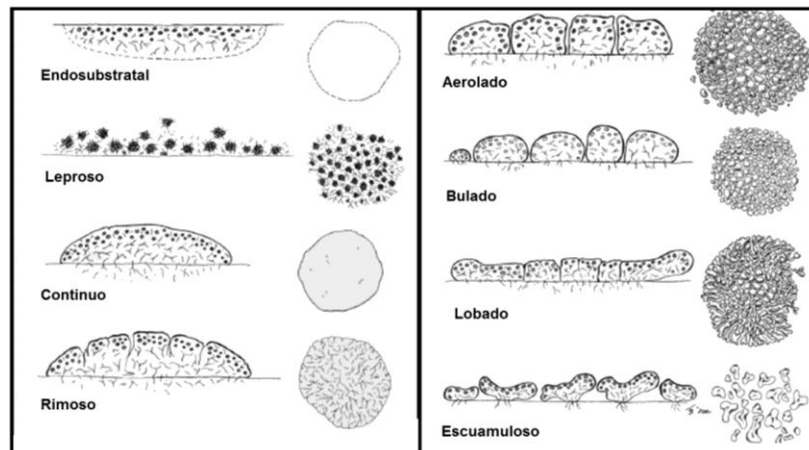
### 5.1.2. Morfología.

**Costrosos** (Figura 3a): se encuentran en forma de costra y están estrechamente unidos sobre el sustrato con su superficie inferior, su simetría es bilateral y pueden ser homómeros o heterómeros. Están constituidos por corteza superior, capa del fotobionte, y médula en el caso de los talos heterómeros y en los homómeros no se diferencia la médula de la capa algal ya que se encuentran en una capa homogénea de hifas y algas entremezcladas; en ambos casos carecen de una corteza inferior definida (Figura 3b) (Hawksworth y Hill, 1984; Nash III, 2008a).



**Figura 3:** Talos costrosos **a)** ejemplos de talos costrosos, **b)** ilustración de la estructura interna de un talo costroso heterómero.

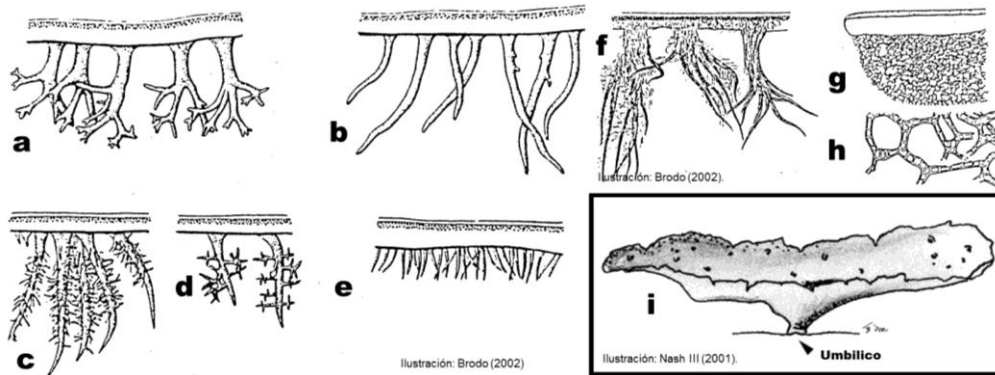
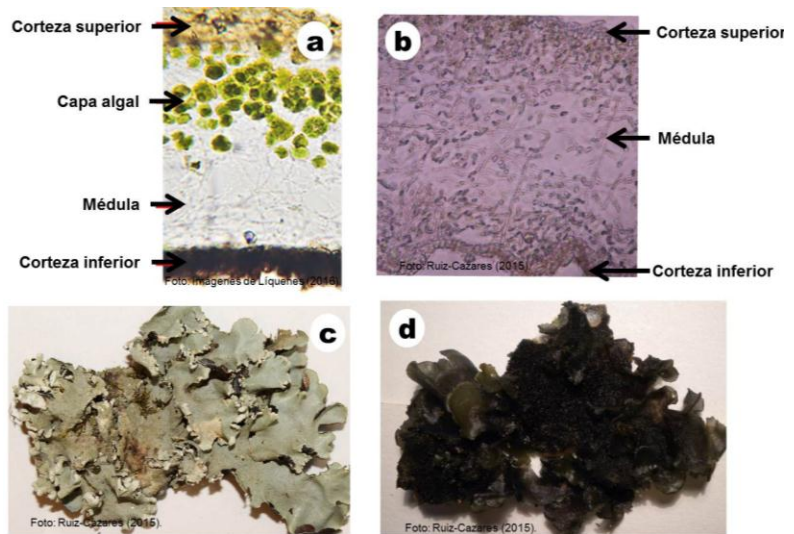
La superficie inferior del talo crece en y entre las partículas del sustrato, algunas veces incorporándolas como polvo o gránulos de varios tamaños; por tanto difícilmente se colectan de una sola pieza por lo que es necesario coleccionar parte del sustrato. La captura de agua está restringida principalmente a la superficie superior expuesta; cuando el líquen crece sobre rocas inclinadas, se benefician del flujo del agua; esta característica les permite tolerar hábitats extremos, tales como las superficies desnudas de rocas expuestas. La corteza superior de este tipo de crecimiento se presenta en colores brillantes de capas gruesas y rugosas, es continua o interrumpida por grietas que se pueden cerrar cuando el talo está húmedo. Aunque el tipo de crecimiento costroso parece estar claramente definido, existe una variación muy abundante de formas, se distinguen talos endosubstratales, leprosos, continuos, rimosos, areolados, lobados y escumulosos (Figura 4) (Nash III et al., 2001; Purvis, 2000).



**Figura 4:** Formas de crecimiento costrosas demostradas en la sección costrosos (izquierda) y vista aérea (derecha) (Ilustración: Nash III, 2001).

**Folioso:** su apariencia es similar a las hojas, están parcialmente adheridos al sustrato, de forma similar a los talos costrosos tienen una simetría bilateral y pueden ser homómeros o heterómeros. El talo se divide en lóbulos, estos muestran diferentes grados de ramificación y pueden ser redondeados o angulares en los márgenes, en algunos casos están dispuestos radialmente o se superponen como las tejas de un tejado. En algunos géneros, los lóbulos del talo pueden ser inflados y tener un centro hueco. Presentan diferenciación tisular dividida en corteza inferior, médula y corteza superior. Algunas especies están muy adheridas al sustrato por estructuras de fijación que pueden ser ricinas o tomento que provienen desde una proyección medular o tisular. Otros talos se fijan al sustrato en un punto de fijación único, fuerte y más o menos central a manera de ombligo (umbilico) por lo que se les llama umbilicados (Figura 6). Las capas que constituyen a los talos varían en tamaño, forma y espesor de las paredes y están formadas por células hifales; estas células forman tejidos pseudoparénquimados o falsos parénquima, por su gran parecido a las estructuras encontradas en plantas superiores. La superficie superior está formada por una capa gruesa de células fuertemente empaquetadas (corteza superior), es colorida y puede contener diferentes pigmentos. Debajo de esta se localizan las células del fotobionte (capa algal), cuyos colores varían de verde brillante, anaranjado, azul, verde grisáceo a oscuro dependiendo si se trata de un ficobionte o cianobionte; esta capa algal está inmersa en la médula. La médula es una capa delgada filamentosa y ramificada constituida por células hifales generalmente de color blanco, aunque en algunas especies puede contener pigmentos amarillos, anaranjados o rosas. La superficie inferior está formada por una capa más delgada que la corteza superior, puede ser blanca o pigmentada de marrón a negro, con una superficie suave, lisa, verrugosa o arrugada; o bien puede estar ausente en algunas especies (Figura 5) (Morales et al., 2009; Nash III et al., 2001; Büdel y Scheidegger, 2008).

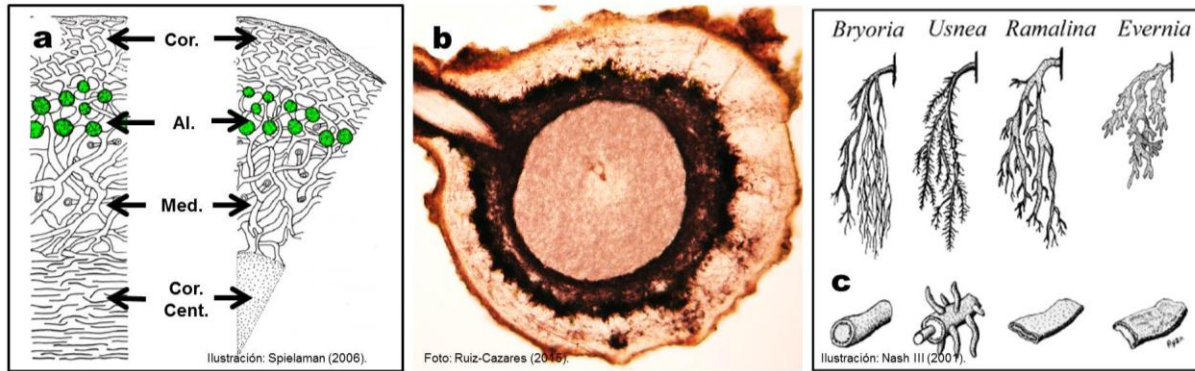
**Figura 5:** Estructuras de los tipos de talo a) foto de la estructura interna de un talo folioso heterómero (*Parmotrema*), b) foto de líquen folioso (*Parmotrema*) con talo heterómero, c) foto de la estructura interna de un talo folioso heterómero (*Leptogium*), d) foto de líquen folioso (*Leptogium*) con talo homómero.



**Figura 6:** Diferentes tipos de estructuras de fijación a) ricinas ramificadas o divididas en dicotomias, b) ricinas simples o no ramificadas, c) ricinas en forma de escobillón largo con pelos delgados, d) ricinas en forma de escobillón con pelos gruesos, e) tomento, f) ricinas escurras, g) superficie inferior algodonosa, h) detalle de la superficie inferior algodonosa, i) umbilico.

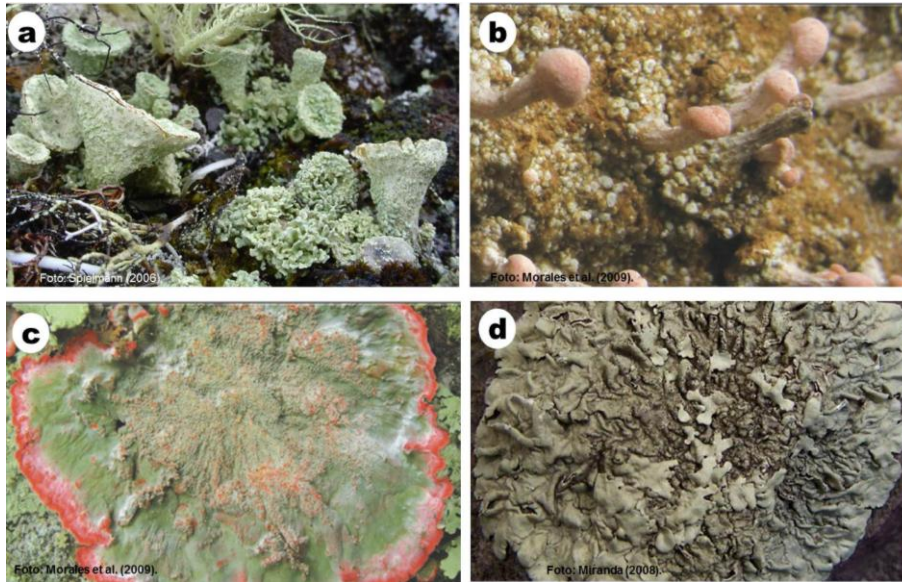
**Fruticoso:** los líquenes fruticosos están en forma de arbusto, de barba o estacas; a diferencia de las formas de crecimiento anteriores, la mayoría de los líquenes fruticosos presentan una simetría radial (Figura 7a y b), en donde los lóbulos del talo son filamentosos, planos o cilíndricos; el crecimiento es erecto o colgante, muy ramificado. En la mayoría de los talos fruticosos no se definen en una corteza superior e inferior, a excepción de algunos géneros como *Evernia* que presentan una organización dorso-ventral de forma más aplanada (Figura 7c). El patrón de ramificación de los lóbulos varía considerablemente entre los diferentes grupos taxonómicos y también dentro de un mismo género. Su tamaño varía enormemente desde unos centímetros hasta varios metros. Los talos fruticosos están sujetos al sustrato por uno punto o varios puntos de

fijación llamados “hold fasts” (Nash III et al., 2001; Büdel y Scheidegger, 2008; Spielmann, 2006).



**Figura 7:** Estructura interna de un talo fruticoso **a)** esquema de la estructura interna de un talo fruticoso (Cor-corteza, Al-capa algal, Med-médula, Cor Cent-cordón central), **b)** foto de la estructura interna de un talo fruticoso heterómero (*Usnea florida*), **c)** variación en la morfología del talo de líquenes fruticosos.

**Otras formas morfológicas:** Se pueden encontrar categorías intermedias que son consideradas para la clasificación de los líquenes; géneros como *Cladonia* desarrollan dos tipos de talos, uno horizontal en forma de escama y uno vertical que constituyen al cuerpo fructífero, en este género esta estructura se denomina podecio (Figura 8a); *Dabaies* tiene un talo blanco principalmente costroso con cuerpos fruticosos considerado como un talo compuesto al igual que en *Cladonia* (Figura 8b). Algunos líquenes costrosos pueden tener lóbulos conspicuos en el margen parecido a uno folioso, pero que sin embargo está fuertemente adherido al sustrato como en el género *Herpotallon* que muy fácilmente se puede confundir con un folioso (Figura 8c); algunas otras especies sujetas con fuerza al sustrato, al ser vista bajo microscopio se distingue claramente una corteza inferior distintiva de un liquen folioso (Figura 8d) (Nash III et al., 2001; Purvis, 2000; Spielmann, 2006).



**Figura 8:** Otros tipos de talos **a)** foto de un líquen con talo compuesto (*Cladonia borealis*), **b)** foto de líquen con talo compuesto (*Dibaeis globulifera*), **c)** foto de un líquen de talo costroso lobulado (*Herpothallon rubrucinctum*), **d)** foto de un líquen folioso muy adherido al sustrato (*Xanthoparmelia coloradöensis*).

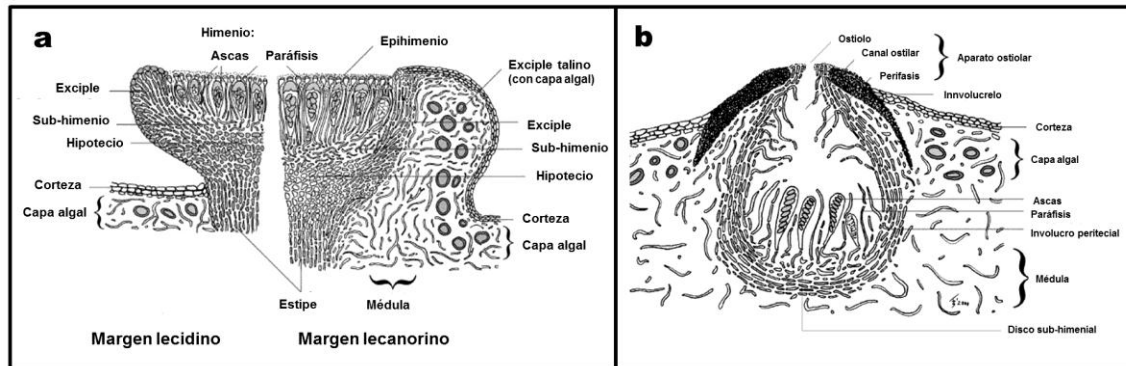
### 5.1.3. Estructuras de reproducción.

Los líquenes utilizan tres estrategias reproductivas, la reproducción vegetativa y asexual que son las más estudiadas y la reproducción sexual de la que aún permanecen muchos aspectos desconocidos, como los mecanismos de fertilización (Morales et al., 2009).

**Reproducción sexual:** como en otros hongos no liquenizados del filo *Ascomycota*, la reproducción sexual de los líquenes pertenecientes a este filo (llamados también ascolíquenes), se lleva a cabo mediante estructuras típicas de los hongos llamados cuerpos fructíferos que producen esporas mediante un proceso meiótico; esta reproducción sexual es llevada a cabo por el micobionte, el cual produce un cuerpo fructífero que contiene pequeños sacos (ascas) que contienen esporas (ascosporas); dependiendo de la forma del cuerpo fructífero se denomina **apotecio o peritecio**. Se le llama apotecio cuando son estructuras aplanadas o en forma de discos semejanado pequeños tazones que se abren exponiendo las ascosporas a la intemperie, las que luego son diseminadas por el viento, el agua o insectos, cuando la espora germina en las condiciones adecuadas produce hifas que buscan el fotobionte compatible para formar un nuevo talo; pueden variar en formas dependiendo de las especie que se trate, pueden estar sobre podocitos o inmersos en la corteza del talo (Figura 9a, 10d y e). Se les llama peritecios cuando son semi-globosos o en forma de pera que también pueden

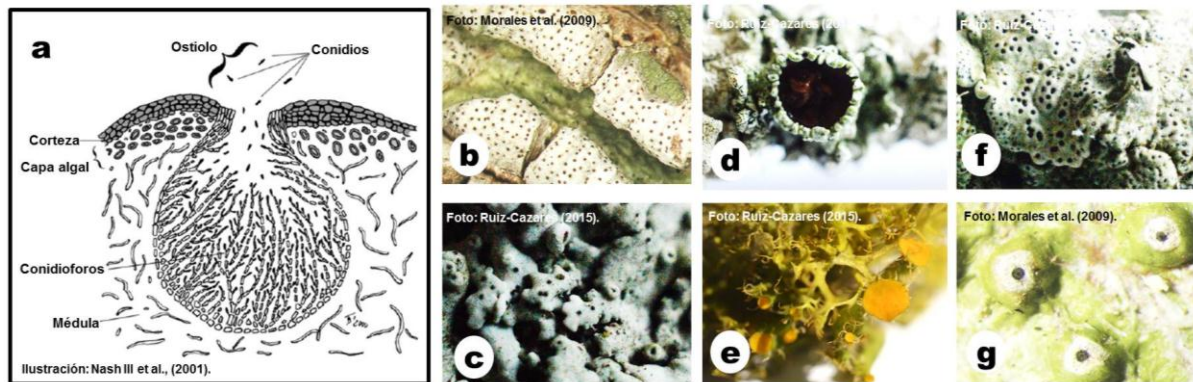


estar inmersos o sésiles en el talo, siempre dentro de sacos con una pequeña apertura única (ostiolo) que permite la salida de las ascosporas producidas en el interior del peritecio, al igual que los apotecios puede variar la forma dependiendo de la especie que se trate (Figura 9b, 10f y g) (Büdel y Scheidegger, 2008; Honegger y Scherrer, 2008; Morales et al., 2009; Nash III et al., 2001; Purvis, 2000).



**Figura 9:** Estructuras de reproducción sexual **a)** esquema de la estructura interna de un apotecio con margen lecinido (descubierto) y uno con margen lecanorino (cubierto), **b)** esquema de la estructura interna de un peritecio inmerso en el talo (Ilustraciones: Nash III et al., 2001).

**Reproducción asexual:** esta reproducción se efectúa mediante la formación de esporas mitóticas de la parte fúngica, estas esporas (conidios) se producen en estructuras llamadas conidioforos dentro de sacos globosos parecidos a los peritecios llamados picnidios, que poseen también un ostiolo por donde liberan los conidios que, cuando germinan en las condiciones adecuadas, producen hifas que buscan el fotobionte compatible para formar un nuevo talo; la forma de los conidios y la estructura que los contiene son variables según la especie que lo produzca y son usados para la caracterización de las especies o géneros (Figura 10a-c) (Morales et al., 2009; Büdel y Scheidegger, 2008; Schneider, 1904).

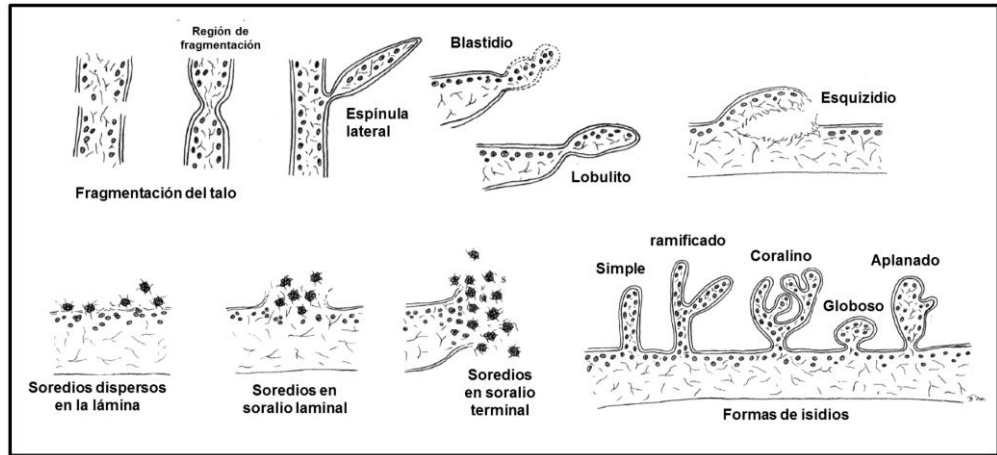


**Figura 10:** Estructuras de reproducción **a)** esquema de la estructura interna de un picnidio, **b)** picnidos de *Cryptothelium cepultum*, **c)** picnidos de *Physcia* spp., **d)** apotecio de *Parmotrem* spp., **e)** apotecio de *Teloschystes* spp., **f)** peritecios de *Physcia* spp., **g)** peritecios de *Laurera megasperma*.

**Propágulos vegetativos:** esta adaptación es uno de los mecanismos más eficientes de los líquenes para su dispersión y colonización en su medio, que asegura la presencia del micobionte y del fotobionte; son comunes entre las diferentes formas de crecimiento de los líquenes y les da una clara ventaja ante los otros tipos de reproducción donde se requiere que el micobionte encuentre al fotobionte para establecerse y formar una nueva simbiosis líquénica; sin embargo, un propágulo puede inmediatamente establecerse y formar un nuevo individuo, aunque en este tipo de reproducción las colonias que se forman son clones del mismo líquen. La reproducción vegetativa a veces involucra la fragmentación de alguna una parte del talo por agentes mecánicos o por desecación y resquebrajamiento del talo, común en líquenes de talos fruticosos y compuestos; dependiendo del tipo de fragmentación que presente recibe el nombre de esquizidio, blastidio, lobulito o espínula lateral. Otro tipo de propágulo común entre los líquenes es el **soredio**, estos son pequeños conglomerados compuestos por células algales que están rodeadas por hifas y se forman a partir de la proliferación de la capa algal y la médula del líquen; los soredios se desarrollan en la superficie superior del talo o en áreas delimitadas llamadas **soralios** de donde los soredios son expulsados; los soredios pueden ser **farinosos** o **granulares**, y dependiendo del lugar del talo donde se desarrollen son clasificados como laminares, marginales o terminales. Los **isidios** son también propágulos comunes en los líquenes que se desarrollan en la superficie superior del talo en forma de protuberancias de base delgada fácilmente desprendibles; están constituidos por parte de la corteza, y en su interior llevan células del fotobionte e

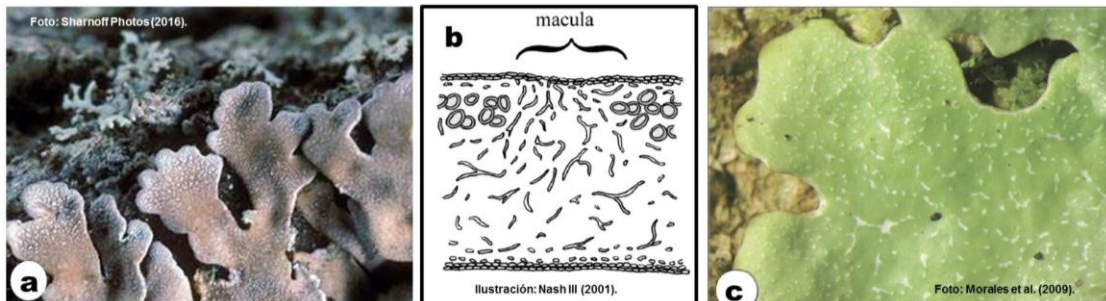
hifas, generalmente son cilíndricos pero dependiendo de la especie de líquen también pueden estar aplanados, globosos o ramificados hasta tener una forma de coral (Figura 11); los isidios pueden tener el rol de incrementar el área de la superficie del talo, aumentando así la actividad fotosintética y el intercambio de gases (Büdel y Scheidegger, 2008; Chaparro y Aguirre, 2002; Morales et al., 2009; Nash III et al., 2001; Schneider, 1904).

**Figura 11:** Ilustración de los diferentes tipos de propágulos vegetativos (Nash III et al., 2001).



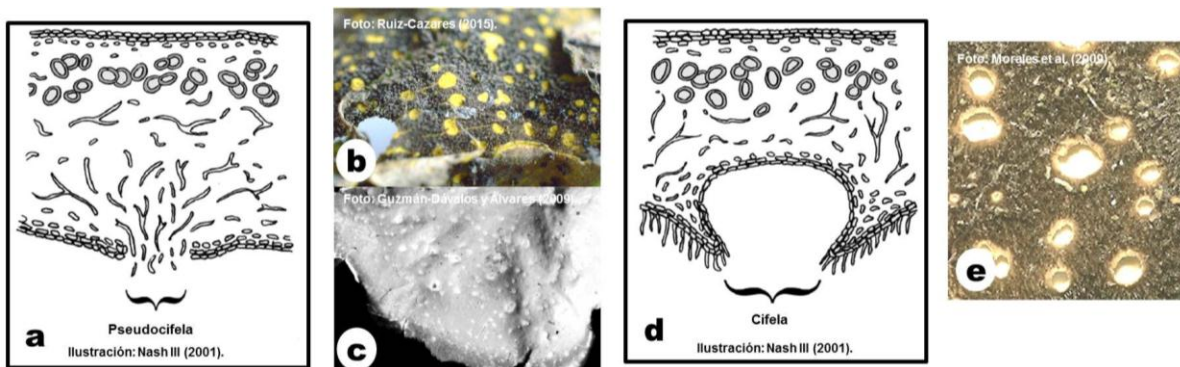
#### 5.1.4. Otros elementos superficiales.

En la superficie del talo de los líquenes se pueden desarrollar otro tipo de estructuras que son usadas para la identificación específica. La **pruina** es la cristalización de sustancias líquénicas que se precipitan en la superficie superior del talo y se pueden observar como polvo blanco en la superficie del líquen (Figura 12a); la aparición de puntos blancos o pálidos en la superficie superior indica la presencia de la **mácula**, la que se forma a partir de la pérdida irregular de la capa algal (Figura 12b y c) (Brodo, 2001; Büdel y Scheidegger, 2008; Nash III et al., 2001).



**Figura 12:** Otras estructuras superficiales a) foto de *Physconia detersa* con pruina blanca en los lóbulos, b) ilustración de la mácula, c) foto de *Lobarilla exornata*, con mácula blanca en el talo.

Parecida a la mácula, está la **pseudocifela** que se observa en forma de parches blancos en la superficie del talo, donde la corteza se quiebra y se expone la médula al ambiente (Figura 13a); esta estructura tiene la función de permitir el intercambio de gases y se puede desarrollar tanto en la corteza superior (Figura 13b) como en la inferior (Figura 13c); la **cifela** es otra estructura de intercambio de gases que es muy parecida a la pseudocifela, pero la cifela está delimitada por una distintiva capa de hifas y se desarrolla únicamente en la corteza inferior de algunos líquenes foliosos (Figura 13d y e) (Brodo 2001; Büdel y Scheidegger, 2008; Morales et al., 2009; Nash III et al., 2001).



**Figura 13:** Cifela y pseudocifela **a)** ilustración de la estructura de una pseudocifela, **b)** foto de pseudocifelas en la corteza inferior de *Pseudocifellaria* spp., **c)** pseudocifela en la corteza superior de *Flavopunctelia praesignis*, **d)** ilustración de una cifela, **e)** foto de cifelas de la corteza inferior de *Sticta beauvoisii*.

Los **cilios** son otro tipo de estructuras que permiten al talo una mayor superficie de captación de humedad, tienen forma de pelos que se desarrollan en los lóbulos de los líquenes foliosos o en la superficie del talo de líquenes foliosos y fruticosos, inclusive pueden crecer sobre algunas estructuras de reproducción (Figura 14) (Brodo, 2001; Büdel y Scheidegger, 2008; Morales et al., 2009; Nash III et al., 2001).



**Figura 14:** Cilios en el talo líquenico **a)** foto de cilios sobre lo que será un apotecio en *Parmotrema* spp., **b)** foto de cilios en la superficie del talo de *Hypotrachyna* spp., **c)** cilios en los márgenes de los lóbulos de *Parmotrema sulphureum*.

**Química:** algunos líquenes poseen colores llamativos, debido a los pigmentos acumulados en la corteza y en la médula; sin embargo, solo una pequeña parte de sustancias producidas son pigmentos de color, la gran mayoría son químicos incoloros depositados en la médula; tanto la parte del micobionte como la parte la del fotobionte producen diferentes sustancias que son únicas en los líquenes. Existen dos grupos de componentes liquénicos: los metabolitos primarios (intracelulares) y los secundarios (extracelulares); en los primarios, se incluyen sustancias solubles en agua como proteínas, aminoácidos, carotenoides, polisacáridos y vitaminas; estas sustancias pueden encontrarse también en hongos y algas de vida libre y en plantas superiores. La mayoría de los componentes de los líquenes que son únicos provienen del metabolismo secundario depositados en la superficie de las hifas y únicamente pueden ser extraídos a través de solventes orgánicos. Estas sustancias son importantes en la taxonomía química de los líquenes y se requiere de un análisis específico para la detección de ellas; el más sencillo es la prueba de fluorescencia con lámpara de UV, donde algunas sustancias muestran fluorescencia al exponerlas en esta luz; la prueba de tinción es otro método donde se usa principalmente el hidróxido de potasio (K) y el hipoclorito de sodio (C) al 10% para observar diferentes reacciones de coloración (Ejemplo K+ amarillo), algunas veces estas reacciones se tornan en diferentes coloraciones (Ejemplo C+ rojo tornando a violeta); con frecuencia también se hace la reacción de KC en la que se debe colocar un poco del reactivo K sobre la muestra e inmediatamente el reactivo C; el reactivo para-fenil-endiamina (P), es usado con menos frecuencia, por su toxicidad para el ser humano, pero común de encontrar en las descripciones liquénicas; también se usan lugol e iodo para la prueba de microcristalización, donde se pueden observar diferentes formas de cristales al reaccionar el metabolito con el reactivo. La mayoría de la sustancias son detectadas mediante estas pruebas y es suficiente para la identificación en adición a las características morfológicas, sin embargo ejemplares costrosos que carecen de estructuras de reproducción (estériles) o la descripción de nuevas especies requieren pruebas más específicas para la detección de sustancias más raras, difíciles de identificar con las técnicas anteriores, una prueba usada en estos casos es la cromatografía en capa fina (TLC por sus siglas en inglés), donde las sustancias liquénicas son esextraídas con un solvente volátil como acetona y se corren en una capa de silca-gel en un sistema de solventes estándares para la separación e identificación específica de las diferentes sustancias; también la cromatografía de alta

sensibilidad en líquido (HPLC por sus siglas en inglés) es una prueba de mayor sensibilidad para la detección de sustancias raras pero usada con menos frecuencia por su alto costo y técnica compleja (Culberson, 1969; Culberson y Kristinsson, 1970; Elix y Stocker-Wörgötter, 2008; Morales et al., 2009; Purvis, 2000)

### **5.1.5. Importancia de los líquenes.**

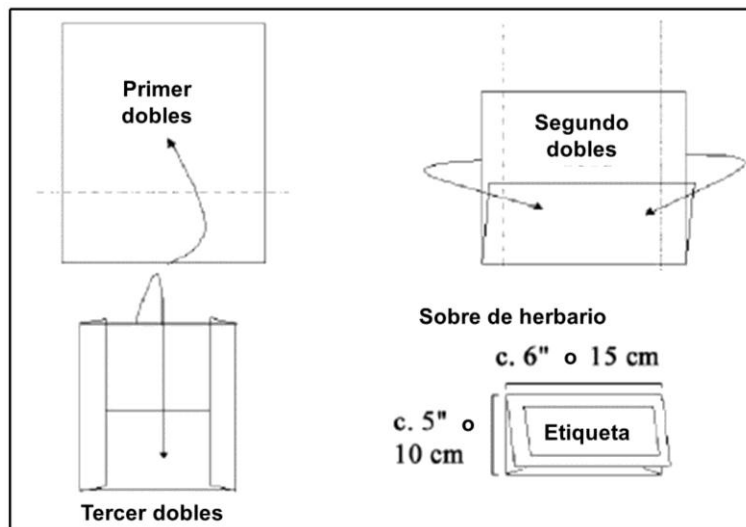
Los líquenes poseen diferentes estrategias reproductivas, capacidad de producir distintas sustancias químicas y toleran la desecación, lo que les ha permitido colonizar una gran variedad de hábitats; estas características junto con sus ciclos de vida largos y su sensibilidad ante los cambios climáticos y a la contaminación, han permitido que los líquenes se conviertan en un gran grupo de interés para la evaluación del deterioro ambiental y la calidad del aire. También, son importantes por sus numerosas contribuciones ecológicas: son formadores de suelos al crecer sobre rocas y fracturarlas, fijan nitrógeno, absorben agua y fijan nutrientes y otras sustancias disueltas y en suspensión. Lo anterior, les permite tener interacciones con invertebrados que emplean a los líquenes como fuente de alimento, sitios de ovoposición y protección; también brindan a plantas inferiores un sustrato inicial rico en nutrientes, agua y protección para el desarrollo de nuevas plántulas. Al desarrollarse en lugares del planeta donde sus usuales competidores (plantas criptógamas y fanerógamas) están ausentes o en producción baja como en los desiertos, los líquenes brindan alimento y cobijo a numerosas especies; en la tundra los líquenes contribuyen hasta con el 50% de la dieta para vertebrados, y en invierno se convierten en la única fuente de alimento, ya que crecen a pesar de la cubierta de nieve, “los líquenes forman parte *integral* de los diferentes ecosistemas en los que se desarrollan (Morales et al., 2009)”. También los registros de la importancia de los líquenes para el uso del humano son numerosos, son usados en la fabricación de medicamentos, como especias o vegetales comestibles, para la extracción de tintes y como ornamentos para la fabricación de diferentes artesanías (Brodo, 2001; Hawksworth, 2005; Morales et al., 2009; Nash III, 2008b; Purvis, 2000; Schneider, 1904; Seaward, 2008; Stubbs, 1989).

### **5.1.6. Como estudiar los líquenes.**

**Trabajo en campo:** el estudio de los líquenes hoy en día está muy bien estandarizado, solo hay algunas diferencias en el tipo de toma de la cobertura, para la que se delimita

un micro-cuadro de 20x50 cm, ésta puede ser cualitativa y cuantitativa, en la primera solo se considera el número de los ejemplares colectados o el porcentaje aproximado de la cobertura en el cuadro; en la segunda, solo se toma como cobertura el contorno del líquen colectado, ésto se hace para estudios más específicos y no para los descriptivos. En la colecta de ejemplares foliosos y fruticosos se colectan simplemente con la mano o con unas pinzas, y cuando el organismo se encuentra muy adherido al sustrato, como los costrosos, se colecta con sustrato. Se colocan en bolsas de papel estraza para su transporte y se toma una muestra del sustrato de cada ejemplar; para los corticícolas y folícolas se colectan ramas con hojas y frutos o/y flores para la identificación del forofito (Brodo, 2001; Cáceres et al., 2008; Nash III et al., 2001; British Columbia, 1996; Schneider, 1904).

**Preservación:** los ejemplares foliosos y fruticosos son curados y herborizados en el laboratorio remojándolos en agua destilada para quitar el exceso del sustrato y cualquier basura de la corteza inferior, se prensan, se secan por un par de días y se colocan en sobres para su preservación; los líquenes costrosos no se remojan, a los terrícolas se les coloca un poco de pegamento blanco diluido con agua para darle firmeza al sustrato con el que se colecta, de los folícolas solo se prensa la hoja; los saxícolas, corticícolas y lignícolas se remueven lo más posible del sustrato hasta que tengan un tamaño suficientemente pequeño para introducirlo en un sobre de herbario donde será preservado, el cual se pega en una tarjeta de cartón blanca (del tamaño de una ficha bibliográfica) con pegamento blanco; cada sobre se hace con papel preferentemente libre de ácidos con pH neutro que no daña a los jemplares con el almasenamiento en el herbario y se elabora según lo presentado en la Figura 15; aunque se puede adaptar de acuerdo a las preferencias del herbario o del colector (Brodo, 2001; Cáceres et al., 2008; Nash III et al., 2001; British Columbia, 1996; Schneider, 1904).



**Figura 15:** Esquema de cómo elaborar un sobre para la preservación de un líquen en herbario (Ilustración: Nash III, 2001).

**Identificación:** para la identificación taxonómica de los líquenes se usan claves especializadas para cada región (si es posible), para el uso de las claves se requiere la observación de las características morfológicas y anatómicas del ejemplar; los resultados de las pruebas de identificación de sustancias liquénicas, como la prueba de fluorescencia y las pruebas de tinción en corteza y médula, se anotan con la siguiente simbología: C-/+, K-/+, KC-/++; en algunos casos de líquenes costrosos estériles o en las descripciones de las nuevas especies, también es necesario la realización de la TLC y la inclusión de cortes de la estructura interna del talo (Brodo, 2001; Elix y Stocker-Wörgötter, 2008; Nash III, 2001; Schneider, 1904).



## 5.2. LOS ENCINOS (*QUERCUS*, FAGACEAE)

### 5.2.1. Generalidades.

Los bosques de encino son característicos de las zonas montañosas de México, junto con los pinares constituyen la mayoría de la vegetación de las áreas templadas y semihúmedas, aunque no se restringen a estos climas. El género *Quercus* comprende aproximadamente 1000 especies descritas en el hemisferio norte, de las cuales la mitad existen en el nuevo mundo, especialmente en México y Centroamérica, en México se reconocen cerca de 150 especies; se distribuyen en toda la república, a excepción de Quintana Roo y Yucatán, se encuentran desde el nivel del mar hasta los 3100 m, aunque la mayoría habita entre los 1200 y 2800 m; la mayoría de las especies que habitan en el estado de México son endémicas del país (Romero Rangel et al., 1997; Rzedowski, 2006).

A los encinos se les encuentra en comunidades de bosques de encino o en otros tipos de vegetación como el matorral xerófilo, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio, bosque de galería y pastizales con encino; frecuentemente, se encuentran en bosques mixtos de coníferas. Una diversidad importante se encuentra en la zona centro del país, región muy amenazada por el acelerado crecimiento urbano (Romero Rangel et al., 1997; Rzedowski, 2006; Zavala, 1998).

Los encinos están ubicados taxonómicamente en el reino *Plantae*, división *Magnoliophyta*, clase *Magnoliopsida*, orden *Fagales*, familia *Fagaceae*, la cual comprende de 6 a 9 géneros. Los encinos están dentro del género *Quercus*, en México se dividen en tres secciones: *Quercus* (encinos blancos también conocidos como *Erythrobalanus*), *Lobatae* (encinos rojos o *Leucobalanus*) y *Protobalanus* (encinos intermedios). Se reconocen por sus tallos leñosos, hojas coriáceas o duras y presencia de bellotas. La forma de crecimiento generalmente es arbórea con alturas de tres a 40 m., pero también se les puede encontrar en forma arbustiva de 10 a 60 cm. Su crecimiento es lento y tienen una vida muy longeva, pueden ser perennifolios o caducifolios. La hoja presenta gran variabilidad en cuanto a tipos de ápices, bases, número de nervaduras, margen, textura, tamaño y color, por lo que dichos caracteres son usados para la identificación de especies. Una dificultad en la taxonomía de los encinos es que presentan polimorfismo; es decir, puede variar la forma de las hojas,

tronco, flores y frutos, incluso en un mismo individuo gracias a su capacidad de formar híbridos que permiten la existencia de una gran cantidad de sinónimos, por lo que este grupo es un reto taxonómico en la investigación (Arizaga et al., 2009; Romero, 2006; Rzedowski, 2005; Valencia, 2004).

### **5.2.2. Importancia.**

Los árboles y arbustos de encinos actúan como pequeños ecosistemas, ya que son buenos hospederos que alojan en sus ramas numerosas especies de aves, roedores, insectos, gran variedad de epífitas como helechos, bromelias, orquídeas, plantas trepadoras y líquenes, de estos últimos se reconocen principalmente los géneros con formas de crecimiento foliosas y fruticasas; conforman comunidades muy afectadas por el hombre, ya que ocupan zonas favorables para la agricultura y ganadería; también son usados para la fabricación de muebles y para leña como combustible (Arizaga et al., 2009; Romero Rangel et al., 1997; Rzedowski, 2005).

## **6. OBJETIVOS.**

### **6.1. Objetivo General.**

Contribuir al conocimiento de la distribución de los líquenes corticícolas y la relación que sostienen con las especies de *Quercus* del bosque de encino del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, Estado de México.

### **6.2. Objetivos Particulares.**

- Identificar las especies de líquenes corticícolas de la zona.
- Identificar las especies de forofitos donde se encuentran los líquenes de la zona.
- Describir la distribución de los líquenes de la zona.
- Describir las interacciones que existen entre las especies liquénicas y sus forofitos (encinos), evaluando las siguientes relaciones: a) riqueza de especies liquénicas por especie de forofito) y b) características del forofito que influyen en la preferencia de las especies liquénicas).

## 7. ANTECEDENTES

### 7.1. Líquenes y su distribución en el mundo

Los líquenes han sido motivo de estudio en el mundo desde hace muchas décadas; el estudio de los líquenes en Europa y EUA ha adquirido una gran tradición; después de las primeras publicaciones, el interés en su estudio llevó a estimar el total de especies de hongos formadores de líquenes que se podrían encontrar en el mundo. Hawksworth y Hill (1984) estimaron que podrían existir cerca de 13,500, Culberson (1986) consideró que existen entre 15,000 y 25,000. Nash III (2008) estimó que cerca de 13,500 hongos pertenecen al sub-filo *Ascomycota*, representando al 98% de los líquenes.

Los estudios en México también se han incrementado; en un estudio realizado por Herrera-Campos et al. (2013), se estimó que hay 2,722 especies descritas para el país, representando solo el 50% de las especies que se considera existen en México; por otro lado, 224 especies han sido reportadas para el Estado de México, considerándose que los estudios en la parte centro y norte del estado deben intensificarse.

### 7.2. Líquenes y su distribución en México.

A pesar de que a los estudios de líquenes en el país se les ha dado mayor importancia ya que se ha intensificado la investigación en liquenología en los últimos años, los estudios en este campo se limitan solo a ciertas zonas del país.

Herrera-Campos (1998), realizó un estudio sistemático del género *Usnea*, donde describe 43 especies y cuatro agregados para cinco provincias fisiográficas del país; encontrando dos nuevos registros continentales, diez nuevos registros para México y cinco nuevas especies. En un estudio realizado por Zambrano et al. (2000), se observó a 28 especies de líquenes sobre *Abies religiosa* en el Desierto de los Leones, de los cuales *Ramalina cf. farinacea* y *Cladonia spp.* fueron las más dominantes de la zona.

En la Estación de Biología Tropical de los Tuxtlas Veracruz, Herrera-Campos y Lücking (2002), encontraron nueve nuevas especies de líquenes folícolas que no habían sido reportadas para el país. Los mismos autores en el 2003, encontraron cinco nuevas especies de líquenes folícolas, tres del género *Gyalectidium*, una de *Gyalideopsis* y una

de *Trichiaria* en el bosque mesófilo templado en Oaxaca y en el bosque mesófilo tropical en Puebla. Posteriormente Herrera-Campos et al. (2004) hicieron una lista florística de 293 especies mexicanas de líquenes folícolas, de las cuales 238 fueron nuevos registros para el país.

Bárceñas (2007), estudió los líquenes folícolas en dos volcanes de Veracruz y encontró 122 especies en San Martín Tuxtla, de las cuales *Porina subnitidula* es endémica de la zona y 114 especies en Santa Marta, de las cuales *Thricothelium intermedium* y *Fellhanera rubrolecanorina* solo habitan en esa región.

Miranda (2008), encontró en el Estado de Querétaro 41 especies de líquenes, de los cuales 36 fueron nuevos registros para el estado y tres para el país, pronosticando que estos valores de riqueza se podrían perder en un futuro por el rápido crecimiento de la mancha urbana.

### **7.3. Líquenes y las preferencias de sustratos.**

A pesar de que los estudios de líquenes en el país han tomado mayor importancia en los últimos años, se conoce muy poco de la interacción que pueden tener con los sustratos reconocidos para la región; uno de estos es el realizado por Pliego (2003), donde se estudió la diversidad de líquenes corticícolas de *Alnus acuminata subsp. arguta* en el municipio de Mineral El Chico, Hidalgo, encontrando 53 especies de 30 géneros, siete familias, tres órdenes de la clase *Ascomycetes*, donde la familia más abundante fue *Parmeliaceae* con 26 especies y *Physciaceae* con 14 especies.

En el estudio realizado por Pérez-Pérez et al. (2008) en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, se registraron un total de 33 especies para la zona, de las cuales 25 se encontraron sobre *Abies religiosa* y 20 sobre *Pinus ayacahuite*.

Miranda (2012), realizó un estudio de líquenes costrosos de la reserva de la Biósfera Chamela-Cuxamala y zonas aledañas, de donde reporta un total de 137 especies, de las cuales 21 son morfoespecies y 5 son nuevas especies. Encontró que seis especies tienen afinidad a dos grupos de forofitos, se observó que la especie *Pyrenula ochraceoflava* tiene afinidad al forofito *Forchhammeria pallida* y *Pyrenula aff. septicollaris* a los forofitos *Lonchocarpus sp. A* y *Thouinia paucidentata*.

En un estudio en La Cortadura, Veracruz, realizado por Pérez-Pérez et al. (2015) se evaluó la distribución de los líquenes en diferentes forofitos, se registran 69 especies de líquenes en 13 especies de forofitos, observando que la especie *Quercus laurina* presentó la mayor riqueza de líquenes para la zona.

Alrededor del mundo se han realizado estudios comparativos más detallados sobre la influencia de los sustratos en la colonización, distribución y diversidad liquénica, como el realizado por Estrabou y García (1995) en la provincia de Córdoba, Argentina, donde el forofito dominante es *Lithraea ternifolia*; en éste se estudiaron 20 especies de líquenes, observándose que las especies liquénicas se distribuyen principalmente de acuerdo a la edad del forofito y la ladera en la que se ubican, además se vió que los factores externos no influyen en ello, al menos en la zona.

Hauck et al. (2001), analizó la relevancia de los elementos contenidos en la madera de los abetos (*Abies*) en Lower Saxony, Alemania y su relación en la distribución de líquenes corticícolas, obteniendo así que las sustancias químicas encontradas en el sustrato son decisivas en la alta diversidad de los líquenes.

En un estudio realizado por Loppi y Frati (2004) en Italia, compararon la abundancia de líquenes corticícolas en *Tilia platyphyllos* (tila) y *Quercus ilex* (encino) considerando varias sustancias contenidas en la corteza de ambas especies, encontraron 23 especies de líquenes en *Q. ilex* y 26 en *T. platyphyllos*, no se observaron diferencias significativas en la cantidad de las distintas sustancias contenidas en las cortezas; sin embargo, se observó que la retención de humedad fue significativamente mayor en *T. platyphyllos*.

En el trabajo de Hauck et al. (2006) se realizó un estudio de la distribución de los líquenes corticícolas en Witheface Mountain, Nueva York en *Picea ribens* y *Abies balsamea*, se encontraron 33 especies en *P. ribens* y 36 en *A. balsamea*, se observó la distribución de los líquenes de la zona no está relacionada con el pH, la retención de humedad y los elementos retenidos en la corteza de los forofitos.

Estrabou (2007), observó la preferencia liquénica en tronco y ramas de tres especies de forofitos en el Bosque Chaqueño, al norte de la República de Argentina, registró 21 especies de líquenes, de las cuales 20 se encontraron en *Zizyphus mistol*, 16 en

*Prosopis pugionata* y 15 en *Aspidosperma quebracho-blanco*, no se obtuvo diferencia entre las especies del tronco y las ramas, sin embargo las especies liquénicas con la cobertura mayor se encontraron sobre *Z. mistol*.

En Cali, Colombia se realizó un estudio por Soto et al. (2012), donde se encontró 69 especies de líquenes en cinco forofitos, se registró que no hay especificidad de forofitos por parte de los líquenes, pero se observó que la temperatura, la intensidad de luz y el DAP de los forofitos influyen en la composición liquénica de la zona.

Pereira et al. (2014), realizaron un estudio de la influencia del pH contenido en la corteza de dos especies de *Nothofagus* en la riqueza de líquenes y briofitas; se encontró que no hay una relación con la riqueza de los grupos epífitos estudiados; sin embargo, se observó que algunas especies de líquenes presentan una estrecha relación con el pH de las especies de forofitos estudiadas.

## 8. ÁREA DE ESTUDIO.

La Sierra de Guadalupe es una sub-cuenca que forma parte de la subregión hidrológica Valle de México. Es un Parque Estatal (Parque Estatal Sierra de Guadalupe PESG), con un área original de 6322.5 hectáreas, y ampliada en 1978 a 7326.36 hectáreas. Se localiza a 19°37'20'' N y 99°03'00'' O. La superficie abarca cuatro municipios del estado de México: Ecatepec, Coacalco, Tlalnepantla y Tultitlán; y la delegación Gustavo A. Madero del Distrito Federal (Figura 16). Es una zona templada subhúmeda de bosques y matorrales de encino, pino y pastizales; además, cuenta con un área de bosque cultivado y zonas reforestadas; alberga cerca de 150 especies de animales y unas 16 especies de árboles naturales de la zona. El Parque es considerado como una barrera natural contra la contaminación, ya que constituye una frontera entre las zonas urbanas e industriales del estado de México y D. F. (Lugo y Salinas, 1996; Gaceta del Gobierno, 1996; García-Palomo et al., 2006; Rojas, 2013).

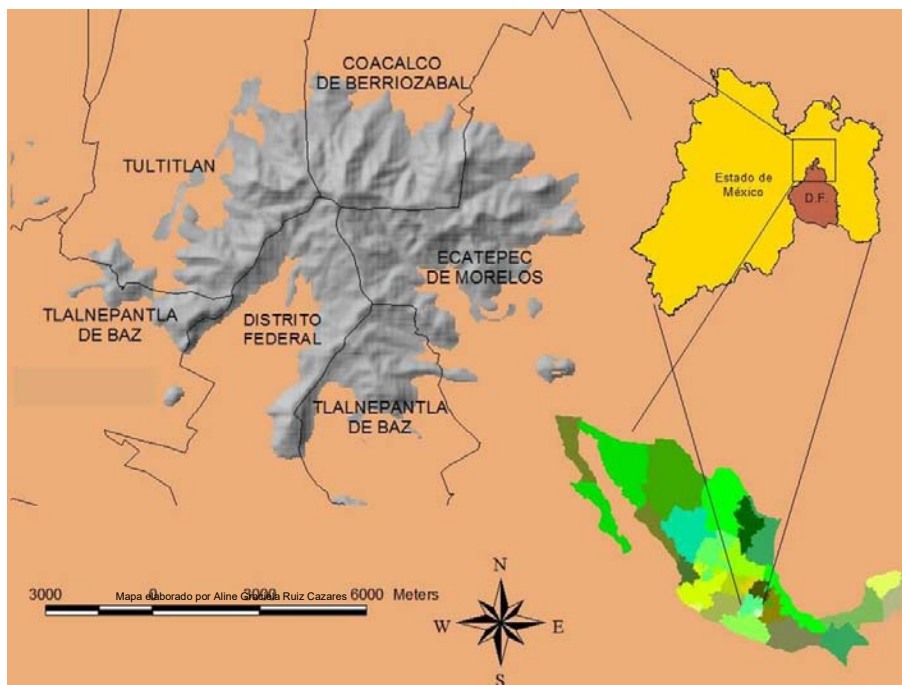


Figura 16: Ubicación geográfica y espacial del PESG.

**Geología:** El complejo principal que forma al PESG se formó geológicamente en el mioceno, caracterizado por lavas intermedias y ácidas, en este periodo se formaron grandes domos dacíticos como los cerros Tenayo, Chiquihuite, Tepeyac, entre otros.



Las elevaciones Vicente Guerrero, Zacatenco, Jaral, María Auxiliadora, Los Díaz, Tres Padres y Moctezuma fueron formadas por erupciones explosivas con actividad extrusiva. Otras elevaciones menores se formaron solo por la actividad extrusiva de las otras elevaciones. El PESG cuenta con un escudo formado de rocas ígneas extrusivas sobre riolitas, dacitas, pórfidos, vitrófidos y andesíticas que permiten que el agua que se capta se filtre y abastezca los mantos acuíferos de la Ciudad de México (Folres-Román et al., 2009).

**Tipo de suelo:** El PESG está formado principalmente por suelos principalmente de tipo feozem háplico que se localiza en lomeríos de color oscuro y ricos en materia orgánica; también se puede encontrar leptosol lítico y en menor escala fulvisol eútrico. Los suelos son poco profundos compuestos por andesitas, areniscas y brecha volcánica (Vela y Flores, 2004).

**Hidrología:** El PESG se encuentra en la cuenca de río Moctezuma perteneciente a la región hidrológica Alto Río Pánuco, según la secretaria de agricultura y recursos hidráulicos. Se caracteriza por una red hidrológica de tipo exorréico con dominancia de corrientes estacionales, sujetas al temporal de lluvias y por tanto son de carácter intermitente de bajo caudal. La zona de recarga de acuíferos se localiza en la línea de parteaguas que divide al PESG entre el estado de México y Distrito Federal (Correa, 2002).

**Clima:** El clima del PESG, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por E. García (1968), es templado subúmido C(w0)(w)b(i')g, con lluvias en verano; la precipitación media anual alcanza los 627 mm siendo enero el mes más seco con 30 mm y julio el más húmedo. La temperatura media anual es de 16.7 °C siendo enero el mes más frío con temperaturas mínimas de 1.0 a 11.5 °C y junio el más cálido con 32 a 37 °C. Los vientos dominantes provienen del noroeste y noreste con presencia de vientos alisios provenientes del noroeste y vientos locales denominados brisas montaña-valle (Secretaría de ecología, 1999).

**Vegetación:** El PESG se caracteriza por tener una comunidad arbórea formada por plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus*), cedro blanco (*Cupressus lindleyi*), ciprés panteonero (*Cupressus sempervirens*) y varias especies de pinos como *Pinus*

*cembroides*, *P. montezumae*, *P. patula* y *P. radiata*. El pirúl (*Schunus molle*) es muy frecuente al igual que diversas especies de agaves (Cedillo et al., 2007). Además se observa en la zona una cantidad muy variada de plantas con flor (Tabla 1). Hay una comunidad de encinos importante en las partes altas del PESG, se han registrado solo *Quercus rugosa* y *Q. desertícola*, en el presente trabajo se registran otras 4 especies de encino para la zona (Tabla 4).

**Tabla 1:** Especies de plantas observadas en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe.

Especie	Especie	Especie	Especie
<i>Acacia schaffneri</i>	<i>Commelina coelestis</i>	<i>Polypodium plebejum</i>	<i>Spiranthes polyantha</i>
<i>Asplenium fibrollosum</i>	<i>Cosmos bipinnatus</i>	<i>Salvia elegans</i>	<i>Stachys nepetifolia</i>
<i>Begonia gracilis</i>	<i>Dahlia coccinea</i>	<i>Salvia gesneriflora</i>	<i>Stevia elatior</i>
<i>Biopentis macrocarpa</i>	<i>Drymarialaxiflora</i>	<i>Salvia mexicana</i>	<i>Stevia serrata</i>
<i>Bouteloua eurtipendula</i>	<i>Eryngium carlinae</i>	<i>Salvia microphyla</i>	<i>Stevia tomentosa</i>
<i>Bouvardia ternifolia</i>	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	<i>Salvia mocinoi</i>	<i>Tagetes lunulata</i>
<i>Briza subaristata</i>	<i>Phytolacca icosandra</i>	<i>Sedum moranense</i>	<i>Tagetes micrantha</i>
<i>Calochortus barbatus</i>	<i>Geranium seemanii</i>	<i>Senecio sinuatus</i>	<i>Tigridia vanhouttei</i>
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	<i>Manphalium oxiphyllum</i>	<i>Solanum cervantesii</i>	<i>Tinanthia erecta</i>
<i>Chelianthes hirsuta</i>	<i>Peperomia campylotropa</i>	<i>Solanum ionidium</i>	<i>Viguiera dentata</i>
<i>Chelianthes lendigera</i>	<i>Pinaropappus roseus</i>	<i>Solanum nigrescens</i>	<i>Zaluzania augusta</i>

**Fauna:** los grupos de vertebrados están representados por anfibios como *Hylia eximia*, *Hylia arenicolor*, *Tomodactylus grandis* y *Spea hammondi*; en zonas pedregosas se encuentran reptiles como *Baricsia imbricata imbricata*, *Scelopuros torcuatus*, *Crotalus triseratus aquilus*, *C. molossus nigrescens* y *Sistrurus ravus*; los mamíferos se restringen a miembros chicos como *Didelphis virginiana*, *Sylvilagus floridanus*, *Mephitis macroura*, *Scirurus aureogaster* y *Linix rufus*; el grupo de las aves es el más representado con numerosos registros de especies transitorias que migran en invierno a las partes cálidas del país y usan al PESG como descanso (Cedillo et al., 2007; Méndez de la Cruz et al., 1992).

## 9. MATERIALES Y MÉTODO

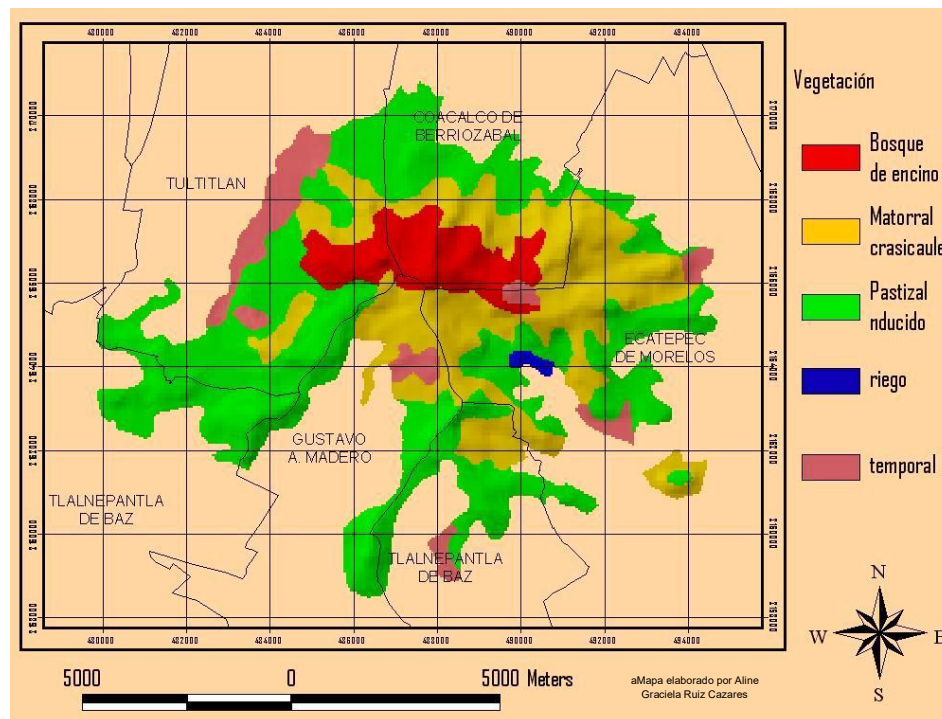
### 9.1. Trabajo de gabinete

Se hizo una revisión bibliográfica de las generalidades y taxonomía de los líquenes, su distribución en el mundo, las interacciones que sostienen con los sustratos y los ambientes en los que se desarrollan; también, se obtuvo información sobre la investigación de los líquenes en América y en particular en México.

### 9.2. Delimitación de la zona de estudio

Se realizó la delimitación del área de estudio considerando tres factores ambientales: a) tipo de vegetación, b) altitud y c) orientación.

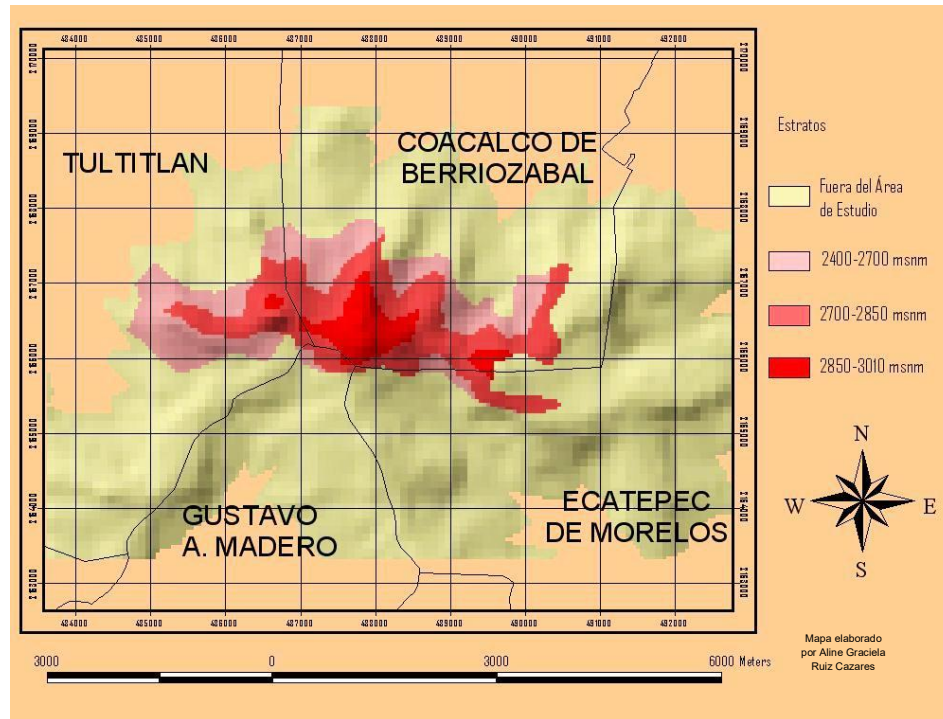
a) Tipo de Vegetación: tomando en cuenta los tipos de vegetación de Rzedowski (2006), se seleccionó al bosque de encino del PESG (Figura 17) para el presente estudio.



**Figura 17:** Tipos de vegetación del Parque Estatal Sierra de Guadalupe según Rzedowski (1981).

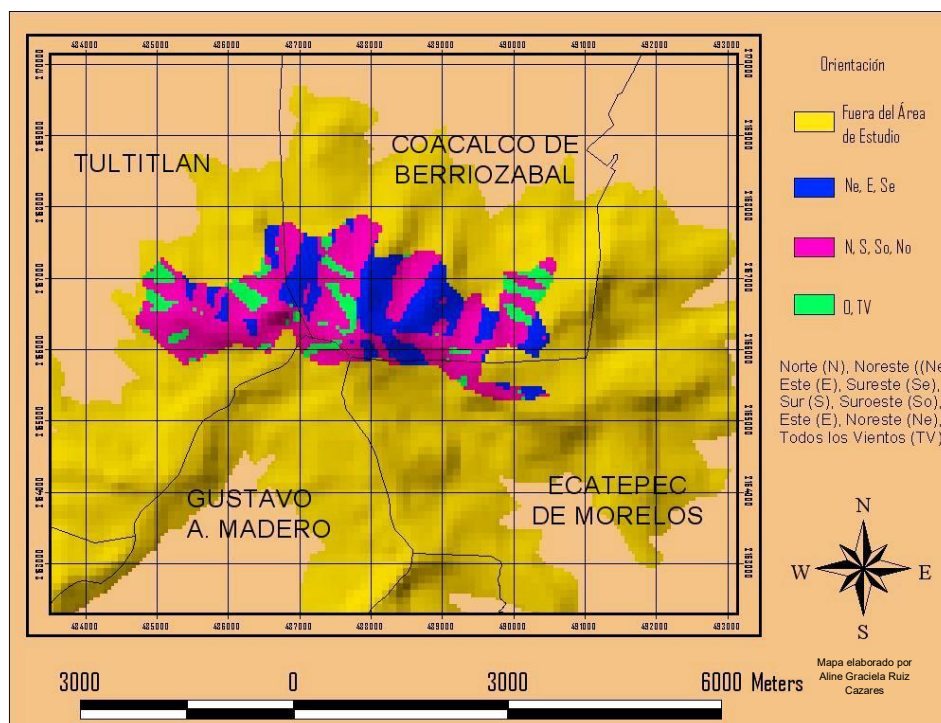
b) Altitud: según Herrera-Campos et al. (2004), Bárcenas (2007) y Miranda (2012), respecto a la zonación altitudinal de los líquenes, las partes más altas de las

elevaciones son las más conservadas y por tanto las que contienen la mayor diversidad de líquenes, por lo que se dividió en tres estratos altitudinales la zona de estudio, teniendo como el estrato más bajo de los 2,400 a los 2,700 m, el medio de los 2,700 a los 2850 m y el alto de los 2,850 a los 3000 m (Figura 18).



**Figura 18:** Estratificación altitudinal de la zona de bosque de encino del PESG.

c) Orientación: en la recolección de los líquenes se consideró a Miranda (2008) y Lijteroff et al. (2009), quienes observaron una marcada preferencia de los líquenes por sitios de ladera con orientación noroeste, este y sureste; siendo menor hacia el noreste, norte, sur y suroeste; y muy escasa en el oeste y en zonas planas (todos los vientos TV) (Figura 19).



**Figura 19:** Distribución de los estratos de acuerdo a la orientación de las laderas del PESG.

Con base en lo anterior, se establecieron tres puntos de colecta en cada nivel altitudinal, y en cada uno de ellos se seleccionó un punto correspondiente a cada orientación en la zona de cobertura de bosque de encino, teniendo un total de nueve puntos de muestreo (Tabla 2).

**Tabla 2:** Sitios de recolección en la zona (Bajo: 2400-2700, Medio: 2700-2850, Alto: 2850-300; M= pico Moctezuma, P= pico Picacho, F= pico El Fraile; N= norte, NO= noroeste, NE= noreste, E= este).

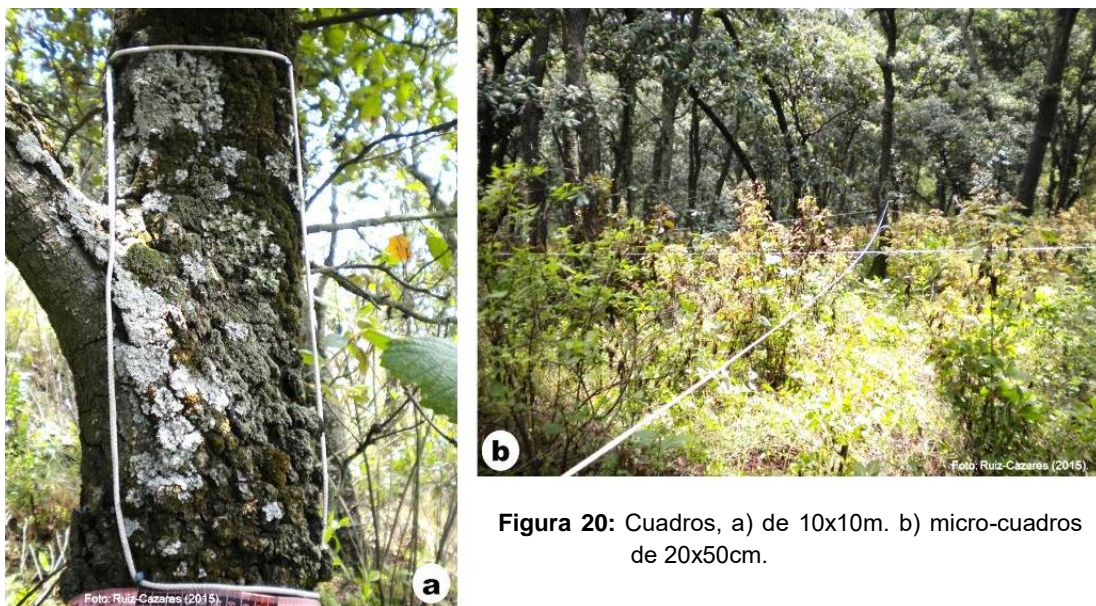
Número de cuadrante	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Estrato de Altitud	bajo	bajo	bajo	medio	medio	medio	alto	alto	alto
Orientación	N	N	N	NO	NO	NE	N	E	NE
Elevación	M	P	F	M	P	F	M	P	F

### 9.3. Trabajo en campo.

Se realizó en cada punto de colecta un cuadro de 10x10 m (Figura 20a), donde se recolectaron ejemplares de la flora circundante para su determinación en el laboratorio, también, se seleccionaron dentro de cada cuadro los árboles (forofitos) que contenían más líquenes en los dos metros más bajos del tronco. Además, se recolectaron hojas y

frutos de los forofitos para su identificación y muestras de la corteza de cada uno de ellos para las pruebas de laboratorio.

De cada forofito se tomaron los siguientes datos: diámetro a la altura del pecho (DAP) (1.5 m. de la base); diámetro de copa (DC), altura del árbol (AA) y altura del fuste (F) (Zambrano et al. 2000; Bárcenas, 2007; Pérez-Pérez et al., 2008; Soto et al., 2012 y Miranda, 2012). Y colocando un micro-cuadro (Figura 20b) en el tronco de cada encino, a 1.5 m. de la base de cada forofito (en la parte en que se observó mayor abundancia líquénica), se recolectaron todos los líquenes que se ubicaron dentro de esta área.



**Figura 20:** Cuadros, a) de 10x10m. b) micro-cuadros de 20x50cm.

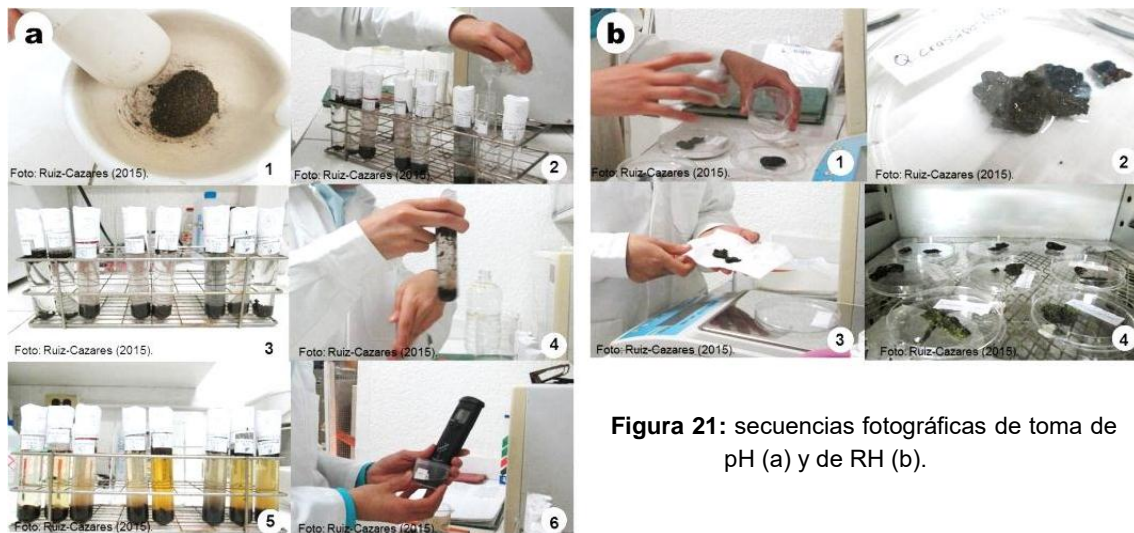
#### **9.4. Trabajo en laboratorio.**

Los ejemplares líquénicos recolectados fueron determinados a nivel de especie con las técnicas estandarizadas a partir de la observación de caracteres morfológicos, anatómicos y químicos considerando la literatura especializada, al igual que los ejemplares arbóreos; todo el material se identificó en el laboratorio de Ecología y Taxonomía de Árboles y Arbustos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (UNAM).

A cada muestra de corteza se le realizó un análisis para determinar su pH y retención de humedad, siguiendo el método de Pereira et al. (2014) detallado a continuación:

- pH: para esta técnica se tomó una muestra seca de corteza limpia de encino y se pesaron 2 gr. en balanza analítica, esta muestra se pulverizó en un mortero, se vació en un tubo de ensayo, se hidrató con 30 ml. de agua destilada y se homogenizó, se dejó reposar por 24 hrs a la temperatura del ambiente, tapando cada tubo para evitar contaminaciones; después de este periodo, se filtró la muestra y se tomó el pH del líquido con un potenciómetro (Figura 21a).

- Retención de humedad (RH): para esta técnica se tomó un trozo completo de corteza limpia de encino de aproximadamente 2 gr. de peso (Pi), se sumergió en agua destilada por 24 hrs, posteriormente se le secó el exceso de humedad con una toalla absorbente y se pesó nuevamente con una balanza analítica para obtener el peso húmedo (Pu); después se secó la muestra por 24 hrs en un horno a 100 °C y se pesó una vez más (Ps) para obtener el peso seco (Figura 21b). El potencial de retención de humedad (RH) se obtuvo restando el peso húmedo (Pu) menos el peso seco (Ps) entre el peso inicial (Pi).  $RH = \frac{Pu - Ps}{Pi}$ .



**Figura 21:** secuencias fotográficas de toma de pH (a) y de RH (b).

Los ejemplares recolectados fueron herborizados y montados para su preservación y resguardo en el herbario IZTA de la FES Iztacala.

## 9.5. Presentación de resultados.

De los líquenes se presentan un listado de las especies, las descripciones de los géneros y especies y las claves para su identificación, con base en Micobankc

(<http://www.mycobank.org/>), Nash III, 2001; Brodo, 2001, 2006 y Krog, 1974; se tomaron fotografías de cada especie para ilustrar las descripciones. De los forofitos encontrados en la zona se presentan las descripciones del género y de las especies y las claves para su identificación, basadas en Romero et al. (2002).

## **9.6. Análisis de datos.**

Se realizó un cuadro comparativo de las especies de líquenes de cada cuadro para describir la distribución de éstos en la zona. También, se calculó el índice de Simpson y Shannon-Weiner para describir más detalladamente la diversidad y el índice de Jaccard para comparar la distribución entre los cuadros.

Se realizó un análisis de correlación de Pearson con el programa *Minitab ver. 17* para comparar los análisis hechos a los forofitos (con un valor de  $\alpha=0.05$  para la significancia), se representan una tabla y una gráfica de dispersión, un diagrama de cajas (boxplots) y un dendrograma.



## 10. RESULTADOS Y ANALISIS

### 10.1. Líquenes.

Se identificaron 216 ejemplares liquénicos en la zona, correspondientes a 34 especies, de 14 géneros, 7 familias y 2 órdenes (Tabla 3); de las especies registradas 28 son nuevos registros para el Estado de México y una es probablemente un nuevo registro para el país.

De las especies de líquenes colectadas en todos los cuadros, las especies *Cladonia subradiata*, *Heterodermia rugulosa*, *Parmotrema austrosinense*, *Parmotrema ultralucens*, *Peltigera colina*, *Physcia millegrana*, *Punctelia boliana* y *Punctelia hypoleucites* fueron especies raras, ya que se colectó solo un ejemplar en toda la zona de estudio; por otro lado, las especies mejor representadas en la zona fueron *Punctelia subrudecta* con 39 ejemplares colectados, *Flavopunctelia praesignis* con 24, *Everniastrum pseudonepalense* con 14 y *Leptogium burnetiae* también con 14. Solo la especie *Punctelia subrudecta* se colectó en todos los cuadros de la zona (Tabla 5).

**Tabla 3:** Lista de especies de macro-líquenes corticícolas encontradas en el bosque de encino del PESG (\* nuevos registros para el Estado de México, \*\* posible nuevo registro para el país).

Orden	Familia	Género	Especie	
Lecanorales	Cladoniaceae	<i>Cladonia</i>	<i>C. subraediata</i> *	
	Collemataceae	<i>Leptogium</i>	<i>L. burnetiae</i> *	
	Parmeliaceae	<i>Canoparmelia</i>	<i>C. texana</i> *	
			<i>Everniastrum</i>	<i>E. pseudonepalense</i> *
			<i>Flavoparmelia</i>	<i>F. caperata</i>
		<i>Flavopunctelia</i>	<i>F. flaventior</i> *	
			<i>F. praesignis</i> *	
			<i>F. soledica</i> *	
		<i>Parmotrema</i>	<i>P. austrosinense</i> *	
			<i>P. crinitum</i> *	
			<i>P. cristiferum</i>	
			<i>P. dilatatum</i> *	
			<i>P. hypotropum</i> *	
			<i>P. stuppeum</i> *	
			<i>P. tinctorum</i> *	
		<i>P. ultralucens</i> *		
		<i>Punctelia</i>	<i>P. boliana</i> *	
	<i>P. c.f. caseana</i> **			
	<i>P. hypoleucites</i>			
	<i>P. subrudecta</i>			
	<i>Usnea</i>	<i>U. parvula</i> *		
		<i>U. glabrata</i> *		
	Physciaceae	<i>Heterodermia</i>	<i>H. appalachensis</i> *	
<i>Physcia</i>		<i>H. rugulosa</i> *		
		<i>P. aipolia</i> *		
		<i>P. americana</i> *		
		<i>P. biziana</i> *		
<i>P. millegrana</i> *				

			<i>P. tenella*</i>
	<i>Ramalinaceae</i>	<i>Ramalina</i>	<i>R. americana*</i>
			<i>R. farinacea</i>
			<i>R. intermedia</i>
<i>Peltigerales</i>	<i>Peltigeraceae</i>	<i>Peltigera</i>	<i>P. collina*</i>
	<i>Lobariaceae</i>	<i>Sticta</i>	<i>S. fuliginosa*</i>

### 10.1.1. Claves para la identificación de macro-líquenes corticícolas del bosque de encino del Parque Estatal Sierra de Guadalupe

#### Separación de formas de crecimiento:

1.- Talo en forma de arbusto, ramificado, con las ramas cilíndricas o aplanadas al menos en alguna de sus partes, sin una clara distinción entre una corteza inferior y una corteza superior. . . . . **Clave A (líquenes fruticosos).**

1.- Talo no en forma de arbusto, aplanados dorso-ventralmente, con lóbulos redondeados o aplanados y con estructuras de fijación en la corteza inferior (ricinas, tomento), con una clara distinción de una corteza inferior y superior. . . . .  
. . . . . **Clave B (líquenes foliosos).**

#### Clave A. Líquenes fruticosos.

1.- Ramificaciones del talo redondeadas o cilíndricas, nunca aplanadas. . . . . **2**

1.- Ramificaciones del talo aplanadas. . . . . **3**

2.- Ramificaciones con un cordón central interno a lo largo del talo. . . . . **Usnea.**

2.- Ramificaciones huecas en el centro, con un talo primario en forma de escama y otro secundario en forma de podocio. . . . . **Cladonia subradiata.**

3.- Ambas caras de las ramificaciones de color similar, a veces con presencia de pseudocifelas, con las ramificaciones erectas a sub-erectas nunca recostadas sobre el sustrato. . . . . **Ramalina.**

3.- Ramificaciones del talo con una de las caras más oscura que la otra, la cara que está en contacto con el sustrato de color café oscuro a negro, ramificaciones cóncavas con los bordes truncados. . . . . **Everniastrum pseudonepalense.**

## Clave B. Líquenes foliosos.

- 1.- Superficie inferior del talo tomentosa o algodonosa, a veces lisa, arrugada o rugosa o con venas pero nunca desnuda. . . . . 2
- 1.- Superficie inferior del talo nunca tomentosa o algodonosa; con ricinas dispersas o abundantes, a veces desnuda en algunas partes o al menos en las zonas cercanas al margen de los lóbulos. . . . . 4
- 2.- Talo muy suave y brillante en forma de gelatina cuando esta mojado, superficie superior isidiada, rugosa, verde oliva. . . . . ***Leptogium burnetiae***.
- 2.- Talo sólido no en forma de gelatina cuando está mojado, superficie superior sorediada o a veces isidiada, color café verdoso a verde oscuro. . . . . 3
- 3.- Superficie inferior lisa con cifelas conspicuas y elípticas, tomento distribuido en toda la superficie; superficie superior isidiada, café cuando está seca, isidios simples a coralinos de un tono más oscuro. . . . . ***Sticta fuliginosa***.
- 3.- Superficie inferior rugosa en forma de venaciones, carente de cifelas y tomento, superficie superior verde oscuro cuando está seca, sorediada, soredios distribuidos a lo largo de los márgenes de los lóbulos. . . . . ***Peltigera collina***.
- 4.- Talo con tintes amarillentos, superficie superior color amarillo, verde amarillento o gris amarillento cuando está seco. . . . . 5
- 4.- Talo sin tintes amarillentos, superficie superior de colores en escala de grises cuando está seco. . . . . 10
- 5.- Superficie superior con pseudocifelas conspicuas, elípticas o en forma de grietas, superficie inferior café pálido a blanquecino u oscuro a negro. . . . . 6
- 5.- Superficie superior sin pseudocifelas, superficie inferior oscura a negra. . . . . 7
- 6.- Superficie inferior pálida a blanca, ricinas simples a ramificadas abundantes o dispersas distribuidas homogéneamente en toda la superficie. . . . . ***Punctelia***.

- 6.- Superficie inferior color café oscuro a negro en el centro y café más pálido en las zonas cercanas a los lóbulos, ricinas simples dispersas y ausentes en la zona cercana a la periferia. . . . . **Flavopunctelia.**
- 7.- Talos con cilios marginales o con ricinas en forma de cilios, cilios dispersos o conspicuos en los lóbulos. . . . . **Parmotrema.**
- 7.- Talos sin ricinas en forma de cilios o eciliados marginalmente, aunque a veces puede tenerlos en la lámina. . . . . 8
- 8.- Superficie superior con mácula blanca o pruina conspicua o dispersa, sorediado o isidiado, corteza K- o K+ amarillo. . . . . 9
- 8.- Superficie superior carente de mácula o pruina, sorediado nunca isidiado, corteza siempre K+ amarillo. . . . . **Flavoparmelia caperata.**
- 9.- Superficie superior carente de pruina blanca pero con mácula, sorediado; médula C-, K- y KC+ rosa pálido a veces KC-. . . . . **Canoparmelia texana.**
- 9.- Superficie superior con o sin pruina blanca, maculada, sorediado o isidiado; KC+ rojo o a veces KC- si es así K+ amarillo. . . . . **Parmotrema.**
- 10.- Carente de corteza inferior que se observa algodonosa y blanca, a veces desarrollando cilios marginales blancos, ricinas en forma de cilios o ricinas blancas simples o ramificadas casi desde la base. . . . . 14
- 10.- Corteza inferior bien definida como una capa color café pálido a oscura o negra lisa o rugosa, con o sin cilios marginales negros, ricinas en forma de cilios o ricinas color negro o café oscuro. . . . . 11
- 11.- Talos con cilios marginales o ricinas en forma de cilios color negro; superficie inferior lisa color negro o café oscuro, con ricinas, aunque con una parte desnuda más pálido cercana a los lóbulos, ricinas simples o divididas en dicotomías, dispersas o abundantes en las partes centrales. . . . . 12
- 11.- Talo carente de cilios marginales, aunque a veces se encuentran en la superficie superior, superficie inferior café pálido o blanca, ricinas simples o ramificadas del mismo color que la corteza inferior. . . . . 13

12.- Lóbulos alargados y delgados de 2-4mm, divididos en dicotomías, truncados, sorediado, soredios en las puntas de los lóbulos, médula K+ amarillo tornando a rojo obscuro, C-, KC-. . . . . ***Everniastrum pseudonepalense***.

12.- Lóbulos muy abiertos arriba de 4mm de ancho, redondeados, soredios o isidios dispersos en la lámina o en los márgenes de los lóbulos revolutos, médula K- o K+ amarillo, rojo o naranja. . . . . ***Parmotrema***.

13.- Superficie superior con pseudocifelas blancas en puntuaciones elípticas o como cuarteaduras de la corteza conspicuas o dispersas, lóbulos abiertos arriba de 4mm de ancho redondeados. . . . . ***Punctelia***.

13.- Superficie superior sin pseudocifelas pero a veces con fina mácula o pruina, lóbulos estrechos de 2-4mm de ancho truncados a subtruncados. . . . . ***Physcia***.

14.- Superficie inferior esponjosa no algodonosa, con ricinas blancas a café pálido, simples, a veces con cilios marginales, talos arriba de (4-) 5cm de diámetro, estrechamente sujetos al sustrato. . . . . ***Heterodermia***.

14.- Superficie inferior algodonosa, carente de ricinas o cilios marginales, talos menores de 4cm de diámetro, pero formando conglomerados de varios talos en forma de escamas, lóbulos de bordes crenados, con un talo secundario fruticoso y hueco en forma de podocio. . . . . ***Cladonia subradiata***.

**10.1.2. Claves para especies y descripciones por género y especie de líquenes corticícolas del Parque Estatal Sierra de Guadalupe.**

***Canoparmelia*** Elix & Hale.

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** folioso, orbicular en los bordes, lobulado, algunas veces imbricado; **lóbulos:** usualmente sub-irregulares pero algunas veces sub-lineares; ápices usualmente

rotundos, eciliados; **superficie superior**: pálida gris amarillenta o verde grisácea, plano a rugoso algunas veces con crestas maculadas, liso, brillante u opaco, algunas veces maculado, usualmente epruinoso; con o sin soledios, póstulas o isidios; pseudocifelas ausente; **corteza superior**: epicorteza con poros, plectenquimatosa; **médula**: blanca, holgadamente empaquetada, paredes de las células con isoliquenina; **fotobionte**: primario una *Trebouxia*, fotobionte secundario ausente; **superficie inferior**: negra y más café hacia la periferia, plana a algunas veces arrugada, sujeto por ricinas simples y ausentes en la periferia; carente de cifelas, pseudocifelas y tomento; **ascomata**: apotecios no perforados laminares en el talo, orbiculares, con forma de cubo, sésiles, margen prominente con borde taloide, excípites gris o hialino, epitecio café o amarillo (cafeino), hipotecio hialino; **asca**: lecanoral, ápice de las paredes de las capas engrosadas, ápice amiloide con amplio cuerpo axial hacia el ápice con 8 esporas; **ascosporas**: simples, elipsoides 10-14  $\mu\text{m}$  de largo por 4-8  $\mu\text{m}$  de ancho, pared delgada, hialina; **conidiomata**: picnidios laminares o raramente marginales, inmersos; **conidios**: bifusiforme a raramente baciliforme o fuciforme, 7.10 (-15) X 1  $\mu\text{m}$ ; **metabolitos secundarios**: corteza superior con atranorina (raramente ácido úsnico) y cloroatranorina, médula alguna combinación de dépsidos de orcinol,  $\beta$ -orcinol, depsidionas de  $\beta$ -orcinol, ácidos alifáticos, antraquinonas, o derivados de aminoácidos; **geografía**: predominantemente tropical y subtropical a bosques templados; **sustrato**: principalmente sobre corteza o rocas ácidas.

***Canoparmelia texana*** (Tuck.). Referencia: Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 22a, b y c**).

**Talo**: adnato, folioso de 4-12 cm de diámetro, irregularmente lobulado; **lóbulos**: sub-irregulares a sub-lineares, alargados, planos a sub-convexos, separados, 3-5 mm, ápices rotundos, crenados a profundamente incisos y eciliados; **superficie superior**: gris pálida a blanca cenicienta, lisa a más o menos rugosa, opaca, maculada y solediada; **soledios**: gruesos, granulares, blanquecinos, laminares, inicialmente en póstulas que se desarrollan dentro de soraliolos capitados y orbiculares, soraliolos usualmente no confluentes, isidios ausentes; **médula**: blanca con una continua capa

algal; **superficie inferior:** negra con una zona desnuda café marginalmente, ricinada; **ricinas:** dispersas a moderadamente densas (excepto al margen), negras, simples; **apotecios:** raros, laminares en el talo, 2-5 mm de ancho, discos café rojizos a café oscuros, márgenes usualmente sorediados; **ascosporas:** elipsoides, 8-11 x 5-7  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** corteza K+ amarillo, KC-, C-, P+ amarillo, médula K-, C-, KC- (o + rosa pálido); **metabolitos secundarios:** corteza superior con atranorina y cloroatranorina, médula con ácido divaricático (mayor), ácido nordivaricático y ácido estenosporico (traza); **sustrato y ecología:** en pinos y maderas duras (en *Quercus obtusata* y *Q. rugosa*) en bosques húmedos abiertos o a lo largo de carreteras en pequeñas a medianas elevaciones de áreas de montaña; **distribución mundial:** pantropical y algunas áreas templadas adyacentes del norte y sur de América, Asia y Australia; **distribución en México:** hacia el sur entre la Sierra Madre Occidental de Chihuahua, Sonora y Sinaloa, sureste de las montañas de Baja California Sur, Hidalgo. Nuevo registro para el estado de México (Sierra de Guadalupe).

#### **Cladonia** P. Browne.

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** compuesto por un talo primario (basal, horizontal) y por uno secundario (erecto); **corteza:** densa, compuesta por hifas más o menos verticalmente orientadas, **médula:** usualmente con dos capas, capa exterior blanca compuesta por hifas más o menos sueltas, contienen glomérulos algales; la capa interna hialina o blanca, cartilaginosa, con hifas conglutinantes circundantes al canal central. **Talo primario:** compuesto por escuámulas basales, estrechamente apreso al sustrato, o ascendente a erecto redondeado a alargado, sorediada o no, a veces persistente ocasionalmente dominante; **superficie superior:** corticada; **superficie inferior:** compuesta de capas de hifas no corticadas, orientadas paralelamente, radiada en un patrón flabeliforme de la porción basal en el cual generalmente están sujetas al sustrato. **Talo secundario:** constituido por un podocio hueco o raramente sólido, creciendo en la superficie superior o en los márgenes del talo primario, abultado, puntiagudo o en forma de copas simples

o ramificadas, axilas ramificadas cerradas o perforadas, perforaciones ocasionalmente amplias; **superficie:** variablemente corticada a no corticada, con una corteza continua generalmente compuesta por alguna combinación de gránulos corticales, verrugas, soledios y escamas; **fotobionte:** primario una *Trebuxia*, fotobionte secundario ausente; **ascomata:** apotecios lecidinos, café, al ápice del podocio, en bordes de copas, en los ápices de las ramas o raramente sésiles o en escámulas basales: discos rojos, pálidos o café oscuro, oscuros con el tiempo y algunas veces negruzcos; **metabolitos secundarios:** dépsidos, depsidionas, dibenzofuranos y derivados (incluyendo ácido úsnico), terpenoides, ácidos alifáticos y pigmentos de quinona; **geografía:** regiones árticas a antárticas, tundra a bosques tropicales pero notablemente ausente en regiones áridas; **sustrato:** en suelo, especialmente en humus ácidos y arena, madera podrida, bases de árboles y troncos, rocas desnudas o con musgo.

***Cladonia subradiata*** (Vainio) Sandst. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 22d, e y f**).

**Talo primario:** escamuloso, persistente a evanescente, escámulas de 2-4 x 1-2 mm, crenulado a lacinado, esorediado a granular por debajo y hasta los márgenes; **podocio:** gris blanquecino, 0.8-3 cm de largo, 0.4-1 mm de ancho, no ramificado o escasamente ramificado, puntas agudas a romas en podocios jóvenes, podocios maduros formando copas, copas de 0.6-3 (-4) mm de diámetro, superficiales, produciendo un himenio puntiagudo con proliferaciones a lo largo de los márgenes, ocasionalmente deformados y lateralmente aplanados; **superficie:** finamente corticada en la base, solediado (pero principalmente cubierto por estructuras solediodes o isidioides) dentro de copas y debajo discos de himenio, además micro-escámulas ligeramente alargadas (0.1-0.2 mm de largo) y gránulos hacia la base; **apotecio:** no común, café oscuro (pero más frecuentemente primeramente café pálido), 2-3 mm de diámetro; **ascosporas:** fusiformes, 10-12 x 2  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** comunes, ya sea en escámulas basales o en las puntas de los podocios, en forma de cascabel a piriformes, fuertemente constrictos a la base, con gelatina hialina; **conidios:** 7-10 x 1  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** K-, C-, KC-, P+ rojo, UV-; **metabolitos secundarios:** ácido fumaroprotocetraico y ácido convirencico accesorio; **habidad y ecología:** en cortezas (*Quercus rugosa*), madera en descomposición, bancos



de tierra, en regiones tropicales a templado-calurosos **distribución mundial:** África, Asia, Australia, América del norte, y América del sur; **distribución en México:** Chihuahua y Sinaloa. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

**Everniastrum** Hale ex Sipman.

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** folioso a sub-fruticoso, lobado, separado, ligeramente imbricado; **lóbulos:** lineales-alargados, caniculados, ápices usualmente truncados y ciliados; **superficie superior:** gris brillante a gris, brillante u opaco, maculado o no, usualmente no pruinosos, con o sin isidios o soledios, carente de pseudocifelas; **corteza superior:** delgada de 30µm, con poros en la epicorteza, paraplectenquimatosa; **médula:** blanca, ligeramente empaquetada, células de las paredes contienen isoliqueina; **fotobionte:** primario una *Trobouxia*, fotobionte secundario ausente; **superficie inferior:** marrón a negra, ricinada o no, ricinas simples y largas dispersas del mismo color que la superficie inferior; cifela, pseudocifela y tomento ausente; **apotecios:** laminares en el talo, orbiculares, en forma de copa, sub-pedicelado o pedicelado, estipe hueco, margen prominente con borde taloide, disco no perforado café a café oscuro, excipite gris o hialino, epitecio café o café amarillento, hipotecio hialino; **asca:** lecanoral, paredes de las capas del ápice engrosado, ápice amiloide, relativamente largo (promedio de 50 x 23 µm), con 8 esporas; **ascosporas:** simples, elipsoides, 10-28 x 4-12 µm, paredes delgadas, hialinas, no amiloides; **conidiomata:** bifusiforme, 4-10 x 1 µm, o raramente filiformes, 13-21 x 1 µm; **metabolitos secundarios:** corteza superior atranorina y cloroatranorina, médula alguna combinación de ornisol, dépsidos o depsidonas, β-ornisol depsidos o depsidonas, benzil esterres, o ácidos alifáticos; **geografía:** pantropical y extendiéndose dentro de regiones subtropicales, de montaña, más diverso en el centro y sur de América; **sustrato:** principalmente en cortezas, particularmente común en coníferas, raramente en rocas.

***Everniastrum pseudonepalense*** (Hale & M. Wirth) Hale ex Sipman. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 23a, b y c**).

**Talo:** robusto, folioso a sub-caespitoso, muy ligeramente adnato, arriba de 8 (excepcionalmente hasta 12) cm de diámetro, lobado dicotómicamente o sub-dicotómicamente; **lóbulos:** (1-) 2-4 (-6) mm de ancho, sub-involutos a aplanados, ápices ciliados, cilios frecuentes, arriba de 3mm de largo, simples o ramificados; **superficie superior:** pálida y con puntos blancos inconspicuos, no sorediado o isidiado; **superficie inferior:** negra, coloreada de café hacia las puntas de los lóbulos, ricinas densas a muy dispersas de 1 mm de longitud, simples o ramificadas; **apotecios:** comunes, arriba de 8 (-14) mm de diámetro, los más grandes perforados; **ascas:** clavadas, 8 esporas por asca; **ascosporas:** elipsoides a ligeramente reniforme, 16-21 (-23) x 7-10  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** abundantes, 0.2-0.3 mm de ancho; **conidios:** baciliforme, recto, 5-8 x 1  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** corteza superior K+ amarillo, C-, KC-, P+ amarillo; **metabolitos secundarios:** médula con ácido salazínico (mayor), ácido norestictico (menor o accesorio) y ácidos grasos; **sustrato:** árboles (*Abies religiosa*, *Quercus mexicana*, *Q. rugosa*, *Alnus* y *Pinus*). **Distribución mundial:** México y Hawai; **distribución en México:** zonas de la Sierra madre Occidental de Chihuahua, Distrito Federal y Jalisco. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

### **Flavoparmelia** Hale.

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** foliosos de contorno circular, lobado; **lóbulos:** usualmente sub-irregulares, ápices usualmente rotundos, cilios ausentes; **superficie superior:** verde amarillenta a amarilla (raramente verde o azul verdoso), lisa, plana a rugulosa, brillante u opaca, frecuentemente con soredios o póstulas, no maculada, usualmente no pruinoso, pseudocifelas ausentes; **corteza superior:** poros en la epicorteza, plectenquimatosa; **médula:** blanca, algunas veces con la parte inferior pigmentada; las paredes de la células contienen isoliquenina; **fotobionte:** primario una *Trebuxia*, fotobionte

secundario ausente; **superficie inferior:** negra, frecuentemente café en el margen, plana a algunas veces arrugada, sujeta por ricinas simples, cifelas, pseudocifelas y tomento ausente; **ascomata:** apotecios no perforados, laminares en el talo, orbicular, en forma de copa, sésiles, márgenes prominentes con borde taloide, excípites gris o hialino, epitecio café o café amarillento, hipotecio hialino; **ascas:** lecanorales, con las capas de la pared engrosadas hacia el ápice, ápice amiloide con un cuerpo axial amplio y divergente hacia el ápice, con 8 esporas; **ascosporas:** simples, elipsoides, 14-20 x 7-10  $\mu\text{m}$ , paredes delgadas, hialinas; **conidiomata:** ausente o presente, picnidios, laminares, inmersos; **conidios:** baciliformes, bifusiformes o fusiformes, 6-10 x 1  $\mu\text{m}$ ; **metabolitos secundarios:** corteza superior con ácido úsnico, además raramente con atranorina y cloroatranorina, médula con alguna combinación de dépsidos de ornisol,  $\beta$ -ornisol dépsidos,  $\beta$ -ornisol depsidonas, (mayor) ácidos alifáticos, antraquinonas u otras quinonas, ácido secalónico o derivados de aminoácidos; **geografía:** cosmopolitas, fuera de las regiones polares y tropicales húmedas; **sustrato:** principalmente sobre cortezas o en rocas no calcáreas.

***Flavoparmelia caperata*** (L.) Hale. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 23d, e y f**).

**Talo:** adnato a ligeramente adnato, folioso, 5-20 cm de diámetro, algunas veces formando parches extensos, irregularmente lobado; **lóbulos:** sub-irregulares, alargados, planos a sub-convexos, separados, 5-13 mm de ancho, continuos a algo imbricados, ápices rotundos, crenados, eciliados; **superficie superior:** verde amarillenta a amarilla pálida, ocasionalmente verde grisácea (en tonos), lisas pero convirtiéndose en arrugada y plegada con el tiempo, opaca a algo brillante, epruinosa y no maculada; **soredios:** laminares, granulares a verrugosos, inicialmente en soralios circulares pero convirtiéndose en difusos a confluentes, isidios ausentes; **médula:** con una continua capa algal; **superficie inferior:** negra al centro, marrón y desnuda periféricamente, con ricinas densas a dispersas del centro a la zona de las puntas marrones, negras, simples, algunas veces marrones o blancas en las puntas; **apotecios:** raros, arriba de 8 mm de ancho, laminares, sésiles, discos marrones, márgenes lisos pero sorediados algunas veces; **ascas:** clavadas, de 8 esporas;

**ascosporas:** simples, elipsoides, hialinas, 15-24 x 8-13  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** laminares, inmersos; **conidios:** débilmente bifusiformes, 6 x 1  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** corteza superior K-, C-, KC+ amarillo, P-, médula K-, C-, KC-, P+ rojo; **metabolitos secundario:** superficie superior con ácido úsnico (mayor) y atranorina (traza); médula con ácido protocetrárico (mayor) y ácido caperático (menor); **sustrato y ecología:** en árboles de hoja ancha (*Abies religiosa*, *Pinus ayacahuite*, *Tilia paltyphillos*, *Quercus ilex*, *Q. rugosa*), arbustos de hábitats abiertos, de la costa hasta regiones de montaña arriba de los 2000 msnm, raramente en rocas; **distribución mundial:** norte y sur de América, Europa, Asia, África; **distribución en México:** común en robles, particularmente en costas de California y Baja California, ocasionalmente al sur de la Sierra Madre occidental de Sonora y Chihuahua, Hidalgo, Distrito Federal, Jalisco y Estado de México.

***Flavopunctelia*** (Krog) Hale.

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** amarillo pajizo, verde amarillento (ácido úsnico presente) arriba de 15 cm de diámetro, adnato a ligeramente sujeto, folioso, lobado; **lóbulos:** eciliados, lineares a redondeados en general, planos, continuos, arriba de 8 (-15) mm de ancho, raramente imbricados; **propágulos asexuales:** algunas especies con soredios o lobulitos marginales y/o laminares, isidios desconocidos; **superficie superior:** lisa a arrugada; **pseudocifelas:** comunes en todas las especies menos en *F. soredica*, pequeñas y puntiformes a alargadas o finamente ramificadas, blancas; **corteza superior:** paraplectenquimatosa, 12-25  $\mu\text{m}$  de ancho con una epicorteza sin poros; **médula:** 90-360  $\mu\text{m}$  de ancho, blanca; **fotobionte:** primario una alga verde *Trebouxia*, fotobionte secundario ausente; **superficie inferior:** lisa a arrugada, de negro a más pálido, ricinas simples, a veces carentes en la zona de la periferia, generalmente del mismo color que la superficie inferior; **ascomata:** apotecios lecanorinos, laminares, sésiles a sub-estipitados, discos pálidos a marrón oxidado obscuro o castaño; **ascas:** tipo lecanoral, con un talo amiloide, con 8 esporas; **ascosporas:** hialinas, simples, redondeadas a elipsoides, 6-16 x 4-10  $\mu\text{m}$ ; **conidiomata:** ausente o presente, picnidios laminares, a

menudo concentrados más cerca de los márgenes, negras sésiles a débilmente emergentes; **conidios**: bifusiforme, 5-10 x 1 µm, pero a menudo aparecen filiformes; **metabolitos secundarios**: todas las especies contienen ácido úsnico en la corteza (menor) y ácido lecanórico en la médula (mayor), ácido 5-clorolecanórico (en cantidad menor o traza); **geografía**: predominantemente templados o en las montañas más altas de las regiones tropicales; **sustrato**: en varios angiospermas y coníferas así como en rocas ácidas o básicas.

1.- Superficie superior carente de soledios pero con apotecios conspicuos; lóbulos alargados. . . . . ***Flavopunctelia praesignis***.

1.- Superficie superior con soledios conspicuos o inconspicuos, carente de apotecios y si están presentes inconspicuos; lóbulos no alargados. . . . . 2

2.- Soledios en soralios elípticos puntiformes distribuidos en toda la lámina; pseudocifelas inconspicuas o ausentes. . . . . ***Flavopunctelia flaventior***.

2.- Soledios a lo largo y/o en los márgenes de los lóbulos que a veces se tornan revolutos; pseudocifela común y abundante. . . . . ***Flavopunctelia soledica***.

***Flavopunctelia flaventior*** (Stirton) Hale. **Referencia**: Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University (Figura 24a, b y c).

**Talo**: folioso, débilmente sujeto a fuertemente adnato, 4-10 (13) cm de diámetro, lobulado; **lóbulos**: sub-lineares a sub-irregulares, 2-6 (-9) mm de ancho, planos, continuos; **superficie superior**: verde amarillenta, tornando a ante oscuro con el tiempo en el herbario, lisa a ligeramente arrugada y rugosa, raramente ligeramente con surcos reticulados, algunas veces con mácula blanca, raramente ejemplares con algunas lacinas marginales; **pseudocifelas**: blancas, largas (arriba de 1 mm), redondeadas a alargadas y ramificadas, generalmente comunes y abundantes; **soledios**: blancos, farinosos a granulares, en soralios redondos, laminares, surgiendo desde pseudocifelas y algunas veces juntándose, los márgenes de los lóbulos pueden

también tener soralios, en algunas ocasiones formando soralios reflexos en forma de media luna; **médula:** blanca con una continua capa algal; **superficie inferior:** negra a castaño oscuro, algunas veces palideciendo cerca de los márgenes, lisa a finamente arrugada; **ricinas:** simples, raramente ramificadas, cortas, del mismo color de la superficie inferior, usualmente ausente en la zona a lo largo de los márgenes; **apotecios:** raros, laminares, sésiles a sub-estipitados, 2-6 mm de diámetro, pseudocifelado y convirtiéndose en sorediado, discos profundamente cóncavos, marrón oxidado oscuro, márgenes del mismo color que el talo; **ascas:** tipo lecanorales, con 8 esporas; **ascosporas:** hialinas, simples, ovoides a elipsoides, 8-13 x 5-7  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** negros, raros o ausentes; **conidios:** filiformes, 6-10  $\mu\text{m}$  de largo; **tinción:** corteza superior K+ amarillento, KC-, C-, P-, médula C+ rojo, KC+ rojo, K- P-; **metabolitos secundarios:** corteza superior con ácido úsnico (menor) y raramente atranorina (traza), médula con ácido lecanórico (mayor), más ácido 5-clorolecanorico (menor o traza); **sustrato y ecología:** en rocas (basalto, gneis, granito, riolita, arenisca y raramente en piedra caliza), en cortezas de maderas duras (*Fouquieria*, *Prunus*, *Quercus crassipes*, *Q. Laeta*, *Q. mexicana*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa*, *Robinia*), cortezas de bosques de coníferas (*Alnus*, *Juniperus*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga*) desde 120-850 msnm en el sureste de California o 1250-310 msnm en otras áreas de México. **Distribución mundial:** extendido en áreas templadas y boreales así como en grandes elevaciones de los trópicos en el norte y sur de América, África, Europa e India; **distribución en México:** Baja California Norte y Sur, Chihuahua, Distrito Federal, Sinaloa, Sonora, Hidalgo, Jalisco y Querétaro. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Flavopunctelia praesignis*** (Nyl.) Hale. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University (Figura 24d, e y f).

**Talo:** folioso, ligeramente sujeto a estrechamente adnato, largo de 4-10 (-15) cm de diámetro, lobado; **lóbulos:** lineares a sub-lineares al borde, continuos, planos, 2-11(15) mm de ancho, ápices redondeados; **superficie superior:** amarillo verdosa a verde amarillenta, tornando a amarillo acartonado a café amarillento con el tiempo en el herbario, ligeramente (especialmente en los márgenes) a fuertemente plegada y

rugosa, raramente débilmente estriada-reticulada, algunas veces con mácula blanca, raramente pruinosa, especímenes raros tienen pequeñas lacinas; **pseudocifelas:** blancas, comunes a ocasionales, rara vez pequeñas y puntiformes a alargadas, raramente arriba de 1 mm de talla, ocasionalmente elevadas; **propágulos sexuales:** ninguno; **médula:** blanca con una continua capa algal; **superficie inferior:** negra a castaño obscuro, algunas veces pálida hacia los márgenes, lisa a comúnmente con finos pliegues; **ricinas:** simples, raramente ramificadas, cortas, del mismo color de la superficie inferior, usualmente ausentes en una zona desnuda lo a largo de los márgenes; **apotecios:** comunes (pero tal vez ausentes), lecanorinos, sésiles a sub-estipitados y arriba de 10 mm de diámetro, disco café rojizo, pálido a obscuro y profundamente cóncavo, excipite constantemente pseudocifelado, usualmente continuo y liso, entero a ligeramente ondulado, epitecio pálido café amarillento, himenio e hipotecio hialino; **ascas:** tipo lecanorales, con 8 esporas; **escosporas:** simples, hialinas, ovoides a elipsoides a lo ancho, de 6-15 x 4-9  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** negros, usualmente comunes, laminares y concentrados cerca de los márgenes; **conidios:** bifusiformes, algunas veces aparentemente filiformes, de 5-10 x 1  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** corteza superior K+ amarillo, KC-, C-, P-; médula C+ rojo, KC+ rojo, K-, P-; **metabolitos secundarios:** ácido úsnico (menor), ácido lecanórico (mayor), ácido 5-clorolecanórico (menor o traza); **sustrato y ecología:** en cortezas de grandes bosques (*Acacia*, *Hacer*, *Alanus*, *Ceanothus*, *Fourquieria*, *Fraxinus*, *Ostrya*, *Plantanus*, *Prunus*, *Quercus crassipes*, *Q. mexicana*, *Q. btusata*, *Q. rugosa*, *Salix*), coníferas (*Abies religiosa*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Pinus*, *Pseudotsuga*) y rocas desde los 1200-2600 msnm; **distribución mundial:** suroeste de Estados Unidos, México, Perú, al este de África (Kenya); **distribución en México:** Chihuahua, Durango, Sinaloa, Sonora, Baja California Sur en altas elevaciones, Distrito Federal y Jalisco. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

**Flavopunctelia soredica** (Nyl.) Hale. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University (Figura 25a y b).

**Talo:** folioso, apreso a estrechamente adnato, de 12 cm de diámetro, lobado; **lóbulos:** lineares, sub-lineares o sub-irregulares, continuos o muy raramente separados, planos,

3-8 mm con los ápices redondeados; **superficie superior:** verde pálida, verde amarillenta a amarilla verdosa, tornando a opaca y débilmente plegada y arrugada, raramente débilmente estriada-reticulada, frecuentemente con mácula blanca, raramente con algunas lacinas marginales o pruina; **pseudocifela:** ausente o rara y muy pequeña, puntiforme; **soredios:** blancos, farinosos a granulares, cubiertos reflexos, en forma de luna en los márgenes de los lóbulos o irregularmente a lo largo de los márgenes de los lóbulos, infrecuentemente con sorolios laminares; **médula:** blanca con una continua capa algal; **superficie inferior:** lisa a finamente plegada, castaña obscura a negra, algunas veces pálida hacia los márgenes; **ricinas:** simples, raramente ramificadas, cortas, del mismo color que la superficie inferior, algunas veces con las puntas blancas, usualmente ausentes en la zona a lo largo de los márgenes; **apotecios:** raros (a menudo inmaduros), disco pálido a marrón oxidado obscuro, excípites sorediados; **asca:** tipo lecanoral con 8 esporas; **ascosporas:** simples, hialinas, elipsoides de 9-12 x 57  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** negros, raros o ausentes; **conidios:** aparentemente rectos, filiformes o bifusiformes, de 7-11  $\mu\text{m}$  de largo; **tinción:** corteza superior K+ amarillento, KC-, C-, P-, médula C+ rojo, KC+ rojo, K-,P-; **metabolitos secundarios:** corteza superior con ácido úsnico (menor), médula con ácido lecanórico (mayor), ácido +5-clorolecanórico (menor o traza); **sustrato y ecología:** en corteza y madera de *Angiospermas* (*Acacia*, *Hacer*, *Canotia*, *Ceanothus*, *Cowania*, *Fraxinus*, *Fourqieria*, *Heteromeles*, *Juglans*, *Nolina*, *Prosopis*, *Prunus*, *Quercus crassipes*, *Q. laeta*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Rhus robina*, *Salix*, *Yuca*), coníferas (*Abies balsamea*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Picea rubens*, *Pinus*, *Pseudotsuga*) y muy raramente en rocas a los 270-3200 msnm; **distribución mundial:** áreas templadas y boreales del norte de América y sur sureste de América, África del Sur, India, Rusia y Japón; **distribución en México:** Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Jalisco y Sonora. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

### ***Heterodermia*** Trevis.

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University.



**Talo:** folioso a sub-fruticoso, tamaño pequeño a mediano, sujeto de moderado a muy ligero, algunas veces en combinaciones de extensas hasta parches radiales, lobado; **lóbulos:** lineares a sub-lineares, alargados a cortos, discretos o continuos, puntas redondeadas o flabeladas, algunas veces ascendentes, con o sin cilios marginales, cilios negros o pálidos; **superficie superior:** blanca, blanco marfil o gris a marrón verdoso obscuro, con o sin pruina, con o sin soledios o isidios; **corteza superior:** prosoplectenquimatosa, compuesta de hifas periclinares; **médula:** blanca o algunas veces pigmentada de amarillo; **fotobionte:** primario un alga *Trebuxia*, fotobionte secundario ausente; **corteza inferior:** carente o prosoplectenquimatosa, pero algunas veces única, débilmente organizada y pobremente diferenciada desde la médula; **superficie inferior:** pálida u oscura, dispersas a más bien densamente ricinada; **ricinas:** pálidas u oscurecidas, simples o ramificadas, algunas veces produciéndose más allá del margen como visto desde arriba; **apotecios:** presentes o ausentes, con un excípite talino, sub-himenio hialino; **ascas:** cilíndricas, sub-clavadas a clavadas tipo lecanorales con 8 esporas; **ascosporas:** lisas, marrones, con pared delgada, con un septo de 15-54 X 7-25  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** negruzcos e inmersos; **conidios:** baciliformes a cortos y cilíndricos de 4-6 X  $\pm 1$   $\mu\text{m}$ ; **metabolitos secundarios:** terpenoides,  $\beta$ -orcinol dépsidos y  $\beta$ -orcinol depsidonas y varios pigmentos; **geografía:** principalmente pantropicales con pocas especies extendiéndose dentro de áreas templadas; **sustrato:** cortezas o madera, rocas o raramente en el suelo.

1.- Soledios presentes; carente de apotecios y picnidios, con cilios y/o ricinas en forma de cilios, ricinas ausentes en la superficie inferior; superficie inferior blanca aunque a veces más negra hacia el centro del talo. . . . . ***Heterodermia appalachensis.***

1.- Soledios ausentes, apotecios conspicuos; cilios y ricinas en forma de cilios ausentes; ricinas distribuidas en toda la superficie inferior; superficie inferior café pálido a más obscuro. . . . . ***Heterodermia rugulosa.***

***Heterodermia appalachensis*** (Kruok.) Culb. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 25c y d**).

**Lóbulos:** lineares, alargados, más o menos estrechos, 0.5-1 (-2) mm de ancho, sub-imbricados centralmente, ciliado; **cilios:** prominentes, marginales, pálidos en la base y ennegrecidos hacia los ápices de las ramificaciones; **superficie superior:** gris a gris oscuro con o sin pruina ligera, algunas veces con cilios laminares, sorediado; **soredios:** en soralios en la parte inferior cercana a las puntas, doblando las puntas hacia arriba y así parecen labriforme; **corteza superior:** prosoplectenquimatosa; **médula:** blanca en la parte de arriba y salmón debajo; **corteza inferior:** carente; **superficie inferior:** blanca pero más superpuesto por un pigmento color amarillo a salmón, aracnoide, ricinada; **ricinas:** marginales y simples; **apotecios y picnidios:** no vistos; **tinción:** corteza K+ amarillo. C-, KC-, P+ amarillo, médula K+ amarillo, C-, KC-, P-; **metabolitos secundarios:** corteza con atranorina y cloroatranorina, médula con atranorina, zeorina y leucotilina; **sustrato y ecología:** creciendo sobre cortezas de madera (*Quercus mexicana*, *Q. rugosa*); **distribución mundial:** del norte de América hasta el sureste de las montañas Apalachenses; **distribución en México:** Baja California Sur, más común en la región de la Sierra Madre Occidental de Sonora, Chihuahua y Veracruz. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Heterodermia rugulosa*** (Kruok.) Wetmore. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 25d y f**).

**Talo:** folioso, irregular a orbicular, de 5 cm o arriba de 10 cm cuando coincide con otro talo, firmemente adnato con lóbulos distintivos y médula irregularmente pigmentada, lobado en dicotomías a sub-palmeado; **lóbulos:** lineares, alargados, usualmente superponiéndose, a veces discretos, aplanados, más o menos sinuosos, 1-2 mm de ancho, usualmente con bultos peculiares a lo largo de los márgenes, eciliados; **superficie superior:** blanca grisácea, gris a gris obscura, a menudo rugulosa, usualmente con una distintiva pruina blanca, soredios e isidios ausentes; **corteza superior:** prosoplectenquimatosa; **médula:** blanca, frecuentemente pero no siempre

con parches de pigmentos amarillos o café-amarillos (K+ púrpura) **corteza inferior:** prosoplectenquimatosa; **superficie inferior:** rosada a marrón pálido o marrón, ricinada; **ricinas:** en forma de escobillón, pálidas a oscuras, simples; **apotecios:** más o menos comunes, arriba de 6mm de diámetro, sub-estipitados, pero usualmente pequeños, a menudo con pruina áspera, márgenes con pruina blanca, algunas veces lobulados; **disco:** café negruzco, epruinoso; **ascas:** sub-clavadas a clavadas, con 8 esporas; **ascosporas:** cafés con un septo, elipsoides tipo *Pachisporaria*, (19.5-) 21-26 (-29) x (9.5-) 10.5-12 (-13)  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** más o menos comunes, visibles como puntos blancos y a menudo concentrados en los márgenes de los lóbulos; **conidios:** baciliformes, 4-5 X 1  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** corteza K+ amarillo, C-, KC-, P+ amarillo, médula K+ púrpura (donde está pigmentada), C-, KC-, P-; **metabolitos secundarios:** corteza con atranorina y cloroatranorina, médula con atranorina, zeorina, leucotilina y pigmentos no conocidos color amarillo a marrón (K+ púrpura); **sustrato y ecología:** creciendo en cortezas (*Quercus rugosa*), troncos, leña y rocas, parece preferir lugares abiertos en condiciones húmedas; **distribución mundial:** suroeste de EUA y extensivamente en México; **distribución en México:** muy común en bosques adyacentes a la Sierra Madre Occidental de la región de Chihuahua y Sonora, en las montañas al sureste de Baja California Sur, Jalisco y Querétaro. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

### ***Leptogium* (Ach.) Gray.**

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** liquenizado, usualmente folioso, pero también costroso a escamuloso a un poco fruticoso, más gelatinoso, usualmente lobado; **lóbulos:** sub-lineares a sub-irregulares o cilíndricos, alargados o cortos, más planos, separados u ocasionalmente imbricados, (0.1-) 3 – 15 (-20) mm de ancho; **ápices:** rotundos a oblongos, enteros a crenados o irregularmente disectados, algunas veces tornándose hacia arriba o convirtiéndose a erectos en algunas especies; **superficie superior:** a menudo gris medio a oscuro, raramente gris azulado, algunas veces marrón a ocasionalmente marrón negruzco,

opaco o brillante, liso o a menudo fuertemente arrugado, algunas veces con isidios, filidios o lobulitos pero soledios y pseudocifela ausente; **fotobionte:** primario alguna especie de *Nostoc*, secundario ausente; **anatomía interna:** típicamente con ambas cortezas superior e inferior consistentes en una única (raramente doble) capa de células irregularmente isodiamétricas, internamente usualmente homómero entre las cortezas pero paraplectenquimatosa en un grupo, usualmente con hifas ligeramente entretrejidas con *Nostoc*; **superficie inferior:** del mismo color que la corteza superior pero usualmente más clara, lisa o arrugada, algunas veces con un tomento blanco y denso de pelos cilíndricos o esféricos, o por otra parte con dispersos mechones de ricinas o filamentos; **ascomata:** apotecial más presente, discoide, laminares a ocasionalmente marginal, sésiles a estipitados (muy raramente inmersos); **disco:** usualmente marrón o café rojizo, cóncavo a plano a convexo; **margen:** usualmente talino, del mismo color que el talo o más oscuro, liso a rugoso a arrugado, raramente pubescente, a menudo isidiado o lobulado en especies que tienen estas estructuras; **exciple:** copular, a menudo formando un anillo elevado en contraste del color talino del margen, euparaplectenquimatoso, algunas veces pobremente desarrollándose centralmente; **himenio:** hialino debajo y marrón pálido o amarillo arriba (epihimenio), 50-250  $\mu\text{m}$  de alto, paráfisis usualmente no ramificada, conglutinante, 1-2  $\mu\text{m}$  de talla, usualmente ligeramente inflado apicalmente, sub-himenio hialino a amarillo pálido; **asca:** cilíndrica-clavada, con (4-) 8 esporas; **ascosporas:** hialinas, usualmente sub-muriformes o muriformes, más raramente un único septo transversalmente, elipsoide u ovoide a sub-fusiforme, a menudo con terminación aguda y raramente el final acuminado, 15-50 x 6-18  $\mu\text{m}$ ; **conidiomata:** picnidial, endo o exo-basidial, raramente observado; **conidios:** hialinos, simples, baciliformes; **tinción:** todas las reacciones negativas; **metabolitos secundarios:** ninguno detectado; **geografía:** cosmopolita, desde los trópicos a las regiones polares; **sustrato:** en corteza o rocas ácidas o básicas, más raramente en suelo, menudo entre los musgos.

***Leptogium burnetiae*** C.W. Dodge. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 26a y b**).

**Talo:** folioso, 3-10 (15) cm de diámetro, ligeramente adnato, lobado sub-dicotómicamente o irregular; **lóbulos:** alargados, flabelados, más planos, separados a algo confluentes, 3-15 (20) mm de ancho, 100-150  $\mu\text{m}$  de grueso, ápices rotundos, enteros a crenados e isidiado, ocasionalmente girados hacia arriba; **superficie superior:** medianamente gris a gris azulado, opaco a algo brillante, liso, isidiado a algunas veces filidiado; **isidios:** dispersos a densos, usualmente laminares pero algunas veces marginales, inicialmente semi-globulares pero en poco tiempo cilíndricos, simples o ramificados, a menudo agrupados, del mismo color que el talo o a menudo más obscuro; **anatomía interna:** con las cortezas superior e inferior consistente en de una sola capa de células irregularmente isodiamétricas, internamente con las hifas entretrejidas con *Nostoc*; **superficie inferior:** pálida a medianamente gris, lisa, con tomento denso blanco o marrón pálido con pelos cilíndricos 0.2-1 mm de largo; **apotecios:** raros, laminares, estipitados, 0.5-2.5 mm de diámetro; **disco:** marrón a café rojizo, plano a convexo; **margen:** talino, del mismo color que el talo, isidiado, a menudo pubescente; **excípite:** euparaplectenquimatoso, 20-25  $\mu\text{m}$  centralmente; **himenio:** hialino debajo y ligeramente marrón arriba, 100-125  $\mu\text{m}$  de alto, paráfisis no ramificada, 1-2  $\mu\text{m}$  de talla, ligeramente inflado apicalmente, sub-himenio amarillo pálido, 20-25  $\mu\text{m}$  de ancho; **ascas:** cilíndrico-clavadas, con 8 esporas; **ascosporas:** hialinas, muriformes, 3-4 septado transversalmente, 1 septado longitudinalmente, elipsoide a sub-fusiforme, 30-45 x 12-18  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** no observados; **tinción:** todas las reacciones negativas; **metabolitos secundarios:** ninguno detectado; **sustrato y ecología:** en cortezas (*Alnus*, *Quercus crassipes*, *Q. rugosa*), rocas y musgos en bosque montañoso; **distribución mundial:** extendido en los trópicos de montaña y extendiéndose dentro de regiones templado-cálidas de Asia, África, Europa y América del Norte; **distribución en México:** Chihuahua, Hidalgo y Veracruz. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Parmotrema*. A. Massal.**

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** adnato a ligeramente adnato, folioso alargado, lobado; **lóbulos:** usualmente sub-irregulares a irregulares, algunas veces imbricados, ápices típicamente rotundos, aplanado (a sub-convexos), ciliado o no, **superficie superior:** gris o raramente verde amarillento, liso, plano a rugoso, brillante u opaco, algunas veces con mácula blanca, usualmente sin pruina, no pseudocifelado, con o sin soledios, isidios o póstulas; **corteza superior:** epicorteza con los poros del rededor plectenquimatoso; **médula:** usualmente blanca, algunas veces pigmentada completamente o en partes, las paredes de las células contiene liquenina tipo *Cetraria*; **fotobionte:** primario una *Trebuxia*, fotobionte secundario ausente; **superficie inferior:** negra, marrón a lo largo de una zona periférica (o con manchas blancas y marrón), plana a algunas veces arrugada, sujeta por ricinas simples (raramente ramificadas), carente de tomento; **ascomata:** apotecios laminares, orbiculares, en forma de copa, pedicelados, con el margen prominente, con borde taloide, disco no perforado o comúnmente perforado, excípite gris o hialino, epitecio marrón a amarillo marrón, hipotecio hialino; **asca:** lecanoral, con las capas de las paredes engrosadas apicalmente y cuerpo axial divergente, ápice amiloide con 8 esporas; **ascosporas:** simples, elipsoides, 8-35 X 5-18  $\mu\text{m}$  (típicamente por el final del rango), paredes engrosadas, hialinas; **conidiomata:** picnidios laminares o marginales, inmersos; **conidios:** sub-lageniformes (3-10 x 1  $\mu\text{m}$ ) o filiformes (8-20 x 1  $\mu\text{m}$ ); **metabolitos secundarios:** alguna combinación de dépsidos de orcinol, depsidonas de orcinol, dépsidos de  $\beta$ -orcinol (y atranorina), depsidonas de  $\beta$ -orcinol, (mayor) ácidos alifáticos, derivados de ácido púlvínico, antraquinonas, xantonas y dibenzofuranos (y ácido úsnico); **geografía:** cosmopolitas, predominantemente tropicales; **sustrato:** principalmente en cortezas o en rocas ácidas, raramente en suelo compacto.

- 1.- Cilios marginales o ricinas en forma de cilios presentes (a veces dispersos) en los márgenes de los lóbulos o en las axilas. . . . . 2
- 1.- Cilios marginales o ricinas en forma de cilios ausentes. . . . . 6
- 2.- Soledios presentes, nunca isidiados. . . . . 3
- 2.- Soledios ausentes pero isidios presentes. . . . . 5

- 3.- Cilios dispersos muy cortos, usualmente en las axilas de los lóbulos, médula P+ rojo (con ácido protocetrárico). . . . . ***Parmotrema dilatatum***.
- 3.- Cilios largos o cortos a veces abundantes o dispersos a lo largo de los lóbulos, médula P+ naranja (sin ácido protocetrárico). . . . . 4
- 4.- Cilios dispersos, cortos, menor de 2mm de largo, médula K+ tornando a naranja (con ácido norestíctico). . . . . ***Parmotrema hypotropum***.
- 4.- Cilios abundantes, largos, arriba de 3mm de largo, médula K+ tornando a rojo fuerte (ácido salasínico). . . . . ***Parmotrema stuppeum***.
- 5.- Cilios cortos, de menos de 2mm de largo, médula K-, C+ rojo, KC+ rojo (con liquenoxantona). . . . . ***Parmotrema ultralucens***.
- 5.- Cilios largos, arriba de 3mm de largo, médula K+ tornando a naranja, C-, KC- (con ácido estíctico). . . . . ***Parmotrema crinitum***.
- 6.- Soredios presentes, nunca isidiado. . . . .7
- 6.- Soredios ausentes, pero con isidios. . . . . ***Parmotrema tinctorum***.
- 7.- Médula K+ tornando a rojo fuerte. . . . . ***Parmotrema cristiferum***.
- 7.- Médula K-. . . . . 8
- 8.- Médula C+ rojo, KC+ rojo, P- (con ácido lecanórico). . . ***Parmotrema austrosinense***.
- 8.- Médula C-, KC-, P+ rojo (con ácido protocetrárico). . . . . ***Parmotrema dilatatum***.

***Parmotrema austrosinense*** (Zahlbr.) Hale. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 26c y d**).

**Talo:** folioso, ligeramente adnato, 3-10 cm de diámetro, lobado; **lóbulos:** sub-irregulares, alargados, ligeramente imbricados, planos, separados, 10-30 mm de ancho, ápices rotundos, a menudo ascendentes, sin lacinas y eciliados; **superficie superior:** blanca grisácea con algunas áreas ennegrecidas, lisa, opaca a brillante, usualmente

con débil mácula blanca, sorediada, isidios y póstulas ausentes; **soredios**: granulares, comunes, en soralios sub-marginales o marginales; **médula**: blanca con una continua capa algal; **superficie inferior**: negra con marrón a blanca moteada, desnuda en la zona periférica, centralmente ricinada; **ricinas**: dispersas, simples; **apotecios**: raros, sub-estipitados, arriba de 10 mm de diámetro, margen con soredios dispersos, disco marrón, a menudo perforado; **ascosporas**: elipsoides a en general elipsoides, de 12-18 x 7-10  $\mu\text{m}$ ; **picnidios**: no vistos; **tinción**: corteza superior K+ amarillo, C-, KC- P-, médula K-, C+ rojo, KC+ rojo, P-; **metabolitos secundarios**: corteza superior con atranorina y cloroatranorina, médula con ácido lecanórico (mayor); **sustrato y ecología**: usualmente en árboles en hábitats abiertos (*Alnus*, *Aspidusperma*, *Lithraea ternifolia*, *Zisypus mistol*, *Prosopis pugionata*, *Quercus rugosa*), raramente en rocas; **distribución mundial**: pantropical, extendiéndose hasta algunas áreas templadas adyacentes, Argentina, EUA y México; **distribución en México**: Sonora, Sinaloa, Hidalgo y Jalisco. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Parmotrema crinitum*** (Ach.) Choisy. **Referencia**: Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 26d y f**).

**Talo**: folioso, adnato a ligeramente adnato, 3-15cm de diámetro, lobado; **lóbulos**: sub-irregulares, alargados, ligeramente imbricados, planos, separados, 5-20 mm de ancho, ápices rotundos, convirtiéndose a crenados y disectados con la edad, algunas veces ascendiendo, ciliados, **cilios**: arriba de 3 mm de longitud; **superficie superior**: gris con algunas áreas ennegrecidas, lisa, opaca a brillante, epruinosa, no maculada, con cuarteaduras finas y reticuladas con la edad, isidiada, soredios y póstulas ausentes; **isidios**: simples a ramificados coralinos, algunas veces desintegrándose con la edad, a menudo apicalmente ciliados, comunes, laminares y marginales; **médula**: blanca con una continua capa algal; **superficie inferior**: negra con una zona desnuda en la periferia, centralmente ricinada; **ricinas**: simples, negras; **apotecios**: raros, sub-estipitados, arriba de 8 mm de diámetro, margen dispersamente isidiado, disco marrón, imperforado; **ascosporas**: elipsoides, 21-35 x 11-18  $\mu\text{m}$ ; **picnidios**: no vistos; **tinción**: corteza superior K+ amarillo, C-, KC- P-, médula K+ tornando a naranja, C-, KC-, P+ naranja; **metabolitos secundarios**: corteza superior con atranorina y cloroatranorina,



médula con ácido estictico (mayor) y ácido conestictico (menor), ácido menegaziaco (traza); **sustrato y ecología:** usualmente en madera dura de árboles (*Quercus laurina*, *Q. rugosa*) en hábitats abiertos, raramente en rocas o suelo; **distribución mundial:** pantropical y pantemplados; **distribución en México:** hacia el sur a lo largo de la Sierra Madre Occidental en Chihuahua, Baja California, las montañas del sureste de Baja California Sur, Distrito Federal e Hidalgo. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Parmotrema cristiferum*** (Taylor) Hale. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 27a y b**).

**Talo:** folioso, adnato a ligeramente adnato, 3-15 cm de diámetro, lobado; **lóbulos:** sub-irregulares, alargados, ligeramente imbricados, planos, separados, 4-20 mm de ancho, ápices rotundos, algunas veces profundamente crenados, sin lacinas, ciliado, **cilios:** dispersos a frecuentes, 0.3-2.0 mm de largo; **superficie superior:** gris, lisa, opaca, no maculada, sorediada, isidios y póstulas ausentes; **soredios:** granulares, comunes, en soraliros lineares y sub-marginales que están a menudo en lóbulos laterales ascendentes; **médula:** blanca con una continua capa algal; **superficie inferior:** negra con una zona marrón desnuda periféricamente, centralmente ricinada, ricinas dispersas y simples; **apotecios:** muy raros, sub-estipitados, arriba de 7 mm de diámetro, margen con soredios dispersos, disco marrón, no perforado; **ascosporas:** elipsoides, 22-30 x 13-15  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** no vistos; **tinción:** corteza superior K+ amarillo, C-, KC-, P-, médula K+ amarillo tornando a rojo fuerte, C- KC-, P+ naranja; **metabolitos secundarios:** corteza superior con atranorina y cloroatranorina, médula con ácido salasínico (mayor) y ácido consalasínico (mayor); **sustrato y ecología:** usualmente en árboles de hábitats abiertos (*Abies religiosa*, *Quercus laurina*, *Q. mexicana*, *Q. rugosa*), raramente en rocas; **distribución mundial:** pantropical y pantemplado; **distribución en México:** Baja California Sur, Estado de México, Jalisco, Sonora y Veracruz.

***Parmotrema dilatatum*** (Vainio) Hale. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 27c y d**).

**Talo:** folioso, adnato a ligeramente adnato, 3-20 cm de diámetro, lobado; **lóbulos:** sub-irregulares, alargados, ligeramente imbricados, planos, separados, 10-20 mm de ancho, ápices rotundos, eciliados o cilios muy cortos desarrollándose en las axilas de los lóbulos; **superficie superior:** gris con algunas áreas ennegrecidas, lisa, usualmente brillante, no maculada a débilmente mácula blanca, cuarteaduras reticuladas con la edad, sorediado, isidios y póstulas ausentes; **soredios:** granulares, comunes, marginales, en soraliros lineares que algunas veces se desarrollan en lacinas marginales; **médula:** blanca o pigmentada de rosa amarillento pálido, con una continua capa algal; **superficie inferior:** negra con marrón a marfil moteado zona desnuda periféricamente, centralmente ricinada, ricinas dispersas, simples; **apotecios:** raros, sub-estipitados, arriba de 10 mm de diámetro, margen dispersamente sorediado, disco marrón, no perforados; **ascosporas:** elipsoides, 18-22 x 8-10  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** no vistos; **tinción:** corteza superior K+ amarillo, C- KC-, P-, médula K-, C-, KC-, P+ rojo; **metabolitos secundarios:** corteza superior con atranorina y cloroatranorina, médula con ácido protrocetrárico (mayor), ácido equinocaperático y ácido conequinocaperático (menor o traza), ácido secalónico A (+ traza); **sustrato y ecología:** usualmente en árboles de hábitats abiertos (*Quercus crassipes*, *Q. mexicana*, *Q. rugosa*), raramente en rocas; **distribución mundial:** pantropical, sureste de EUA y suroeste de Europa; **distribución en México:** Sinaloa, Sierra Madre Oriental. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Parmotrema hypotropum*** (Nyl.) Hale. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 27e y f**).

**Talo:** folioso, adnato a libremente adnato, 3-15 cm de diámetro, lobulado; **lóbulos:** sub-irregulares, ligeramente imbricados, planos, separados, 8-15 mm de ancho, ápices rotundos, ciliados, **cilios:** dispersos, 0.3-2.0 mm de largo; **superficie superior:** gris con algunas áreas ennegrecidas, liso, opaca o brillante, algunas veces pruinoso, usualmente

con mácula blanca, sorediada, isidios y póstulas ausentes; **soredios**: granulares, comunes, en soracios lineares, marginales a sub-marginales; **médula**: blanca con una continua capa algal; **superficie inferior**: negra con una zona periféricamente color marrón a blanco moteado, centralmente ricinada; **ricinas**: dispersas, simples; **apotecios**: muy raros, sub-estipitados, arriba de 5mm de diámetro, dispersamente sorediado, disco marrón, no perforado; **ascosporas**: elipsoides, 22-30 x 13-16  $\mu\text{m}$ ; **picnidios**: no vistos; **tinción**: corteza superior K+ amarillo, C-, KC-P-, médula K+ amarillo tornando a naranja, C-, KC- P+ naranja; **metabolitos secundarios**: corteza superior con atranorina y cloroatranorina, médula con ácido norestíctico (mayor) y ácido con-norestíctico (menor); **sustrato y ecología**: usualmente en árboles en ambientes abiertos (*Alnus*, *Quercus laurina*, *Q. rugosa*), raramente en rocas; **distribución mundial**: este de USA y noreste de México; **distribución en México**: regiones del sureste y costas de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa e Hidalgo. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Parmotrema stuppeum*** (Taylor) Hale. **Referencia**: Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 28a y b**).

**Talo**: folioso, adnato a libremente adnato, 2-20 cm de diámetro, lobulado; **lóbulos**: sub-irregulares, alargados, ligeramente imbricados, planos, separados, 4-8 mm de ancho, ápices rotundos, ciliados, cilios arriba de 2 mm de largo; **superficie superior**: gris, lisa, opaca, no maculada, sorediada, isidios y póstulas ausentes; **soredios**: granulares, comunes, lineares a orbiculares, en soracios laminares o marginales; **médula**: blanca con una continua capa algal; **superficie inferior**: negra con una zona marrón desnuda periféricamente, centralmente ricinada; **ricinas**: dispersas, simples, negras; **apotecios**: raros, sub-estipitados, arriba de 30mm en diámetro, margen crenulado, disco marrón, no perforado; **ascosporas**: elipsoides, 12-17 x 6-9  $\mu\text{m}$ ; **picnidios**: comunes, puntiformes; **conidios**: sub-lageniformes, 4-6 x 1  $\mu\text{m}$ ; **tinción**: corteza superior K+ amarillo, C-, KC-, P-, médula K+ amarillo tornando a rojo oscuro, C-, KC-, P+ naranja; **metabolitos secundarios**: corteza superior con atranorina y cloroatranorina, médula con ácido salasínico (mayor) y ácido con-salasínico (menor); **sustrato y ecología**: usualmente en árboles de hábitats abiertos (*Abies religiosa*, *Alnus*, *Quercus mexicana*,

*Q. rugosa*), raramente en rocas; **distribución mundial:** pantropical y pantemplado; **distribución en México:** región de la Sierra Madre Oriental de Chihuahua, Sonora y Baja California, sureste de las montañas de Baja California Sur, Hidalgo y Distrito Federal. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Parmotrema tinctorum*** (Delise ex Nyl.) Hale. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 28c y d**).

**Talo:** folioso, libremente adnato, 3-30 cm de diámetro, lobulado; **lóbulos:** sub-irregulares, alargados, ligeramente imbricados, planos, separados, 10-20 mm de ancho, ápices rotundos convirtiéndose a crenados y disectados con la edad, ciliado, cilios arriba de 2.0 mm de largo; **superficie superior:** gris, lisa, opaca centralmente, brillante a los márgenes, no maculada, finamente reticulada cuarteada con la edad, soledios y póstulas ausentes; **isidios:** simples a ramificados coralinos, frecuentemente muy densos, algunas veces ciliados apicalmente, comunes, laminares a marginales; **médula:** blanca con una continua capa algal; **superficie inferior:** negra con marrón en una zona desnuda periféricamente, ricinada centralmente **ricinas:** simples; **apotecios:** raros, sub-estipitados, arriba de 8 mm de diámetro, margen con isidios dispersos, disco marrón, usualmente no perforado; **ascosporas:** elipsoides a en general elipsoides, 13-16 x 7-10  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** raros, puntiformes; **conidios:** filiformes, 12-16 x 7-10  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** corteza superior K+ amarillo, C-, KC-, P-, médula K-, C+ rojo, KC+ rojo, P-; **metabolitos secundarios:** corteza superior con atranorina y cloroatranorina, médula con ácido lecanórico (mayor) ácido orselínico (traza); **sustrato y ecología:** usualmente en árboles en hábitats abiertos (*Quercus rugosa*), raramente en rocas; **distribución mundial:** pantropical y regiones templadas adyacentes; **distribución en México:** desde las costas hasta las montañas del sureste de Baja California Sur, Jalisco y Sinaloa. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Parmotrema ultralucens*** (Krog) Hale. **Referencia:** Krog, H., 1974. *Parmelia ultralucens*, Bryologist Georgia, U.S.A. 77: 253 p (**Figura 28e y f**).

**Talo:** libremente adnato, arriba de 10-20 cm de diámetro, lobulado; **lóbulos:** redondeados a sub-irregulares, 8-15 mm de ancho, margen crenado, cilios 0.5-2.0 mm de largo; **superficie superior:** gris pálido, opaco a brillante, no maculada, convirtiéndose a irregularmente cuarteada en las partes viejas, sin soledios; **isidios:** laminares, moderadamente densos, cilíndricos, simples a ramificados coralinos, a veces ciliado apicalmente, tipo marrón; **médula:** blanca, con una continua capa algal; **superficie inferior:** negra con una zona a lo ancho del margen marrón no ricinada; **ricinas:** densas, simples de varios tamaños; **apotecios:** raros, pedicelados, 3-8 mm de diámetro, disco no perforado, excípites talinos rugosos, isidiados; **ascosporas:** 15-17 x 10-12  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** no vistos; **tinción:** corteza superior K+ amarillo, C-, KC-, P-, médula K+ amarillo tornando a rojo, C-, KC-, P+ naranja; **metabolitos secundarios:** contiene atranorina, cloroatranorina, liquenoxantona y ácido salasínico; **ecología y sustrato:** crece sobre corteza (*Quercus rugosa*) y rocas; **distribución mundial:** raras especies en el trópico norte, conocida desde el este de África y norte y centro de América; **distribución en México:** en Veracruz. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

### ***Peltigera*** Willd.

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** largo, foliosos, raramente pequeño a más bien escamuloso, aproximadamente circular en las orillas, (1-) 2-30 cm de diámetro, algunas veces formando extensos tapetes en medio de musgos que pueden extenderse muchos metros, usualmente lobado; **lóbulos:** más aplanados y alargados (5-15 mm de ancho y arriba de 5 cm de largo), a menudo dicotómicamente ramificados, imbricados o separados, puntas redondeadas a sub-truncadas, a menudo ascendentes; **superficie superior:** gris, gris azulada, marrón grisáceo a marrón cuando está seca, gris azulada, verde oscuro o verde brillante cuando está mojada, lisa, opaca o brillante, escábrida, tomentosa o pruinosa, con o sin isidios o soledios; **corteza superior:** paraplectenquimatosa; **médula:** blanca, hifas más libremente entretrejidas; **fotobionte:** uno primario

usualmente *Nostoc* pero algunas especies con un alga verde tipo clorococoides (*Coccomyxa*) y entonces con *Nostoc* como fotobionte secundario en cefalodios; **corteza inferior:** ausente; **superficie inferior:** blanco-marrón, densamente aracnoide-tomentosa o con venas anastomosadas pálidas o marrón oscuro a negro, ricinada; **ricinas:** blancas, marrón o negras, simples, en forma de escobillón o fasciculadas; **ascomata:** apoteciado, frecuentemente ovoides, semi-inmersos, marginales, a menudo hacia las puntas de los lóbulos o en lóbulos ascendentes, arriba de 10mm de diámetro, hemiangiocárpico, margen liso a crenulado; **disco:** en forma de silla, aplanado u oval, rojo-marrón a negro, liso, margen pálido; **excípite:** paraplectenquimatoso, 100-135 µm de ancho, células marginales con pelos cortos; **himenio:** marrón arriba, incolora abajo, K-, I+ azul, paráfisis septada, simple 2-3 µm de ancho, mas inflado hacia los ápices y pigmentado; **asca:** cilíndrica, fisitunicado, tipo *Peltigera*, el ápice de la endoasca con un anillo K/I+ azul, con 8 esporas; **ascosporas:** fusiformes a aciculares, incoloras, 3 a muy septado, 25-75 x 3-7 µm; **conidiomata:** picnidial, marrón arriba, pálido abajo, inmerso, arriba de 2mm de diámetro; **conidios:** baciliformes o ligeramente bifusiformes, incoloros, simples, 4-10 x 2-4 µm; **metabolitos secundarios:** triterpenoides y tridépsidos o ninguno detectado; **geografía:** en todo el mundo en hábitats con musgo, especialmente en templado-frío algunos en el norte y sur de América, Europa, Asia, Australia y África; **sustrato:** más a menudo en suelo y entre musgos encima de rocas, raramente en troncos de árboles.

***Peltigera collina*** (Ach.) Schrader. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 29a y b**).

**Talo:** folioso, aproximadamente circular en la línea externa (desintegrándose dentro de grupos de lóbulos con la edad), talla media, 5-10 cm de diámetro, adnato; **lóbulos:** más aplanados y alargados (1-1.5 cm de ancho y arriba de 4 cm de largo), a menudo ramificados dicotómicamente, imbricados o separados, puntas redondeadas a sub-truncadas, a menudo ascendentes y onduladas; **superficie superior:** gris o gris azulado a marrón cuando está seca, verde negruzco cuando está mojada, lisa, opaca a algo brillante, ocasionalmente algo escabrosa, a veces pruinosa marginalmente, sin isidios, marginalmente sorediada; **soredios:** gris pálido a teñidos de azul, toscamente

granulares; **médula**: blanca, con las hifas más libremente entrelazadas, fotobionte *Nostoc*; **superficie inferior**: blanca, con pálido anastomosada, lisa, con venas aplanadas, ricinada; **ricinas**: blancas, irregulares, ramificada como brocha o peine; **apotecios**: raros, más redondeados a oblongos, convirtiéndose a en forma de silla, semi-inmersos en cortos lóbulos ascendentes, arriba de 5 mm de diámetro; **disco**: marrón oscuro a negro, liso; **ascosporas**: incoloras a marrón pálido, acicular, 3(-5) septados, 35-65 x 4-5  $\mu\text{m}$ ; **picnidios**: no vistos; **tinción**: todas las reacciones negativas; **metabolitos secundarios**: tenuiorina, metil-giروفato, ácido girofórico, opano-6 $\alpha$ , 22-diol y terpenoides no identificados; **sustrato y ecología**: entre musgos, arriba de cortezas (*Quercus rugosa*), ocasionalmente en rocas, en hábitats húmedos en elevaciones intermedias a altas; **distribución mundial**: regiones templadas y boreales del norte de América, Europa y Asia; **distribución en México**: al norte de México, Chihuahua. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Physcia*** (Schreb.) Michx.

**Referencia**: Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo**: folioso, a menudo circular en la línea externa, más o menos ligeramente adnato, lobulado; **lóbulos**: discretos o superpuestos, cortos a alargados principalmente menor de 3 mm de ancho, puntas con o sin cilios; **superficie superior**: gris blanquecina o gris azulada o gris, opaca a algo brillante, algunas veces maculada o pruinosa, con o sin soledios o isidios; **corteza superior**: paraplectenquimatosa; **médula**: blanca; **fotobionte**: primario una alga *Trebuxia*, fotobionte secundario ausente; **corteza inferior**: prosa o paraplectenquimatosa (lámina menor de 2.5  $\mu\text{m}$  de ancho o 4-7  $\mu\text{m}$  de ancho respectivamente); **superficie inferior**: blanca, gris pálida, café claro u ocasionalmente rosa, dispersamente a densamente ricinada; **ricinas**: simples a furcadas; **ascomata**: apotecial, lecanorino, sésiles o cortamente estipitado, disco marrón a negro, algunas veces pruinoso, epitecio marrón pálido, himenio e hipotecio incoloro, paráfisis simple o forcada arriba, ápices clavados, marrón pálido con una capa marrón oscura; **asca**: cilíndrica, con 8 esporas, tipo lecanoral; **ascosporas**: marrón,

con un septo, tipo *Physcia* a *Pachysporaria*, usualmente 15-25 µm de largo; **conidiomata**: picnidial, inmersos, paredes incoloras excepto en una región al rededor del ostiolo; **conidios**: simples, sub-cilíndricos, incoloros; **metabolitos secundarios**: corteza siempre con atranorina, zeorina u otros triterpenos; **geografía**: en todo el mundo, encontrado en todos los continentes, particularmente común en regiones templadas; **sustrato**: común en corteza, madera y rocas, menos común en suelo y sustratos artificiales.

- 1.- Talo con apotecios conspicuos, a veces sorediado. . . . . 2
- 1.- Talo sin apotecios o apotecios muy raros, soredios conspicuos. . . . . 4
- 2.- Apotecios dispersos, soredios en las puntas de los lóbulos. . . . ***Physcia millegrana***.
- 2.- Apotecios abundantes, carente de soredios. . . . . 3
- 3.- Talo con mácula blanca, pruina ausente o rara. . . . . ***Physcia aipolia***.
- 3.- Talo carente de mácula, pruina blanca densa. . . . . ***Physcia biziana***.
- 4.- Apotecios raros, soredios creciendo en las puntas de los lóbulos o en lóbulos volteados hacia arriba. . . . . ***Physcia tenella***.
- 4.- Apotecios ausentes, soredios creciendo en soracios redondos dispersos en la lámina. . . ***Physcia americana***.

***Physcia aipolia*** (Ehrh. Ex Humb.) Furnr. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 29c y d**).

**Talo:** orbicular a irregular, de 5 cm de diámetro; **lóbulos:** arriba de 2 mm de ancho, aplanados a convexos, eciliados; **superficie superior:** gris blanquecina a gris oscura, raramente gris marrón, usualmente con distintiva mácula blanca, algunas veces ligeramente con pruina blanca, sin soredios o isidios; **médula:** blanca; **superficie inferior:** blanca a color plomo obscuro; **apotecios:** usualmente abundantes, arriba de 2



mm de diámetro, disco a menudo con pruina blanca; **ascosporas:** marrón, con un septo, muy variable del tipo *Physcia* a *Pachysporaria*, (19-) 21-25 (-28) x 9-11 (-13)  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** comunes, inmersos; **conidios:** sub-cilíndricos, 4-6 x 1  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** corteza y médula K+ amarillo, C-, KC- P+ amarillo; **metabolitos secundarios:** corteza superior con atranorina, médula con atranorina, zeorina y raramente otros triterpenos; **sustrato y ecología:** creciendo en árboles en situaciones bastante abiertas (*Alnus*, *Aspidosperma*, *Prosopis pugionata*, *Quercus mexicana*, *Q. rugosa*, *Zizyphus mistol*); **distribución mundial:** extensamente distribuido en áreas árticas, boreales y templadas del norte de América y Eurasia, Italia, además conocido desde el sur de América; **Distribución en México:** extensamente distribuido desde el nivel del mar hasta grandes elevaciones de montaña de sitios desde Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa e Hidalgo. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Physcia americana*** G. Merr. **Referencia:** Brodo, I., Sharnoff, S. D. y Sharnoff, S. 2001. Lichens of North America. New Haven, Yale University, New York and London; 683 pp. (**Figura 29e y f**).

**Talo:** folioso, ligeramente adnato a adnato; **lóbulos:** de 0.6-1.5 (-2.5) mm de ancho; **superficie superior:** color gris pálida verdosa decolorándose a blanca con la edad en el herbario, creciendo aplanada hacia el sustrato, sin mácula blanca excepto en algunos lóbulos viejos, algunas veces con pruina brillante, sorediada; **soredios:** granulares, verdosos o blanquecinos, creciendo dentro de soralios redondos y laminares; **apotecios:** no vistos; **superficie inferior:** blanca, ricinada; **ricinas:** del mismo color que la corteza inferior; **tinción:** corteza y médula K+ amarillo; **metabolitos secundarios:** médula con atranorina y triterpenos desconocidos; **sustrato y ecología:** principalmente en cortezas de árboles deciduos (*Alnus*, *Quercus mexicana*, *Q. rugosa*), ocasionalmente en roca caliza; **distribución mundial:** distribuida en todo América; **distribución en México:** en Hidalgo. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Phyiscia biziana*** (A. Massal.) Zalhbr. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 30a y b**).

**Talo:** orbicular a irregular, arriba de 3 cm de diámetro, con lóbulos más o menos imbricados; **lóbulos:** arriba de 3 mm de ancho pero usualmente estrechos, distintivamente ensanchándose y ligeramente ascendentes hacia las puntas, eciliados; **superficie superior:** gris marrón a gris o coloreado de crema, usualmente con densa pruina (cristales), soredios e isidios ausentes; **corteza superior:** paraplectenquimatoso; **médula:** blanca; **corteza inferior:** prosoplectenquimatoso, parte más inferior algunas veces con células redondeadas, más o menos paraplectenquimatoso; **superficie inferior:** blanca a amarronada, con blanco a gris oscuro, ricinas dispersas; **apotecios:** numerosos, arriba de 2.5 mm de ancho, usualmente pequeños, margen a menudo crenulado cuando está joven, disco marrón a negro, generalmente cubierto con pruina blanca; **ascosporas:** marrón, con un septo, ya sea tipo *Phyiscia* o *Pachysporaria* o bien intermedias, (13-) 15-18.5 (-20.5) x 6.5-8.5 (-11)  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** numerosos, inmersos, conidios sub-cilíndricos a cilíndricos, 4-6 x 1  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** corteza superior K+ amarillo, C-, KC-, P+ amarillo, médula K- (algunas veces positivo finamente amarillento), C-, KC-, P-; **metabolitos secundarios:** corteza superior con atranorina; **sustrato y ecología:** creciendo en troncos de árboles (*Tilia paltyphillos*, *Quercus ilex*, *Q. rugosa*) o ramas en lugares abiertos y en rocas expuestas; **distribución mundial:** conocida desde África, norte y sur de América y Europa; **distribución en México:** en áreas de montaña de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sonora y Sinaloa. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Phyiscia milegrana*** Degel. **Referencia:** Brodo, I., Sharnoff, S. D. y Shanrnoff, S. 2001. Lichens of North America. New Haven, Yale University, New York and London; 836 pp. (**Figura 30c y d**).

**Talo:** folioso, adnato a libremente adnato, lobulado; **lóbulos:** delgados, apresos a algo ascendentes, de 0.3-1 (-2) mm de ancho, márgenes finamente divididos especialmente en las puntas, sorediados; **soredios:** granulares, formándose desde las puntas de los lóbulos que se disuelven en soredios; **apotecios:** comunes, debajo de 1 mm de diámetro, marrón oscuro, a menudo con pruina brillante; **médula:** blanca; **superficie**

**inferior:** blanca con ricinas pálidas; **tinción:** corteza K+ amarillo; **metabolitos secundarios:** corteza con atranorina; **sustrato y ecología:** en cortezas, especialmente en árboles deciduos (*Alnus*, *Quercus rugosa*), así como en madera y ocasionalmente en rocas graníticas; **distribución mundial:** reportado para América; **distribución en México:** en Hidalgo. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Physcia tenella*** (Scop.) DC. **Referencia:** Brodo, I., Sharnoff, S. D. y Sharnoff, S. 2001. Lichens of North America. New Haven, Yale University, New York and London; 836 pp. (**Figura 30e y f**).

**Talo:** folioso; **lóbulos:** ascendentes y a menudo enredados, usualmente estrechos, alargados y ramificados de 0.2-0.5 (-1) mm de ancho, con ricinas en forma de cilios color marrón bastante oscuro; **superficie superior:** color gris muy pálido a gris verdoso, gris amarillento, o gris ceniciento oscuro (especialmente en rocas de costa), usualmente uniforme pero algunas veces punteada con mácula, sorediada; **soredios:** verdes, finos o gruesos produciéndose en las puntas de lóbulos volteados hacia arriba, o raramente en la superficie de los lóbulos, algunas veces formando soralios ordenados, redondeados, algo escavados; **apotecios:** ocasionales, algo elevados, debajo de 1mm de diámetro, con discos rojo-marrón oscuro; **médula:** blanca; **superficie inferior:** blanca a bronceado pálido; **ricinas:** abundantes, pálidas a marrón muy oscuro emergentes hasta por encima de los lóbulos; **tinción:** corteza y médula K+ amarillo; **metabolitos secundarios:** corteza y médula con atranorina; **sustrato y ecología:** en leña, cortezas (*Quercus rugosa*) y rocas, más común en sitios de costa; **distribución mundial:** en Europa y América; **distribución en México:** Distrito Federal y Michoacán. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

#### ***Punctelia*** Krog.

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** folioso, orbicular, arriba de 10 cm de diámetro, ligeramente adnato a ligeramente sujeto, lobulado; **lóbulos:** lineares a sub-irregulares, continuos, planos, 2-6 mm de ancho, puntas redondeadas o truncadas, ocasionalmente con lobulitos o lacinas; **superficie superior:** carente de poros en la epicorteza, gris azulado, gris mineral brillante o canela grisácea, convirtiéndose a amarillo bronceado u oscuro en el herbario con la edad, ocasionalmente con mácula blanca o pruina brillante, algunas veces con crestas y flabelada; **pseudocifelas:** dispersas a comunes, blancas, orbiculares a efiguradas, desarrollándose dentro soledios o isidios en algunas especies; **propágulos asexuales:** algunas especies con soledios, lobulitos o isidios marginales y/o laminares; **médula:** blanca con una continua capa algal; **fotobionte:** primario uno verde *Trebouxia*, fotobionte secundario ausente; **superficie inferior:** lisa a arrugada, canela blanquecina a negra; **ricinas:** simples, delgadas y a veces bifurcadas, generalmente abundantes y del mismo color que la superficie inferior; **ascomata:** apotecios lecanorinos, laminares, sésiles a sub-estipitados; **disco:** marrón oxidado claro u oscuro o marrón castaño, cóncavo, margen liso a “chino” con la edad, a menudo pseudocifelado (o solediado en especies consoredias), del mismo color que la corteza superior; **asca:** tipo lecanoral, con un talo amiloide, con 8 esporas; **ascosporas:** hialinas, simples, redondeadas a elipsoides, 6-17 x 4-10  $\mu\text{m}$ ; **conidiomata:** ausente o presente, picnidios laminares, a menudo concentrados cerca de los márgenes, negros, sésiles a ligeramente emergentes; **conidios:** filiformes o unciformes, 1 x 3-6  $\mu\text{m}$ ; **metabolitos secundarios:** todas las especies contienen atranorina en la corteza (en menor cantidad o traza) con mayor ácido lecanórico, ácido girofórico acompañado por orcinil-lecanorato (=ácido decarboxigirofórico), o varios ácidos grasos en médula; **geografía:** cosmopolitas en todos los continentes excepto Antártida; **sustrato:** en cortezas de varios angiospermas y coníferas y rocas ( algunas especies de argentina reportadas para suelo).

- 1.- Talo apoteciado. . . . . 2
- 1.- Talo no apoteciado. . . . . 3
- 2.- Apotecios conspicuos, carente de soledios, pseudocifelas raras a dispersas en la lámina. . . . . *Punctelia hypoleucites.*

- 2.- Apotecios inconspicuos a raros, soledios dispersos en la lámina, pseudocifelas conspicuas en los lóbulos o en la lámina. . . . . 3
- 3.- Talo con soledios inconspicuos, soraliros redondos u ovalados. . . . .  
. . . . . ***Punctelia bolliana***.
- 3.- Talo con soledios conspicuos, soraliros en forma de media luna. . . . .  
. . . . . ***Punctelia subrudecta***.
- 4.- Talo solediado, soledios conspicuos, médula K- (a veces K+ amarillo pero muy tenue) y siempre C+ rojo, KC+ rojo o naranja. . . . . 5
- 4.- Talo solediado, soledios inconspicuos, médula siempre K+ amarillo (muy fuerte) y siempre C-, KC-. . . . . ***Punctelia bolliana***.
- 5.- Médula KC+ rojo. . . . . ***Punctelia caseana***.
- 5.- Médula KC+ naranja. . . . . ***Punctelia subrudecta***.

***Punctelia bolliana*** (Müll. Arg.) Krog. **Referencia:** Brodo, I., Sharnoff, S. D. y Sharnoff, S. 2001. Lichens of North America. New Haven, Yale University, New York and London; 836 pp (**Figura 31a y b**).

**Talo:** folioso, adnato, lobulado; **lóbulos:** 2-6 (-10) mm de ancho convirtiéndose en fuertemente arrugado y plegado en las partes viejas; **superficie superior:** azul-gris, con algunos pequeños lobulitos desarrollándose en la superficie del talo y en la punta; **apotecios:** usualmente abundantes con disco marrón, abiertos, 3-15 mm de diámetro, cóncavos a convolutos; **picnidios:** abundantes, aparecen como puntos marrón pálido a negros en la superficie del talo; **superficie inferior:** bronceado pálido sobretodo, con ricinas pálidas; **tinción:** corteza y médula K+ amarillo, C-, KC-; **metabolitos secundarios:** ácidos protoliquetirictico y liquenesterictico; **sustrato y ecología:** en las cortezas de árboles deciduos (*Alnus*, *Quercus rugosa*), en bosques abiertos, en campos y en caminos; **distribución mundial:** América y Europa; **distribución en México:** en Hidalgo y Veracruz. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Punctelia cf. caseana*** Lendemer & Hodkinson. Lendemer, J. C., Hoodkinson, B. 2010. A new perspective on *Punctelia subrudecta* (*Parmeliaceae*) in Nort America: previously-rejected morphological characters corroborate molecular phylogenetic evidence and prove insight into an old problem. The Lichenologist. 42(4): 405-421 p. (**Figura 31c y d**).

**Talo:** folioso, ligeramente estrechamente sujeto al sustrato; muy variable en tamaño dependiendo de las condiciones microambientales, lobulado; **lóbulos:** aplanados a arrugados, a menudo girados hacia arriba en los márgenes; **superficie superior:** gris-azul, lisa, glabra, con una estrecha zona marrón cercana a las puntas de los lóbulos, carente de pruina, sorediada; **soredios:** frecuentes, alargados, más o menos pálidos, laminares y primariamente marginales a lo largo de lóbulos secundarios con soralios laminares que surgen desde las pseudocifelas en las partes más viejas del talo; **pseudocifela:** larga, a menudo ramificada; **apotecios:** desconocidos; **picnidios:** no frecuentes, inmersos, negros; **conidios:** filiformes, hialinos de (8) 9-10 (12)  $\mu\text{m}$  de largo; **médula:** blanca; **superficie inferior:** pálida a blanca, raramente marrón brillante pero nunca negra; **tinción:** corteza K+ amarillo, C-, KC-, médula K-, C+ rojo, KC+ rojo-amarillo; **metabolitos secundarios:** atranorina (mayor) y ácido lecanórico (menor); **sustrato y ecología:** de zonas templadas, creciendo sobre cortezas (*Vaccinium*, *Quercus laeta*, *Q. mexicana*, *Q. rugosa*) **distribución mundial:** ampliamente distribuida en el norte de América; **distribución en México:** es un nuevo registro para México.

\*Es necesario realizar análisis moleculares para confirmar la especie, esta solo se ha registrado en EUA.

***Punctelia hypoleucites*** (Nyl.) Krog. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University. (**Figura 31e y f**).

**Talo:** folioso, medio a largo, arriba de 12 cm, estrechamente adnato a ligeramente apreso, lobulado; **lobulado:** sub-irregulares, continuos, rara vez imbricados, planos, arriba de 5 (-10) mm de ancho, puntas de los lóbulos redondeados, raras especies con lacinas ocasionales; **superficie superior:** azul-gris a o gris mineral claro, tornando a amarillento a marrón medio en el herbario con la edad, débilmente arrugada o estriada, rugulosa con la edad; **pseudocifelas:** blancas, raras a abundantes, redondeadas a alargadas, algunas veces asociadas con cuarteaduras o elevaciones, arriba de 0.5 mm;

**propágulos sexuales:** ninguno; **superficie inferior:** bronceado blanquecino, bronceado pálido a bronceado medio, algunas veces obscuro hacia afuera de los márgenes; **ricinas:** abundantes a menudo en los márgenes, simples a bifurcadas, delgadas, fibrosas y blancas o del mismo color que la corteza inferior u obscurecidas; **apotecios:** usualmente comunes, arriba de 13 mm de diámetro, cóncavo, sésiles o subestipitados; **disco:** color carne a rojo marrón oscuro o marrón oxidado; **exiple:** liso a cuarteado y “chino”, del mismo color del talo, a menudo pseudocifelado; **asca:** tipo lecanoral, con 8 esporas; **ascosporas:** simples, hialinas, ovoides a elipsoides, 10-17 x 6-10  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** usualmente comunes (muy raramente ausentes), negros, rara vez levantados; **conidios:** largos, filiformes, derecho a ligeramente inclinados, (7) 10-13 (-16) x 1  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** corteza K+ amarillo, C-, médula K-, C+ rojo, KC+ rojo; **metabolitos secundarios:** corteza superior con atranorina (menor o traza), médula contiene ácido lecanórico (mayor); **sustrato y ecología:** principalmente en bosques de robles, en cortezas de varias maderas duras (*Acer*, *Alnus*, *Arbutus*, *Aspidusperma*, *Lithraea ternifolia*, *Quercus rugosa*, *Fraxinus*, *Prosopis pugionata*, *Prunus*, *Salix*, *Willardia*, *Zisypus mistol*) y coníferas (*Abies religiosa*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Pinus*, *Pseudotsuga*) entre 100 y 2560 m; **distribución mundial:** Argentina, EUA y México; **distribución en México:** Chihuahua, Hidalgo, Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Sinaloa, Sonora y Veracruz.

***Punctelia subrudecta*** (Nyl.) Krog. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 32a y b**).

**Talo:** folioso, estrechamente adnato a ligeramente apreso, arriba de 8 cm de diámetro, lobulado; **lóbulos:** sub-lineares, continuos, planos, 2-6 mm de ancho, ápices truncados o redondeados; **superficie superior:** gris azulado claro a gris verdoso tornando a amarillento en el herbario con el tiempo, margen de los lóbulos usualmente teñidos de marrón, algunas veces brillante, raramente con mácula blanca, lisa a rugosa o algunas veces crestada y flaveolada, ocasionalmente algo escorbiculada, nunca pruinoso; **pseudocifelas:** raras a frecuentes, blancas, redondeadas hasta la última parte lineal o ramificándose, en poco tiempo desarrollándose soledios dentro; **soledios:** granulares a muy toscamente granulares, capitados a irregulares, blancos a blanco verdosos,

(raramente decolorándose a gris alrededor del sorolio), a menudo originándose desde pseudocifelas laminares o cuarteaduras corticales, pero además en la parte marginal y algunas veces en forma de media luna, arriba de 1 mm de diámetro, pero estando dentro de estructuras largas, lineares o de forma irregular (raramente desarrollándose como estacas o estructuras corticadas isidiodes); **superficie inferior:** blanca a bronceado pálido o bronceado grisáceo claro, algunas veces obscura hacia el margen; **ricinas:** simples a débilmente bifurcadas, delgadas, del mismo color que la superficie inferior; **apotecios:** raros, laminares, arriba de 4 mm de diámetro, disco marrón oxidado obscuro; **esciple:** gris, del mismo color que el talo y a menudo con numerosa pseudocifela y/o soledios; **asca:** tipo lecanoral, clavadas, con 8 esporas; **ascosporas:** ocooides a elipsoides, 12.16 x 6-9  $\mu\text{m}$ , paredes de 1  $\mu\text{m}$  de grueso; **picnidios:** ocasionalmente presentes, inmersos a elevados, 0.1-0.2 mm de talla, negros; **conidios:** filiformes, 6.5-14 x 1  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** corteza superior K+ amarillo, C-, médula K-, C+ rojo, KC+ naranja; **metabolitos secundarios:** corteza superior con atranorina (más frecuentemente registrado como menor o menos comúnmente en cantidad de traza), médula con ácido lecanórico (mayor); **sustrato y ecología:** extendido en cortezas y madera de varios *Angiospermas* (*Acer*, *Alnus*, *Brusera*, *Lycium*, *Prosopis*, *Prunus*, *Quercus crassipes*, *Q. ilex*, *Q. laeta*, *Q. laurina*, *Q. mexicana*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa*, *Robinia*, *Sabal*, *Tilia paltyphillos*) coníferas (*Abies religiosa*, *Juniperus*, *Picea*, *Pinus ayacahuite*, *Pseudotsuga*) y en rocas desde 240-3200 m; **distribución mundial:** probablemente cosmopolita, conocido desde el norte y centro de América con un registro en América del sur (Cihle), Europa y Asia; **distribución en México:** extendido en Baja California, Baja California Sur, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Jalisco, Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Hidalgo y Querétaro.

### ***Ramalina*** Ach.

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** fruticoso, erecto, postrado, sub-pendente o pendiente, usualmente sujeto por un único punto de fijación basal (raramente no sujeto), sólido o fistuloso, ramificada sub-



dicotómicamente o irregularmente o más palmeadamente; **ramificaciones:** sólidas o fistulosas o raramente fenestradas, usualmente aplanadas o algunas veces redondeadas, lineares o más caniculadas, o angulares hacia la base y hacia ápices de las ramificaciones; **superficie:** amarillenta o verde amarillenta o amarillo pálido, lisa o angular, ocasionalmente convirtiéndose en crestas estriadas; **pseudocifela:** presente o raramente ausentes en especies fistulosas, a menudo conspicuas, elipsoides, cortas, lineares o estriadas, cóncavas, planas o protuberantes, a menudo sorediadas pero carentes de isidios; **corteza:** delgada, compuesta de paredes gruesas de hifas arriba de 20 µm de grueso yendo transversalmente a irregularmente (prosoplectenquimatosa), delineada por un soporte de cintas condroides de hifas alineadas periclinamente ya sea por una maya uniforme o por un tejido o nervaduras compuestas de hifas aglutinantes de paredes gruesas; **cintas condroides:** usualmente presentes pero raramente ausentes en especies fistuladas, lisas o cuarteadas formando cúmulos de hifas; **médula:** usualmente laxamente aracnoide, algunas veces ausente cuando está hueco (especies fistulosas); **fotobionte:** primario un alga verde *Trebuxia*, fotobionte secundario ausente; **ascomata:** apotecial, sub-estipitado a estipitado, sub-terminal a terminal, marginal, laminar o lateral; **disco:** cóncavo o más convexo, arriba de 5 (-10) mm de diámetro, con o sin margen negro o blanco, a menudo pruinoso, margen usualmente del mismo color que el talo, con o sin pseudocifela; **asca:** alargada-clavada, tipo *Bacidia*, con 8 esporas; **ascosporas:** hialinas, en general a estrechamente fusiformes, o en general elipsoides, con 1 (-3) septos; **conidiomata:** picnidial pero usualmente ausente, usualmente color pálido o raramente negros, laminar; **conidios:** baciliformes, hialinos, 3.5 x 0.5 µm; **metabolitos secundarios:** corteza usualmente con ácido úsnico y atranorina (traza), médula a menudo con orcinol o B-orcinol, dépsidos o depsidonas, triterpenos y ácidos alifáticos; **geografía:** mundialmente distribuido, desde las costas hasta hábitats alpinos; **sustrato:** en cortezas, madera, suelo (muy raro) y rocas.

- 1.- Apotecios presentes, sin soredios. . . . . ***Ramalina americana.***
- 1.- Apotecios ausentes, con soredios. . . . . 2

2.- Pseudocifelas hacia la base d las ramificaciones, carentes en las ramificaciones distales. . . . . **Ramalina farinácea.**

2.- Pseudocifelas dispersas en toda la lámina. . . . . **Ramalina intermedia.**

**Ramalina americana** Hale. Brodo, I., Sharnoff, S. D. y Shanrnoff, S. 2001. Lichens of North America. New Haven, Yale University, New York and London; 836 pp (**Figura 32c y d**).

**Talo:** fruticoso, arbustivo, en mechones de 1-3 (-4) cm de largo; **ramificaciones:** con fuertes crestas y canales, (0.2) 0.5-3 mm de ancho, generalmente con pseudocifela blanca; **pseudocifelas:** sólidas en la base, frecuentemente fértiles con apotecios en o cercanos a las puntas de las ramificaciones; **apotecios:** aplanados a contortos, discos amarillos y pruinosos; **esporas:** 12-13.5 X 4.5-6 µm, derecho a ligeramente en forma de frijol; **tinción:** todas las reacciones negativas; **metabolitos secundarios:** carente de sustancias; **sustrato y ecología:** en leña y ramas de varios árboles (*Quercus laurina*, *Q. rugosa*) usualmente en pleno sol; **distribución mundial:** en toda América; **distribución en México:** Veracruz, Chiapas y Querétaro. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

**Ramalina farinacea** (L.) Ach. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 32e y f**).

**Talo:** fruticoso, arbustivo o con mechones, arriba de 7 (-15) cm de largo; **ramificaciones:** sólidas, irregulares en grosor o planas, lisas, brillantes, sorediadas; **soredios:** farinosos en soralios laminares o marginales, redondeados, discretos; **pseudocifelas:** casi carente en ramificaciones distales, más común cerca de la base de las ramificaciones, elipsoides a lineares cortas; **corteza:** delgada; **cordones condroides:** continuos, ligeramente a fuertemente cuarteados; **apotecios:** raros pero frecuentes en poblaciones de lugares poblados en algunas áreas limitadas, más laminares, arriba de 6 mm de diámetro; **disco:** cubierto con un poco de pruina, margen del mismo color del talo, entero, usualmente carente de pseudocifelas; **ascas:** alargadas-clavadas, con 8 esporas; **ascoesporas:** hialinas, 1 septadas, en general

fusiformes, 12-15 x 5-7  $\mu\text{m}$ ; **picnidios**: no observados; **tinción**: corteza K-, C-, KC+ amarillo, P-, médula K+ amarillo tornando a rojo oscuro, C-, KC-, P+ naranja amarillento; **metabolitos secundarios**: corteza con ácido úsnico, médula con (primera corrida) ácido protocetrárico (mayor), (segunda corrida) ácido norestictico (mayor) y ácido salasínico (traza); **sustrato y ecología**: en corteza (*Abies relogiosa*, *Pinus ayacahuite*, *Quercus laurina*, *Q. mexicana*, *Q. rugosa*), raramente en rocas; **distribución mundial**: cosmopolita, especialmente común en regiones costales templadas; **distribución en México**: Baja California, Baja California Sur, Distrito Federal, Estado de México e Hidalgo.

***Ramalina intermedia*** (Delise ex Nyl.) Nyl. **Referencia**: Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 33a y b**).

**Talo**: fruticoso, caespitoso, arriba de 3 cm de largo; **ramificaciones**: escasamente ramificadas desde un estrecho punto de fijación; **ramas**: aplanadas, más dorsiventral o sub-cilíndricas, irregulares en cortas secciones engrosadas, puntas a menudo terminando en solarios, arriba de 1.5 mm de ancho; **superficie**: amarillo verdosa, brillante, lisa, sorediada; **soredios**: granulares, sub-corticados, usualmente con ramificaciones isidiodes, en sororios sub-terminales o marginales que tienen 0.4-0.5 mm de diámetro; **pseudocifela**: ocasional, elipsoides, laminares, más depresas, a menudo formando soredios; **corteza**: delgada; **cordones condroides**: continuos, cuarteados; **apotecios**: no observados; **tinción**: corteza K-, C-, KC+ amarillo, médula K-, C-, KC-, P-; **metabolitos secundarios**: con corteza con ácido úsnico (mayor), médula con ácido homosequicáico, ácido sequicáico (mayor), 4'-O-metilnorhomosequicáico; **sustrato y ecología**: en cortezas (*Quercus laurina*, *Q. rugosa*) y en rocas; **distribución mundial**: extensamente distribuido en el hemisferio norte; **distribución en México**: en Chihuahua. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

**Sticta** (Schreb.) Ach.

Referencia: Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** folioso, heterómero, dorsiventral, lobulado, irregularmente extendido, 2-10 (-15) cm de diámetro, ligeramente adnato o aparentemente no sujeto o sujeto al sustrato por un solo punto de fijación en forma de raíz bien desarrollada o distintiva, erecto, con el tallo redondo o aplanado el cual origina un lóbulo monófilo a un polífilo; **lóbulos:** irregularmente ramificados, redondeados a imbricados a variadamente incisos, a menudo lacerado-mellados, duros, coriáceos a frágiles, delgados a gruesos; **superficie superior:** negra, marrón, gris, olivácea o verde, continua, lisa, arrugada a obscuramente rugosa, algunas veces superficialmente perforada o flaveolada, lustrosa u opaca, con o sin isidios, mácula, filidios, soledios, tomento o cefalodios, sin goniositos y nunca con pseudocifela; **corteza superior:** paraplectenquimatosa, compuesta de células organizadas anticlinalmente, más o menos isodiamétricamente, con paredes engrosadas; **médula:** ligera, blanca, nunca amarilla; **fotobionte:** primario uno cianobacterial (*Nostoc*) o clorococoide (tipo *Clorella*), fotobionte accesorio presente o ausente; **corteza inferior:** similar en estructura a la corteza superior; **superficie inferior:** pálida u obscura, glabra o tomentosa, hialina a marrón, en parches o continua, formando cúmulos de hifas alargadas, sujeto al sustrato, cifelada; **cifelas:** blancas o raramente amarillas o rojo pálido, redondeadas o irregulares, con una pared bien definida, a menudo con el margen elevado, con la base de la cifela encerrado por una membrana y no compuesta de hifas proyectándose de la médula; **ascomata:** apotecial, a menudo ausente o dispersamente desarrollado, hemiangiocárpico, laminar, raramente marginales, sésiles o pedicelados; **disco:** marrón a rojo-marrón, redondeado, opaco o lustroso, usualmente cóncavo, epruinoso, márgenes bien desarrollados, enteros o crenado-estriados o denticulados, algunas veces con filamentos suaves proyectándose; **exciple:** pálido amarillento, marrón pálido o rosa, epihimenio amarillo-marrón a rojo-marrón, no cambiando en K, 5-15  $\mu\text{m}$  de grosor; **himenio:** hialino, I+ azul, 90-140  $\mu\text{m}$  de alto, paráfisis simple, fina, septada, no ramificada, no anastomosada, engrosada o no y algunas veces pigmentada a los ápices, hipotecio pálido u oscuro, hialino a amarillo-marrón o rojo-marrón, opaco, compuesto de hifas densamente entrelazadas;

**asca:** cilíndricas a clavadas, más cortas que la paráfisis, tipo *Peltigera*, no tunicado, con una capa amiloide (I+ azul) en el talo, con 8 esporas; **ascosporas:** hialina a pálida a obscura u olivácea, simples al principio pero en poco tiempo convirtiéndose a polaribicular a transversalmente, 1-3(5-7) septado, elipsoide-fusiforame, redondeado o punteado al ápice, con paredes lisas; **conidiomata:** picnidial, laminar, inmersa, punteada a sub-globosa, tipo *Lobaria*, con las paredes marrón oscuro o ennegrecidas hacia el ostiolo pero pálidas debajo; **conidios:** hialinos, cortos, baciliformes a sub-lageniforme, cargado lateralmente y terminalmente de conidióforos simples a ligeramente ramificados; **metabolitos secundarios:** carente o raramente con pigmentos de K<sup>+</sup> en médula y/o cífera, especies cianobacteriales producen metil-aminos que imparten una característica de olor a pez cuando está húmedo; **geografía:** templado a tropical; **sustrato:** en corteza, suelo, detritus, o en rocas no calcáreas, silíceas y volcánicas, en humus, en áreas boscosas a sombreadas.

***Sticta fuliginosa*** (Hoffm.) Ach. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 33c y d**).

**Talo:** folioso, monófilo, a menudo profundamente dividido o inciso y aparentemente polífilo, 2-6(-8) cm de diámetro, más bien libremente sujeto por un umbilico central e irregular fácil de romper; **lóbulos:** anchamente redondeados a algo desigual-lacerado, plegado a imbricado centralmente, (0.5-) 1-4 (-6) cm de ancho, márgenes anchamente redondeados, ocasionalmente superficialmente dividido o inciso, poco arrugado debajo y a menudo enrollado arriba; **superficie superior:** pálido gris pizarra, gris glauca obscura a azul-negra, cubierta en partes roja-marrón cuando está húmeda, gris glauca pálida a marrón cuando está mojada, superficialmente a profundamente arrugada a sub-fabeolada, opaca a algo escárbida areolada, más bien como papel y delgada cuando está bien desarrollada, floja cuando está húmeda, frágil cuando está seca, mácula blanca delicadamente salpicada en la superficie superior (con lentes de 10x, húmeda), raramente filidiado, soledios ausentes pero comúnmente densamente isidiado; **isidios:** dominutos, granular, estiliformes, marrón-negro, lustroso, muy delicados y fácilmente derrumbables, en racimos a los márgenes y en crestas talinas, a menudo juntándose dentro de filidios pequeños y aplanados o en pequeños lóbulitos secundariamente

sujetos o formando tallos distintivamente lobulados; **médula:** blanca, K-; **photobionte:** cyanobacterial; **superficie inferior:** blanco crema pálido a amarillenta a los márgenes, marrón pálido centralmente, arrugada-crestada a sub-faveolada, densamente tomentosa desde los márgenes hasta el centro, con tomento lanoso a aterciopelado, blanco a gris pálido, brillante; **cifelas:** comunes, aplanadas, en forma de cráteres, (0.1) 0.5-2 (-3) mm de diámetro, fuertemente definidas, estrechas a los márgenes ligeramente proyectándose arriba del tomento, con una membrana basal blanca; **apotecios:** raros, cuando están presentes dispersos, marginales y laminares, sésiles, constrictos a la base, inserción del disco formando una prominente cavidad en la superficie inferior, redondos, 0.52 (-3) mm de diámetro; **disco:** pálido a rojo marrón oscuro, plano a sub-convexo, epruinoso; **márgenes:** del mismo color inicialmente pero después más pálidos que el disco, entero a crenulado a oculto, ocasionalmente diminuto, proyectándose, pelos brillantes blancos debajo, epihimenio rojo-marrón pálido a marrón-amarillo, 12-20  $\mu\text{m}$  de grueso; **himenio:** hialino a amarillo huevo pálido, 110-125  $\mu\text{m}$  de alto, hipotecio amarillo-marrón pálido, opaco, 30-45  $\mu\text{m}$  de ancho, **ascas:** clavadas, 57-80 x 12.5-17.5  $\mu\text{m}$ , con 8 esporas; **ascosporas:** hialinas, 1-3 septos, fusiformes-elipsoides, con ápices puntuales, 22-33 (-38) x 5-7  $\mu\text{m}$ ; **picnidios:** más bien raros, dispersos hacia los márgenes de los lóbulos, inmersos, ostiolo marrón-rojo a negro, punteados, depresos, 0.01 mm de diámetro; **conidios:** baciliformes, derechos, hialinos, 4-6 x 1  $\mu\text{m}$ ; **tinción:** todas las reacciones negativas; **metabolitos secundarios:** ninguno detectado; **sustrato y ecología:** en cortezas (*Abies religiosa*, *Alnus*, *Quercus rugosa*) y musgos, rocas ácidas en bosques de pino encino, en caras sombrías y en áreas de alta humedad y sombrías moderadas a profundas, 340-3600 m; **distribución mundial:** cosmopolita y bien distribuido en regiones templadas del hemisferio norte y sur; **distribución en México:** Chihuahua, Distrito Federal, Hidalgo y Jalisco. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

***Usnea*** Dill. Ex Adanson.

**Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 3. Lichens Unlimited. Arizona State University.

**Talo:** fruticoso, erecto, decumbente (postrado), sub-pendente o largamente pendiente, usualmente sujeto por un único punto de fijación basal (holfast), ramificaciones isotómicas o anisotómicas o dicotómicas; **parte basal:** pigmentada de negro a marrón rojizo o del mismo color de las ramificaciones, continua o con cuarteaduras anulares o longitudinales; **ramificaciones:** longitudinalmente cilíndricas, fusiformes, cónicas o irregulares, transversalmente redondeadas, aplanadas, estriadas, crestada o alada, constreñida o no a los puntos de fijación, con o sin anulaciones, divididas dentro de segmentos más o menos conspicuos con tal vez  $\pm$  forma de salchicha, cilíndrica o trapezoidal, con o sin papilas, fibrillas, tubérculos, fibérculos y pseudocifela, sin verdaderos isidios; **soralios:** presente o ausente, puntiforme e indistinto a engrandecidos y conspicuos, incluso escavados o estipitados, planos, convexos o cóncavos, redondeados a elípticos longitudinalmente o transversalmente con o sin un margen nítidamente delimitado, concurridos o anchamente espaciados, originándose inicialmente en la corteza o en fibérculos o en la cima de tubérculos o en cuarteaduras anulares entre los segmentos; **isidios:** ausentes; **isidioformas:** ausentes, únicas o en mechones; **corteza:** orientada radialmente o irregularmente, hifas leptodermatosas o paquidermatosas que están firmemente o ligeramente conglutinadas, gris a gris-verde, amarillo-verde cuando está fresco, algunas veces cambiando a marrón en el herbario, con o sin pigmentos rojos, vítreo, brillante u mate; **médula:** laxa, densa o compacta, algunas veces pigmentada de rosa, rojo o amarillo; **axis central:** cordones cartilaginoso de hifas sólidas, compactas, prosoplectenquimatosas en las que las hifas están conglutinadas y longitudinalmente organizadas, corriendo a lo largo del talo, fistuloso y/o sólido, I+ azul o I-, blanca, raramente amarronada o amarillenta; **fotobionte:** *Trebouxia*; **ascomata:** apotecial, lecanoral, lateral, sub-terminal o terminal, sésiles a pedicelados, en forma de copa, aplanados o sinuosos, margen prominente con borde taloide y algo a numerosas fibrillas bien desarrolladas, disco pruinoso o no, pálido a amarillo obscuro a marrón; **asca:** tipo *Lecanora*, alargadas-clavadas, con 8 esporas; **ascosporas:** simples, en general elipsoides, 7-11 x 5-7  $\mu\text{m}$ , hialinas, no amiloides; **conidiomata:** picnidial, principalmente terminal o sub-apical; **conidios:** simples, incoloros, baciliformes o bifusiformes, derechos o curvados; **metabolitos secundarios:** corteza con ácido úsnico, médula con un rango de dépsidos, depsidionas, bis-xantonas, terpenoides, ácidos alifáticos y sustancias no identificadas;

**geografía:** ampliamente distribuida, ocurriendo en zonas polares, alpinas, boreales, regiones templadas y tropicales; **sustrato:** en árboles, madera o rocas.

1.- Talo apoteciado hacia los ápices de las ramas. . . . . **Usnea párvula.**

1.- Talo no apoteciado (pero con soredios y/o isidioformas). . . . . **Usnea glabrata.**

**Usnea glabrata** (Ach.) Vainio. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 3. Lichens Unlimited. Arizona State University (**Figura 33e y f**).

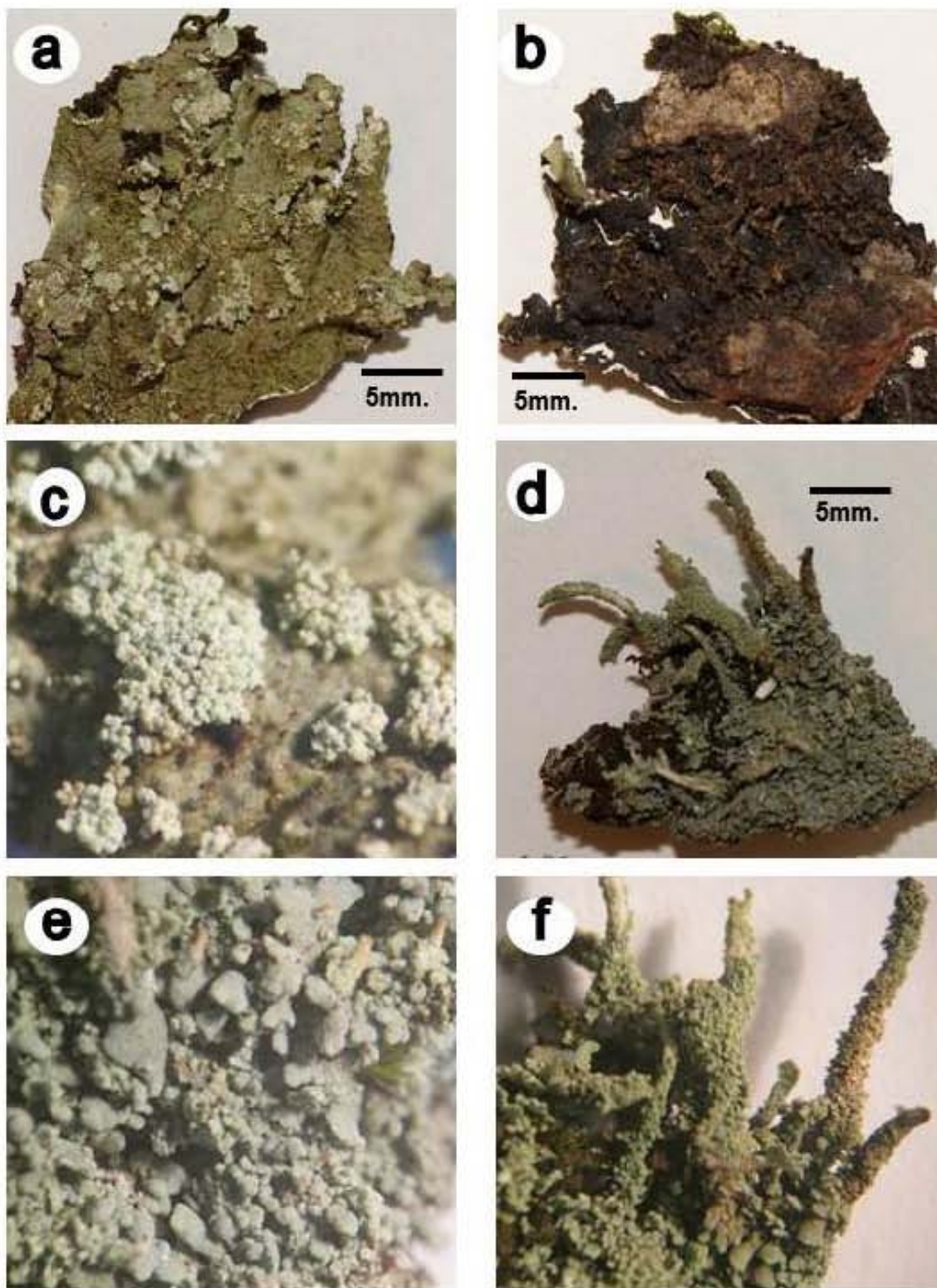
**Talo:** erecto-arbustivo, 2-5 (-7) cm de largo; **ramificaciones:** lustrosas en la superficie, en su mayoría anisotamicas-dicotómicas, divergentes; **parte basal:** del mismo color que las ramificaciones o marrón a negra muy a la base; **ramas:** ± infladas y fusiformes, distintivamente estrechas hacia el punto de fijación, ± flabeladas o con surcos transversales, ápices a menudo gruesos y curvados; **segmentos:** redondeados y ± en forma de salchicha o irregulares; **papilas:** ausentes o indistintas y distribuidas irregularmente, raramente abundantes; **tubérculos:** ausentes; **fibérculos:** ausentes a abundantes, cortos (1-2 mm) y espinosos, distribuidos irregularmente en todo el talo; **soralios:** extensos, tan largos del diámetro de las ramificaciones, planos a escavados y exponiendo el axis, circular a irregular, originándose inicialmente desde la corteza, principalmente en ramificaciones terminales y fibrillas, a menudo confluentes y cubriendo todo el extremo de las ramificaciones; **soredios:** granulares; **corteza:** delgada (3-5%) y lisa, brillante a vítrea; **médula:** usualmente delgada, muy ligera, no pigmentada; **axis:** usualmente delgado, no pigmentado; **apotecios:** no vistos; **tinción:** K+ marrón-verde, C-, KC-, P+ amarillo anaranjado a naranja; **metabolitos secundarios:** médula con ácido protocetrárico, ± ácido fumaroprotocetrárico, ± algunos no conocidos, ± ácidos grasos; **sustrato y ecología:** en corteza de *Quercus rugosa* y *Pinus*, en diversos matorrales en el chaparral o robles pequeños y bosques de pino, entre los 0 a 500 m; **distribución mundial:** circumpolar en regiones boreales, templadas y mediterráneas del hemisferio norte; **distribución en México:** en Baja California. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).



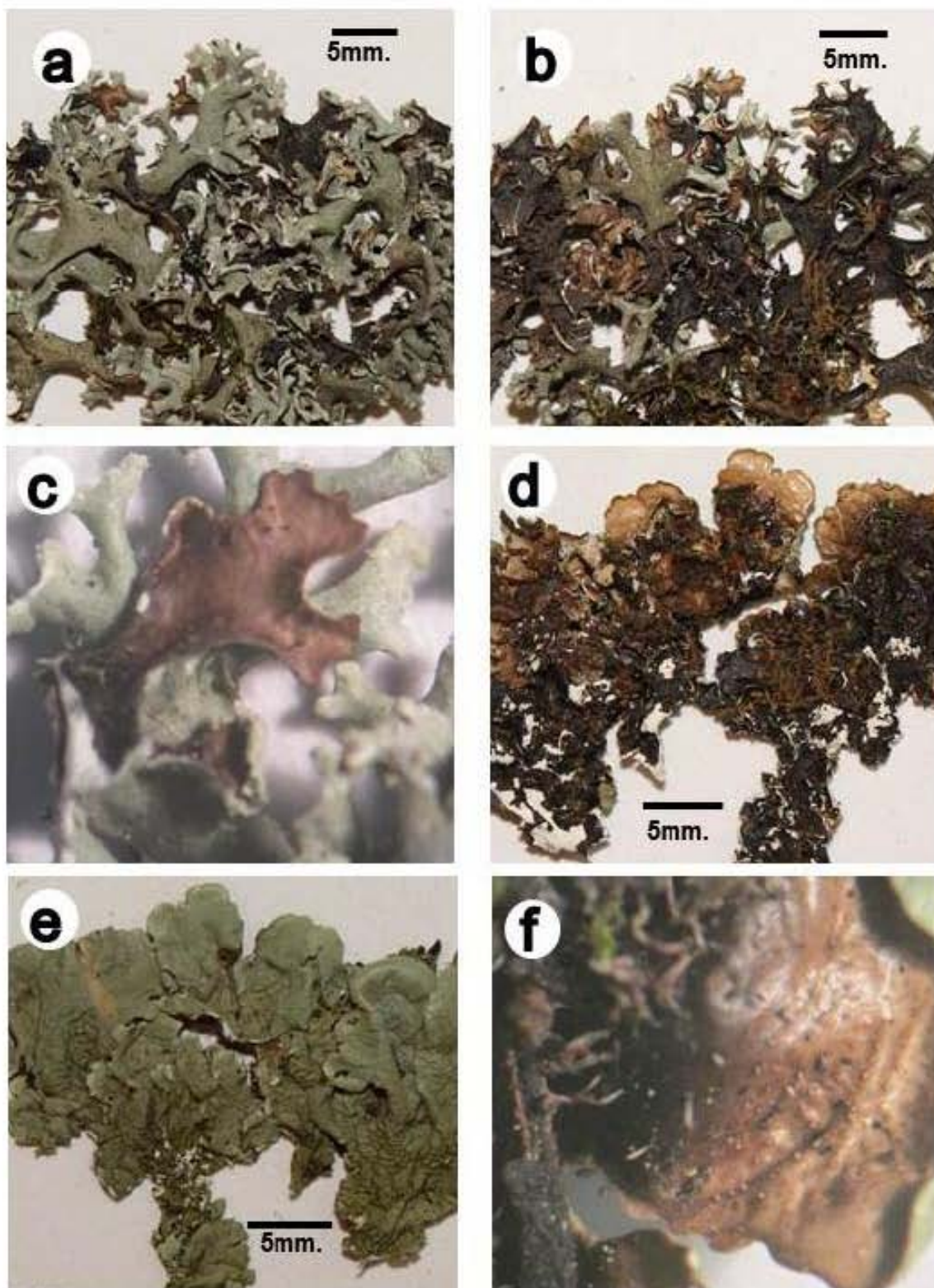
***Usnea parvula*** Motyka. **Referencia:** Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.) 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 3. Lichens Unlimited. Arizona State University (Figura 34a y b).

**Talo:** arbustivo, usualmente corto, de 3-8 cm de longitud, ± rígido; **ramificaciones:** anisotómicas-dicotómicas, divergentes; **parte basal:** del mismo color de las ramas o más pálidas; **ramas:** ramas principales irregulares, distintivamente segmentadas, ± infladas, ramas laterales no estrechas hacia el punto de fijación; **segmentos:** cilíndrico a fuertemente crestados, cilíndricos a ± en forma de salchicha, surcos/fabeolas transversales numerosas en ramas principales; **papilas:** ausentes aunque fibrillas jóvenes pueden confundirse con estas; **tubérculos:** ausentes; **fibérculos:** casi ausentes a numerosas, visitas como pseudocifelas; **fibrillas:** cortas, espinulosas, numerosas y atestas (80-100 fibrillas/0.5 cm en ramas principales); **soralios e isidioformas:** ausentes; **corteza:** delgada (2-6%), opaca a distintivamente brillantes, nunca cuarteada; **médula:** usualmente de dos capas compacta cercana a la corteza y laxa alrededor del axis, no pigmentadas; **axis:** delgado a grueso; **apotecios:** terminales a sub-terminales, 2-17 mm de diámetro; **esporas:** 7.5-9 x 3-5 µm; **tinción:** todas las reacciones negativas; **metabolitos secundarios:** ácido úsnico, ± ácidos grasos (menor), otros desconocidos (menor); **sustrato y ecología:** principalmente en corteza de *Pinus* y en *Pseudotsuga meneziesii* en bosques de coníferas o vegetación de pino-encino (*Quercus rugosa*) en las montañas entre los 1800-3100 m y excepcionalmente en arbustos costales; **distribución mundial:** suroeste de EUA, México, y sur de América; **distribución en México:** Sierra Madre Occidental de Chihuahua. Nuevo registro para el Estado de México (Sierra de Guadalupe).

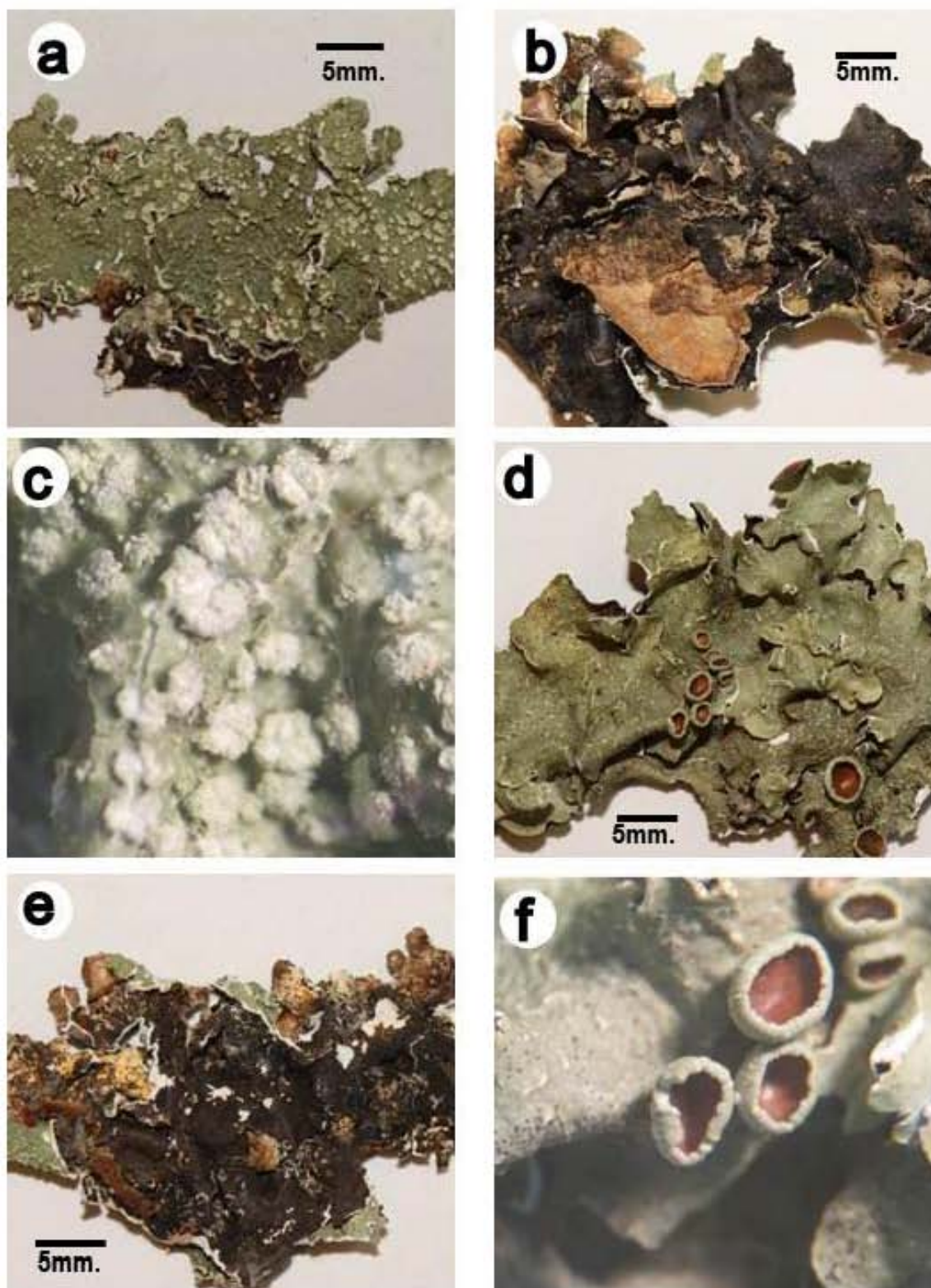
### 10.1.3. Láminas de las especies de líquenes.



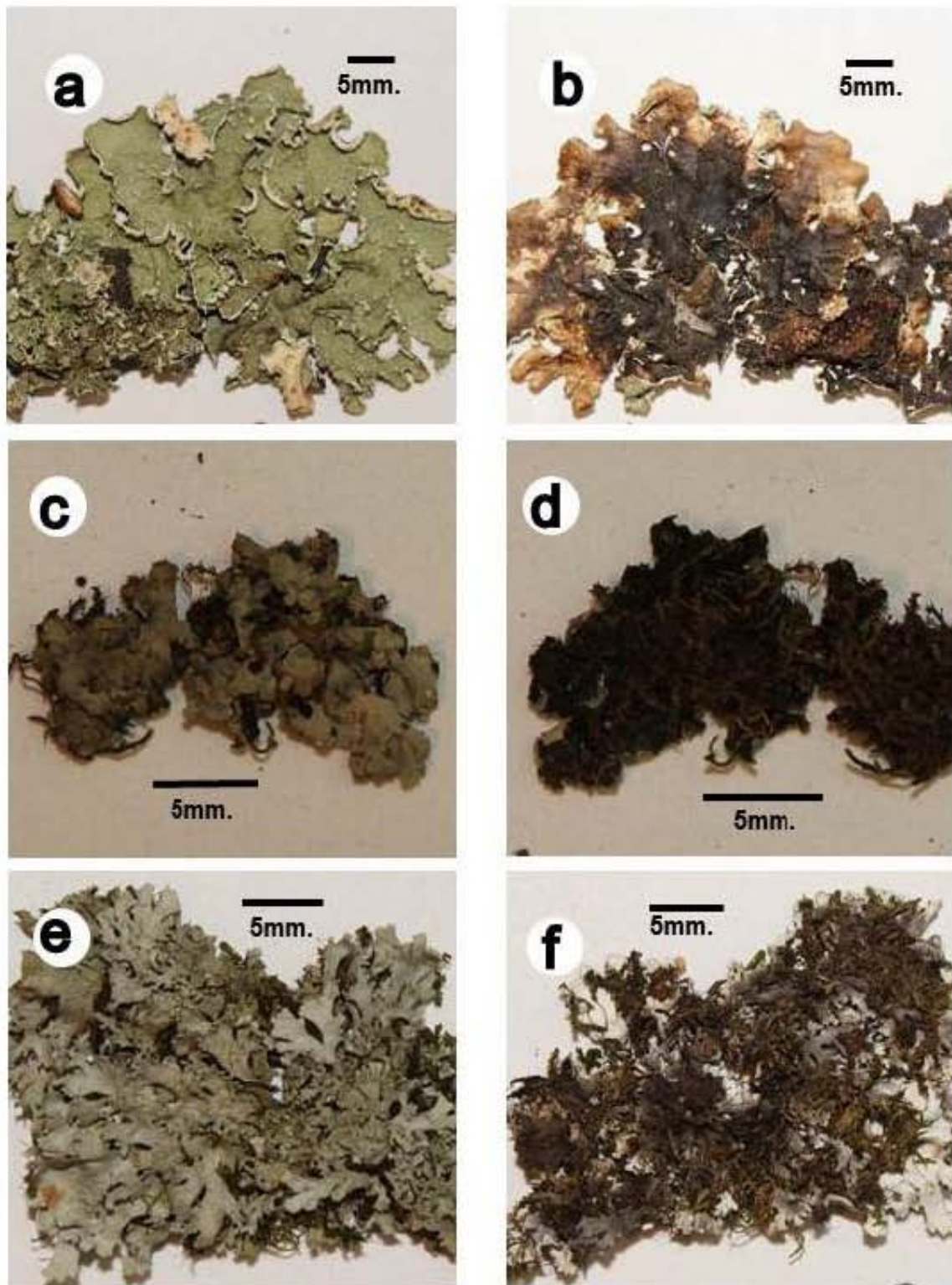
**Figura 22:** a) superficie superior de *Canoparmelia texana*, b) superficie inferior de *Canoparmelia texana*, c) detalle de soralios de *Canoparmelia texana*, d) talo de *Cladonia subradeata*, e) detalle de escamas de *Cladonia subradeata*, f) detalle de podecios de *Cladonia subradeata*.



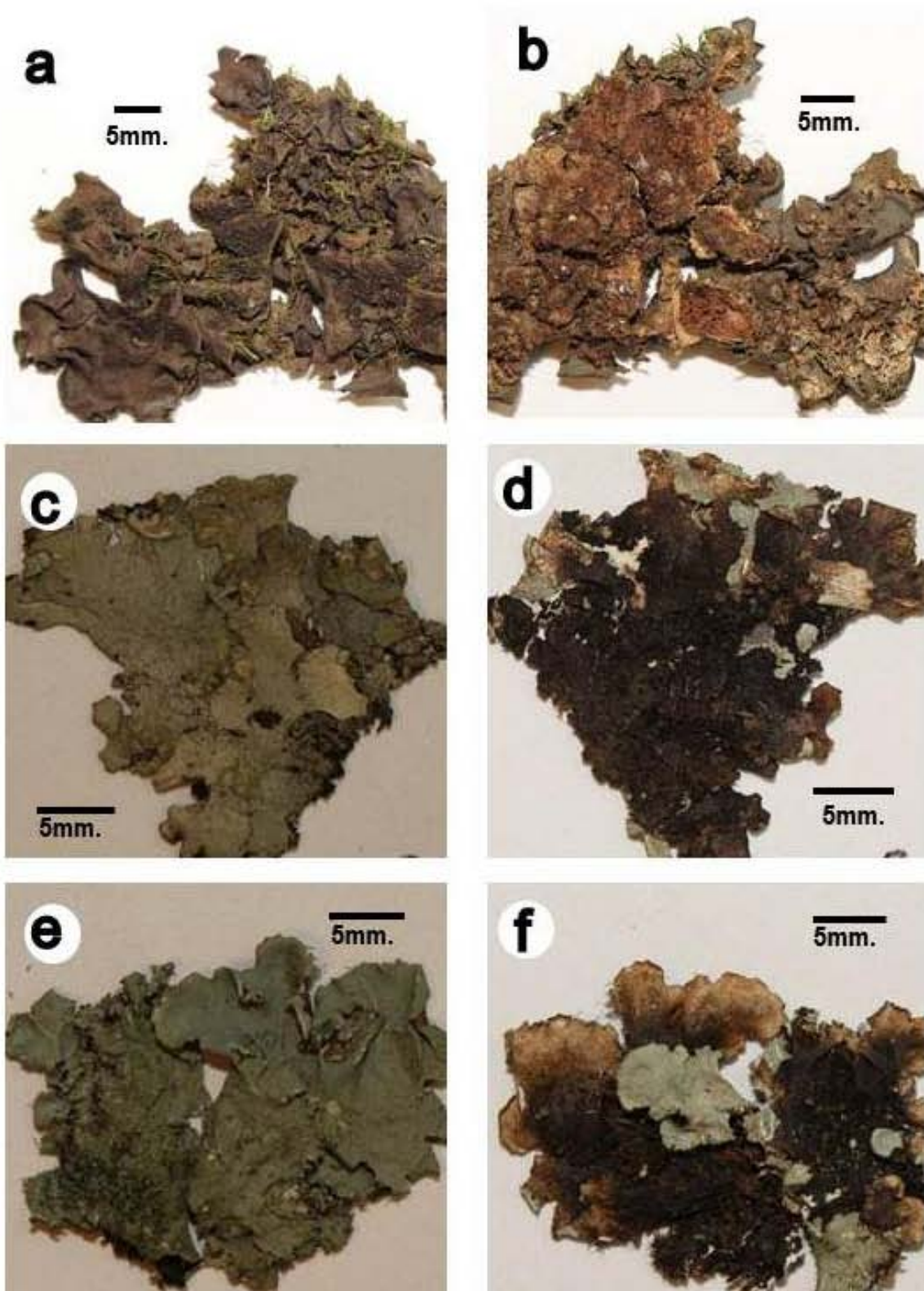
**Figura 23:** a) superficie superior de *Everniastrum pseudonepalense*, b) superficie inferior de *Everniastrum pseudonepalense*, c) detalle de lóbulos de *Everniastrum pseudonepalense*, d) superficie superior de *Flavoparmelia caperata*, e) Superficie inferior de *Flavoparmelia caperata*, f) detalle de lóbulos de *Flavoparmelia caperata*.



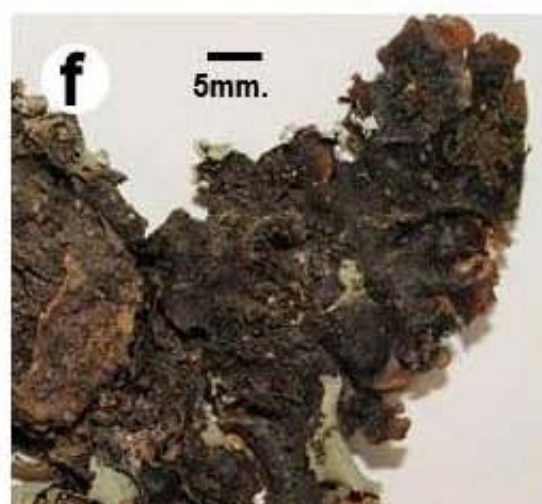
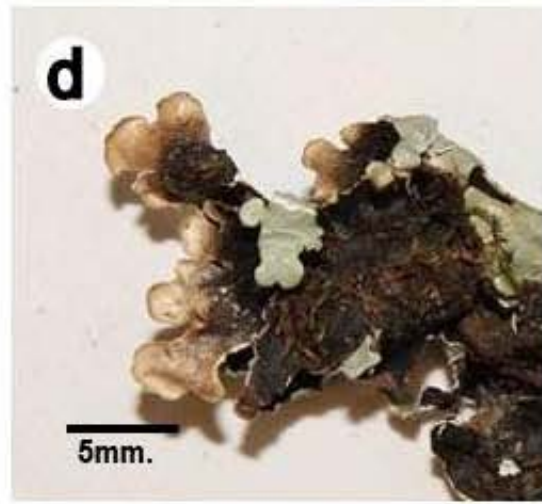
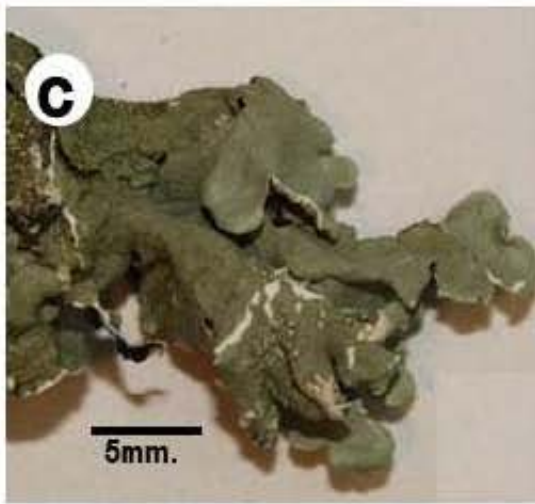
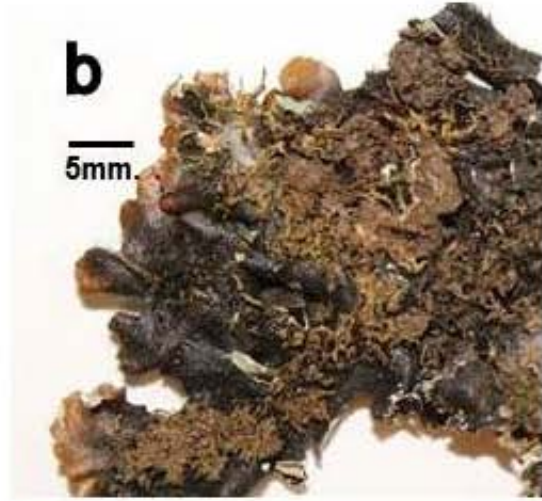
**Figura 24:** a) superficie superior de *Flavopunctelia flaventior*, b) superficie inferior de *Flavopunctelia flaventior*, c) detalle de soralios de *Flavopunctelia flaventior*, d) superficie superior de *Flavopunctelia presignis*, e) superficie inferior de *Flavopunctelia presignis*, f) detalle de apotecios de *Flavopunctelia presignis*.



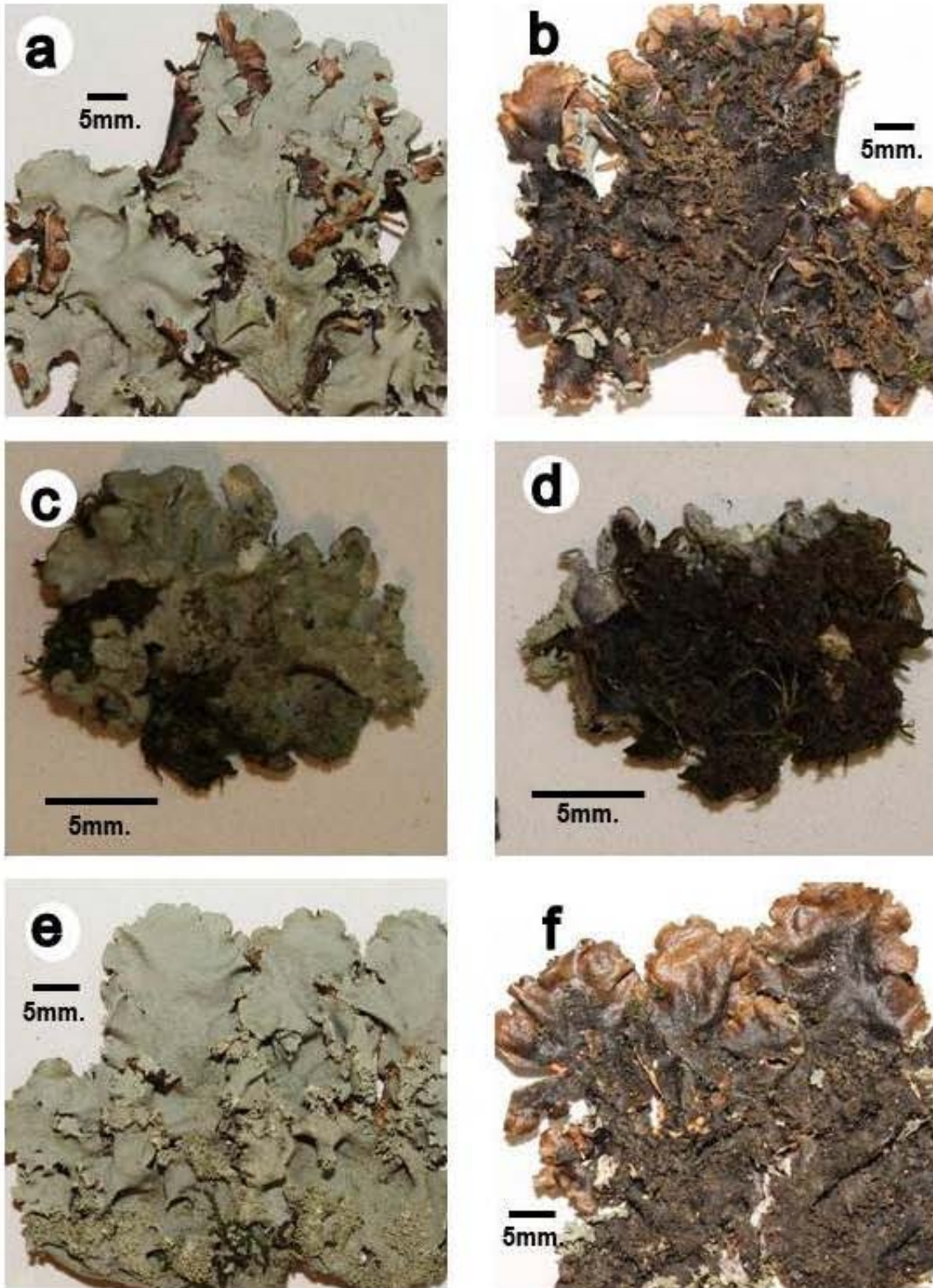
**Figura 25:** a) superficie superior de *Flavopunctelia soledica*, b) superficie inferior de *Flavopunctelia soledica*, c) superficie superior de *Heterodermia appalachensis*, d) superficie inferior de *Heterodermia appalachensis*, e) superficie superior de *Heterodermia rugulosa*, f) superficie inferior de *Heterodermia rugulosa*.



**Figura 26:** a) superficie superior de *Leptogium burnetiae*, b) superficie inferior de *Leptogium burnetiae*, c) superficie superior de *Parmotrema austrosinense*, d) superficie inferior de *Parmotrema austrosinense*, e) superficie superior de *Parmotrema crinitum*, f) superficie inferior de *Parmotrema crinitum*.

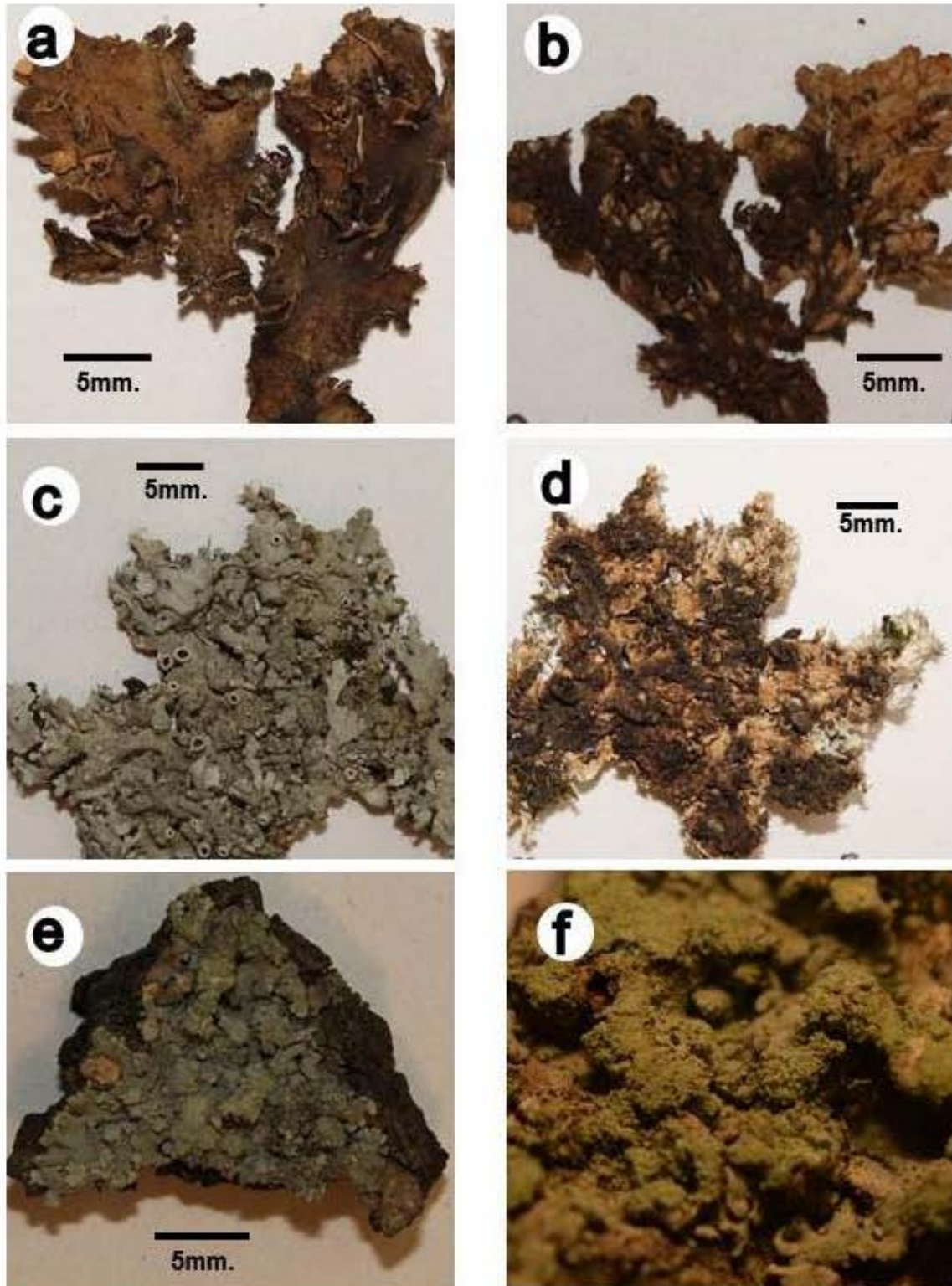


**Figura 27:** a) superfície superior de *Parmotrema cristiferum*, b) superfície inferior de *Parmotrema cristiferum*, c) superfície superior de *Parmotrema dilatatum*, d) superfície inferior de *Parmotrema dilatatum*, e) superfície superior de *Parmotrema hypotropum*, f) superfície inferior de *Parmotrema hypotropum*.

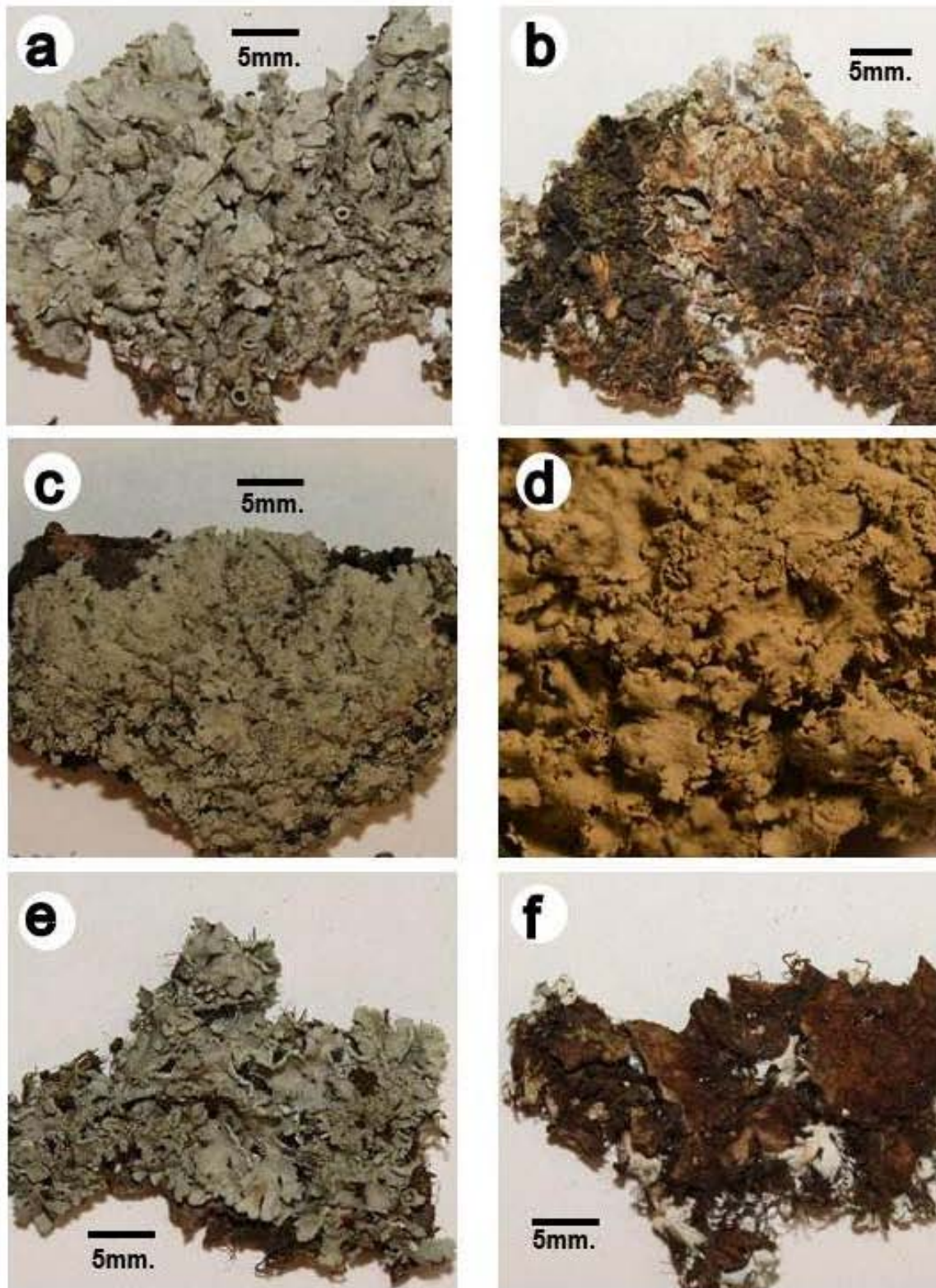


**Figura 28:** a) superficie superior de *Parmotrema stippeum*, b) superficie inferior de *Parmotrema stippeum*, c) superficie superior de *Parmotrema tinctorum*, d) superficie inferior de *Parmotrema tinctorum*, e) superficie superior de *Parmotrema ultralucens*, f) superficie inferior de *Parmotrema ultralucens*.

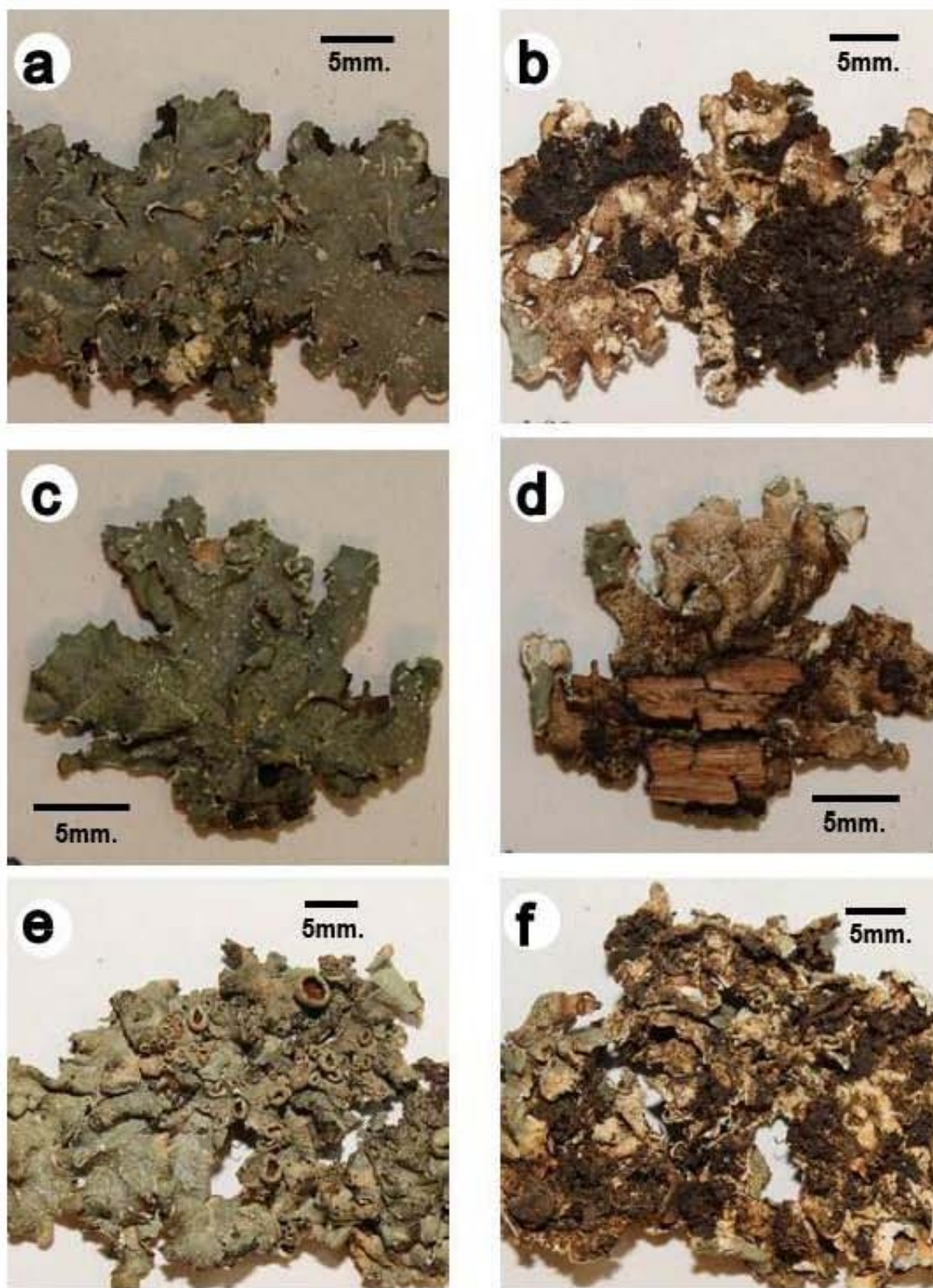




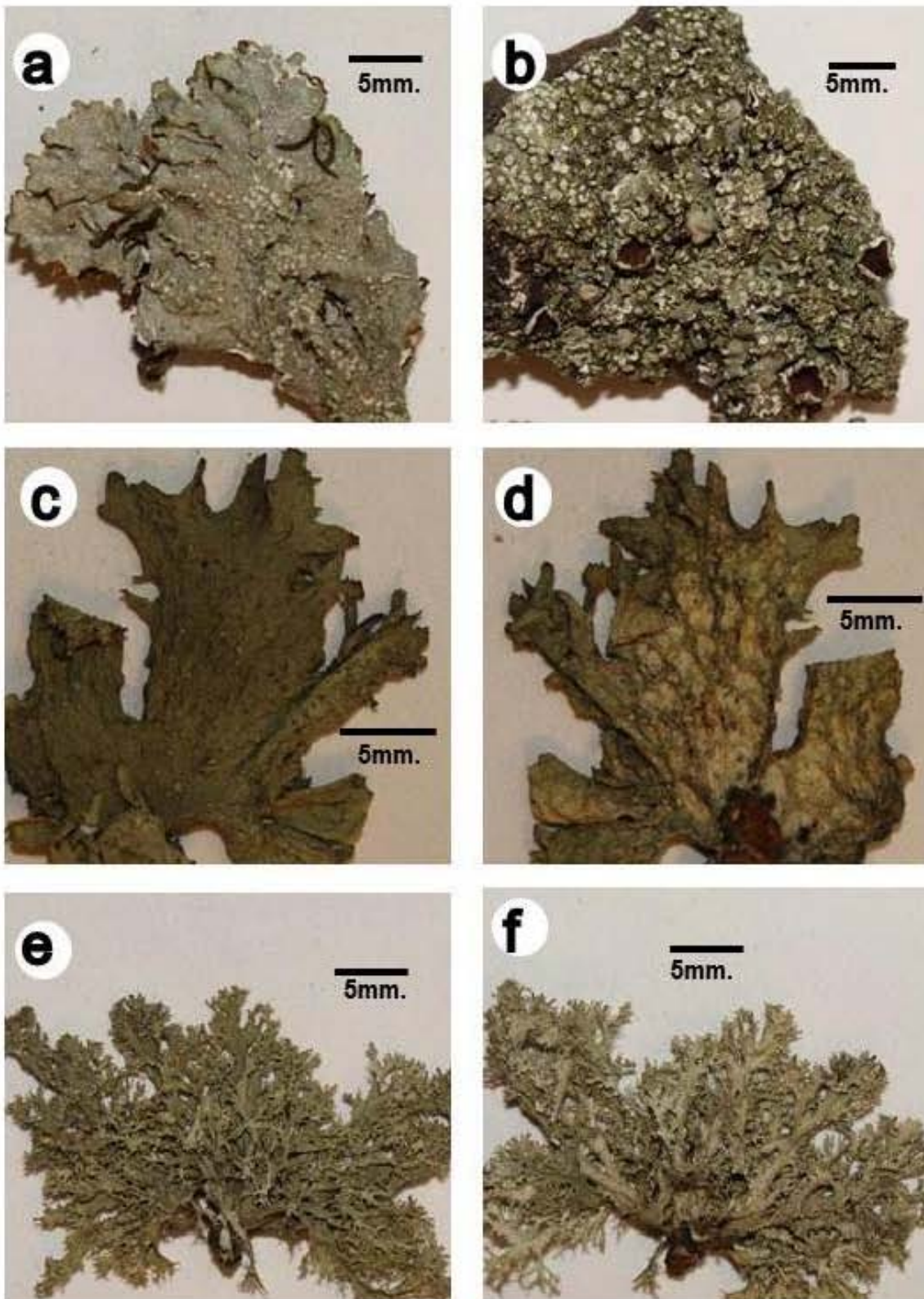
**Figura 29:** a) superficie superior de *Peltigera collina*, b) superficie inferior de *Peltigera collina*, c) superficie superior de *Physcia aipolia*, d) superficie inferior de *Physcia aipolia*, e) superficie superior de *Physcia americana*, f) detalle de soralios de *Physcia americana*.



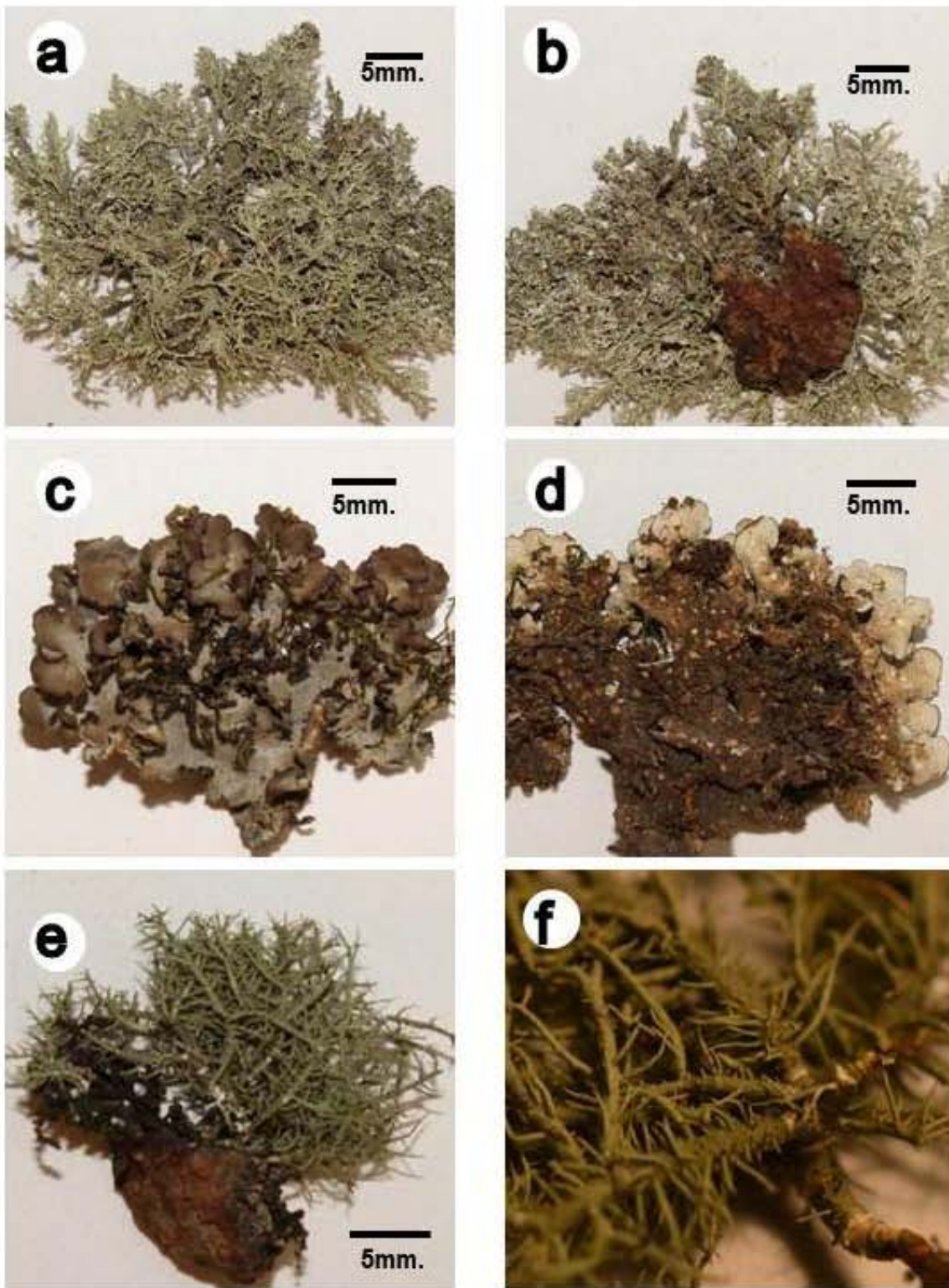
**Figura 30:** a) superficie superior de *Physcia biziana*, b) superficie inferior de *Physcia biziana*, c) superficie superior de *Physcia milegrana*, d) detalle de lóbulos de *Physcia milegrana*, e) superficie superior de *Physcia tenella*, f) superficie inferior de *Physcia tenella*.



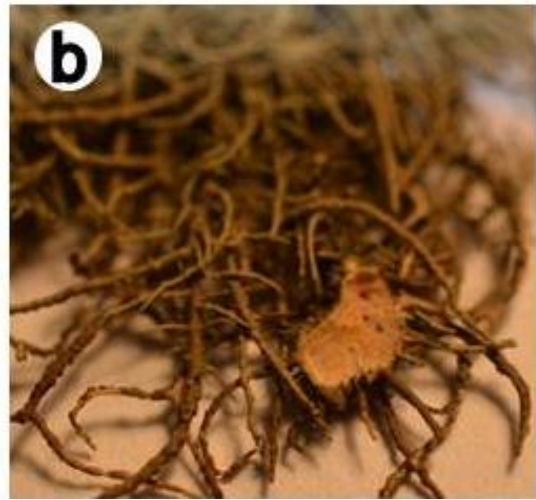
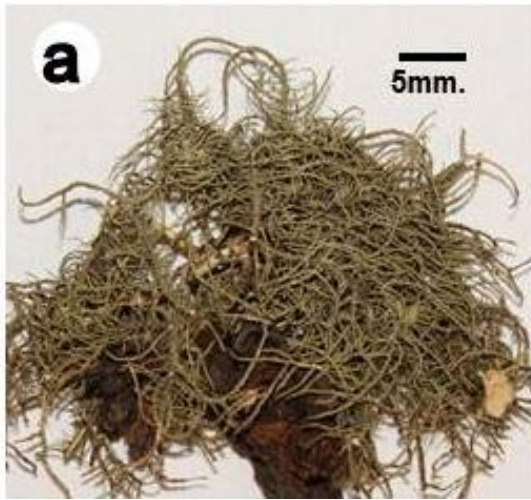
**Figura 31:** a) superficie superior de *Punctelia bolliana*, b) superficie inferior de *Punctelia bolliana*, c) superficie superior de *Punctelia cf. caseana*, d) superficie inferior de *Punctelia cf. caseana*, e) superficie superior de *Punctelia hypoleucites*, f) superficie inferior de *Punctelia hypoleucites*.



**Figura 32:** a) talo estéril de *Punctelia subrudecta*, b) talo fértil de *Punctelia subrudecta*, c) superficie expuesta al sol de *Ramalina americana*, d) superficie recostada al sustrato de *Ramalina americana*, e) superficie expuesta al sol de *Ramalina farinacea*, f) superficie recostada al sustrato de *Ramalina farinacea*.



**Figura 33:** a) superficie expuesta al sol de *Ramalina intermedia*, b) superficie recostada al sustrato de *Ramalina intermedia*, c) superficie superior de *Sticta fuliginosa*, d) superficie superior de *Sticta fuliginosa*, e) talo completo de *Usnea glabrata*, f) detalle de talo y ramificaciones de *Usnea glabrata*.



**Figura 34:** a) talo completo de *Usnea parvula*, b) detalle de apotecio y ramillas de *Usnea parvula*.

## 10.2. Forofitos

Se colectaron 49 ejemplares de encinos que correspondieron a ocho especies de forofitos del género *Quercus*; sin embargo, solo en seis se muestrearon líquenes, ya que la especie *Q. frutex* se encontró en forma arbustiva de menos de 1m de altura y en *Q. deserticola* no se encontró la presencia de líquenes (Tabla 4). La especie *Q. rugosa* fue la mejor representada con 38 ejemplares y la menor fue *Q. laeta* con solo uno.

**Tabla 4:** Especies de forofitos del Parque Estatal Sierra de Guadalupe.

Orden	Familia	Género	Especie
Fagales	Fagaceae	Quercus	<i>Q. crassipes</i>
			<i>Q. deserticola</i>
			<i>Q. frutex</i>
			<i>Q. laeta</i>
			<i>Q. laurina</i>
			<i>Q. mexicana</i>
			<i>Q. obtusata</i>
			<i>Q. rugosa</i>

### 10.2.1. Claves taxonómicas y descripción de las especies de *Quercus* del Parque Estatal Sierra de Guadalupe.

#### *Quercus* L.

**Referencia:** Romero R., Rojas Z. y Aguilar E. 2002. El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 89: 551-593.

Árboles o arbustos; yemas foliares reunidas en las puntas de las ramas; estípulas subuladas o liguladas, generalmente deciduas, a veces persistentes, más bien asociadas con las yemas que con las hojas, hojas alternas, generalmente pecioladas, nunca totalmente sésiles; amentos masculinos largos y colgantes, flores con el cáliz 5-lobulado, fusionado a un perianto que envuelve a los estambres; estambres 5-10, libres, con anteras cortas y filamentos delgados; flores femeninas en forma de racimo reducido con un raquis leñoso corto o largo y con una o varias flores, cáliz con 6 lóbulos que se adhieren a la base de los estilos y se fusionan en un tubo; pistilo de 3 carpelos que forman un ovario trilocular, cada lóculo con dos óvulos; estilos 3, libres; fruto unilocular con una semilla, los otros óvulos son abortivos; semilla envuelta en una cubierta rígida

formando la bellota que está protegida parcialmente en su base por una cúpula cubierta de escamas; número cromosómico n=12.

- 1.- Hojas de borde entero sin ondulaciones, dientes ni mucrones, a veces con el ápice aristado. . . . . **2**
- 1.- Hojas de borde ondulado, mucronado o aristado. . . . . **7**
- 2.- Envés de las hojas con pubescencia uniforme, sin pubescencia en las nervaduras primarias o central. . . . . **3**
- 2.- Envés de las hojas glabro o casi glabro, con pubescencia en las axilas o mechones en la base o a lo largo de las nervaduras. . . . . **6**
- 3.- Ápice de las hojas comúnmente aristado. . . . . **4**
- 3.- Ápice de las hojas con un mucrón corto. . . . . **5**
- 4.- Envés de las hojas con tricomas contortos y dispersos, nervaduras secundarias no en ángulo recto. . . . . **Q. mexicana.**
- 4.- Envés de las hojas con tricomas estrellados no contortos, nervaduras secundarias casi en ángulo recto. . . . . **Q. crassipes.**
- 5.- Arbustos de 40cm a 2.5m de alto. . . . . **Q. frutex.**
- 5.- Árboles de 2 a 7m de alto. . . . . **Q. deserticola.**
- 6.- Hojas sin el ápice aristado, envés con pubescencia a lo largo de las nervaduras. . . . . **Q. laeta.**
- 6.- Hojas con el ápice comúnmente aristado, envés con pubescencia en mechones en las axilas de las nervaduras. . . . . **Q. laurina.**
- 7.- Borde de las hojas con mucrones cortos de menos de 1mm de largo y que se curvan hacia el envés. . . . . **Q. obtusata.**



7.- Borde de las hojas con mucrones largos y prominentes de hasta 2mm de largo no curvos. . . . . **Q. rugosa.**

**Quercus crassipes** Humb. y Bompl. Árbol de 4-17 m de alto o más, con el tronco de 0.4 a 1m de diámetro; corteza de placas alargadas o de color obscuro; ramillas de (-5) 1-2 mm de diámetro, con denso tomento amarillo formado por pelos estrellados con estípites muy pequeño; lenticelas hasta 1 mm de largo, desde pálidas hasta del mismo color de las ramas; yemas de 1.5-4.5 mm de largo, ovoides, de color café rojizo, escamas coriáceas, bordes ciliados; estípulas de 7-8 mm de largo, linear-lanceoladas, membranosas pubescentes en el dorso, deciduas; hojas jóvenes con abundante tomento amarillo en haz y envés, principalmente en la nervadura central; hojas maduras coriáceas, angostamente elípticas, lanceoladas u oblanceoladas, de 2-9 (-10.8) cm de largo, de (0.6-) 1-3 (-4) cm de ancho; ápice mucronado o con aristas de 3 mm de largo, base redondeada o subcordada, borde entero, revoluto, engrodado; nervaduras de 10-19 en cada lado, rectas o algo curvadas, formando ángulos casi rectos, bifurcados cerca del margen; haz algo lustroso, color verde o grisáceo, glabro o con pequeños pelos estrellados dispersos, muy abundantes en la base de la hoja, nervadura central elevada, las primeras impares, las más finas forman un retículo pálido sobre un fondo verde; envés con tomento denso blanco grisáceo o más abierto, pelos estrellados estipitados, con 5-6 rayos extendidos, epidermis ampulosa; pecíolos amarillentos o rojizos, tomentosos o casi glabros, (-1) 2-7 (-10) mm de largo, de 0.5-1 mm de diámetro; amentos masculinos de 4-5.5 cm de largo; flores con el perianto escarioso de 4mm de largo y 3 mm de ancho, café rojizo, pubescentes; estambres 5, de 3 mm de largo, anteras apicales; flores femeninas de 1-2 sobre pedúnculos de 5 mm de largo o menos, de 2-2.5 mm de diámetro; fruto bianual, solitarios o por pares en pedúnculos de 2-8 mm de largo; cúpula hemisférica, de 11-17 mm de diámetro, márgenes a veces involutos, las escamas engrosadas en la base, tomentosas, a veces glabrescentes, bellota ovoide, de 12-17 (-30) mm de largo, de 8-15 mm de diámetro, cerca de una tercera parte de su largo en la cúpula. Más abundante en los boques situados entre 1900 y 3500 m de altitud, se le encuentra en bosques de *Quercus*, *Pinus-Quercus* y *Quercus-Cupressus*, en bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, en sitios de transición de pastizal a bosque mixto, se asocia con *Pinus pseudostrobus*, *P leiophylla*,

*P. montezumae* y *P. hartwegii*, *Quercus laurina*, *Q. crassifolia*, *Q. obtusata* y *Q. castanea*; se encuentra en Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Colima, Michoacán, Distrito Federal, Estado de México, Morelos, Tlaxcala y Puebla.

***Quercus deserticola*** Trel. Arbolillo de 2-7 m de alto, corteza gris; ramillas de 1-3 mm de diámetro con denso tomento verde amarillento, que se ennegrece con el tiempo, formado por pelos estrellados; lenticelas de hasta 1 mm, blancas, visibles solo en ramillas viejas, de 2-3.5 mm de largo, ovoides, escamas escariosas con los bordes ciliados; estípulas de 3-5 mm de largo, lineares o filiformes. Pilosas, rojizas, persistentes en hojas jóvenes y yemas; hojas jóvenes rojizas, haz verde, con el tomento formado también por pelos estrellados estipitados, pero con las ramas más largas; hojas maduras de (2.5-) 4-7.5 (-8.5) cm de largo, de (1.3-) 2-3.5 (-4.5) cm de ancho, oblongas, elípticas, elíptico-oblongas u obovadas, subcoriáceas, ápice agudo u obtuso, mucronado; base cordada o subcordada, borde entero, ondulado o dentado, 2-5 dientes mucronados de cada lado, con frecuencia asimétricos; nervaduras de 6-9 de cada lado, que se continúa en el diente; haz verde lustroso con pelos estrellados cortos, estipitados, uniformemente distribuidos, más abundantes en la nervadura central, nervaduras impresas; envés pálido con abundantes pelos estrellados, estipitados con las ramas más largas que los del haz y pelos glandulares rojizos unicelulares sobre la epidermis ampulosa y papilosa, nervaduras elevadas; peciolo de 2-5 (-6) mm de largo, de 0.5-1 mm de diámetro, tomentosas al igual que las ramillas, base engrosada; amentos femeninos con 3-10 flores en pedúnculos de hasta 30 mm, densamente tomentoso; fruto anual, solitario, en grupos de 2-3 sobre pedúnculos de 2-9 mm de largo; cúpula hemisférica de 14-17 (-20) mm de diámetro, las escamas con tomento blanco, las de la base engrosada, las de más arriba menos pubescentes, ápice obtuso, ligeramente elevados; bellota ovoide de 11-13 (-19) mm de largo, de 11-15 mm de diámetro, un tercio de su largo incluida en la cúpula; distribuido entre los 2400 a 2800 m de altitud, en bosque de *Quercus*, pastizal y matorral xerófilo, se asocia con *Alnus* y *Cupressus*, en Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Michoacán, Distrito federal y Estado de México.

***Quercus frutex*** Trel. Arbusto rizomatoso de 0.4-2.5 m de alto, a veces puede ser un árbol de hasta 7 m de alto; corteza conformada por escamas cuadrangulares, de color gris opaco; ramillas de 1-1.5 mm de diámetro muy pubescentes, tomentoso persistente, formado por pelos estrellados, de color amarillento a grisáceo; lenticelas blancas, de hasta 1 mm de largo, a veces protuberantes y entonces muy evidentes a través del tomento; yemas esféricas a ovoides, de 1-3 mm de largo, con escamas pilosas en los bordes; estípulas lineares, de 3-5 mm de largo, pilosas principalmente en la base y en el ápice, glabrescentes con la edad, con frecuencia en las hojas maduras; hojas maduras subcoriáceas, elíptico-oblongas, ovado-lanceoladas u oblanceoladas, de (1.5-) 2-4.5 (-6) cm de largo, de (0.5-) 1-2 (-2.9) cm de ancho; ápice redondeado a agudo mucronado, base redondeada o subcordada; borde entero, ondulado o con 2-4 dientes en las 2/3 partes superiores, revoluto; nervaduras primarias de 6-11 en cada lado; haz lustroso, con pelos estrellados dispersos, abundantes en la nervadura central cerca del peciolo, nervaduras impresas; envés amarillento, pubescente, tomentoso formado por pelos estrellados estipitados, con rayos largos extendidos que dejan ver la epidermis ligeramente ampulosa y densamente pilosa; nervaduras elevadas; pecíolos de 1-4 mm de largo y de 0.5-1 mm de ancho, tomentoso; amentos masculinos de hasta 1.5 cm de largo, raquis densamente tomentoso; perianto sésil, de 2 mm de diámetro, lóbulos ciliados; anteras oblongas de 1 mm de largo, filamentos de 1.5 mm de largo; fruto solitario o en pares, sobre un pedúnculo de 3-10 mm de largo; cúpula hemisférica de 0.7-1.3 cm de diámetro, con escamas triangulares, pubescentes, excepto en el dorso superior, engrosadas en la base; bellota ovoide, de 5-11 mm de diámetro, incluida 1/3 de su largo en la cúpula; tiene una amplia distribución desde los 2350-3100 m de altitud, se encuentra en los boques de *Quercus*, pastizal y formando mechones densos de matorral xerófilo y pastizal, se asocia con *Pinus*, *Juniperus*, *Cupressis* y *Alnus*, también se le encuentra en vegetación perturbada, en Jalisco, Estado de México, Michoacán, Hidalgo y Tlaxcala.

***Quercus laeta*** Liebm. Árbol de 6-10 m de alto, con el tronco de 25-40 cm de diámetro; ramillas de 1-2 (-3) mm de diámetro, rojizas, con pubescencia formada por pelos estrellados y simples, largos, ésta con el tiempo se ennegrece y cae, con lenticelas menores de 0.5-1 mm, pálidas, en general no muy abundantes; yemas de 2-4 (-5) mm

de largo, ovoides, de color castaño, escamas con el dorso pubescente y los bordes ciliados; estípulas 4-6 (-7) mm de largo, lineares, pubescentes, persistentes en las yemas apicales; hojas jóvenes de color verde-grisáceo, haz con pelos estrellados dispersos, más abundantes en la nervadura central, envés muy pubescentes, pubescencia formada por pelos estrellados con sus ramas extendidas; hojas maduras de color verde oscuro, coriáceas, deciduas, elípticas, oblonga-lanceolada, oblanceoladas u ovadas, de 5.5-12 (-14) cm de largo, de (2-) 3-5.5 (-8.5) cm de ancho, ápice obtuso o agudo, base redondeada, cordada, a veces cuneada, borde revoluto, engrosado, ondulado o dentado, a veces entero, cordada, a veces cuneada, borde revoluto, engrosado, ondulado o dentado, a veces entero, con 5-7 dientes en cada lado, en las dos terceras partes superiores de la hoja, dientes obtusos, con mucrones engrosado y curvos; nervaduras de 7-11 (-12) en cada lado, ascendentes, curvas o casi rectas, se prolongan hasta los dientes y se dividen en la mitad cerca del borde de la hoja; haz lustrosos, glabro o con pelos estrellados dispersos y pelos simples en nervadura central, ésta principalmente pubescente en su base, nervaduras impresas, envés pubescente o escasamente pubescente, con pelos estrellados largos, por lo general con sus ramas extendidas, a veces se enredan un poco en su base, estípites cortos, pelos glandulares escasos; epidermis ligeramente ampulosa, papilosa, nervaduras elevadas; peciolo de (2-) 5-10 (-13) mm de largo, de 1-2.5 mm de diámetro, pubescentes, ensanchándose en la base; flores desconocidas; fruto anual solitario o en grupos de 3, en pedúnculos de 1-2.5 (-4-7) cm de largo; cúpula hemisférica de 8-11 cm de diámetro, escamas pubescentes, principalmente en la base, ésta engrosada, ápices triangulares, obtusos; bellota ovoide, de 6-13 mm de largo, de 6-7 mm de diámetro, con una tercera parte o la mitad de su largo incluida en la cúpula; muy abundante en laderas bajas de los cerros cubiertos de bosques de *Quercus*, *Quercus-Pinus*, matorral xerófilo y encinar secundario, se asocia con *Quercus obtusata*, *Q. castanea*, *Pinus*, *Abies*, *Cupressu*, *Arbatus*, *Alnus* y *Fraxinus*, en lugares situados entre los 2300 y 2800 m de altitud; en Coahuila, Sinaloa, Durango, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Nayarit, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Estado de México y Distrito Federal.

***Quercus laurina*** Humb. & Bompl. Árbol de 10 a 30 m de alto, tronco de 50 cm de diámetro o más, corteza con grietas poco profundas y piezas chicas, de color gris oscuro; ramillas de color gris, de 1-2.5 cm de diámetro, pubescentes en principio, después glabrescentes, pubescencia de pelos estrellados pequeños; lenticelas menores de 0.5-3 mm de largo, de color claro u oscuro; yemas de 1.5-4 mm de largo, ovoides, agudas, de color castaño, escamas gruesas con el margen apical ciliado; estípulas de 3-6 mm de largo, oblanceoladas o subagudas, escariosas, membranosas, deciduas; hojas jóvenes con pubescencia formada por pelos estrellados pequeños y simples, dispersos en haz y envés, con el tiempo ésta se reduce a las nervaduras central y primarias; hojas maduras rígidas, coriáceas, lustrosas, lanceoladas o elíptico-oblanceoladas, de (2-) 5-11 (-25.5) cm de largo, de 1.5-4 (-6.5) cm de ancho, ápice agudo o acuminado y por lo general aristado, base redondeada, cordada o atenuada; margen entero o dentado, plano o revuelto, a veces ondulado, engrosado, con 1-5 aristas de cada lado, a veces se presenta solo de un lado de la hoja, distribuidas en el tercio superior; nervaduras primarias de 4-12 en cada lado, rectas o ligeramente arqueadas, ascendentes, se ramifican antes del margen; haz verde lustroso, todas las nervaduras pálidas y elevadas, nervadura central pubescente en su base; envés lustroso, amarillo o a veces más pálido que el haz, pubescencia de pelos estrellados estipitados, restringida por lo general a las axilas de las nervaduras primarias, también se observan pelos simples, blancos o de color ámbar que pueden cubrir toda la epidermis lisa y papilosa, nervaduras elevadas; pecíolos de (2-) 5-15 (-22) mm de largo, de 0.5-1.5 mm de diámetro, finamente tomentoso; amentos masculinos de los lóbulos largamente ciliados, anteras de 1.5 mm de largo, perianto de 2-3 mm de diámetro, con los lóbulos largamente ciliados, anteras de 1.5 mm de largo, filamentos de 1 mm de largo; fruto anual o bianual, solitario, en pares o en grupos de 3, sésiles o con pedúnculos de 3-12 mm de largo; cúpula hemisférica, de 10-15 mm de diámetro, escamas leñosas, pubescentes, de ápice obtuso, bellota corto-ovoide, de 7-19 mm de largo, de 7-12 mm de diámetro, incluida un tercio de su largo en la cúpula; muy abundante en las laderas altas de sitios cubiertos por bosques de *Pinus-Quercus* o *Pinus-Abies*, en bosque mesófilo de montaña y encinares perturbados situados entre los 2240 y 3150 m de altitud, en Zacatecas, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Morelos, Distrito Federal, Tlaxcala, Guerrero, Oaxaca y Estado de México.

***Quercus mexicana*** Humb. y Bompl. Árbol de 3-15 m de alto, corteza gris; ramillas de 1.5 a 2 mm de diámetro, al principio con tomento formado de pelos estrellados, pronto glabras, corteza gris, con lenticelas menores de 0.5-2 (-3) mm de largo, casi del mismo color que la corteza; yemas de (-1) 2-3 (-6) mm de largo, ovoides ápice agudo, de color castaño, escamas pubescentes en sus márgenes; estípulas de 3-5 mm de largo, escariosas, lineares, caedizas, algunas persistentes por un tiempo cerca de las yemas apicales; hojas jóvenes del mismo color que las adultas, haz con el tomento formado de pelos estrellados muy pequeños dispersos, envés con pelos estrellados dispersos; hojas maduras deciduas, elípticas, lanceoladas u oblongas, coriáceas, de (2-) 3-9 (-12) cm de largo, de (0.9-) 1.5-3.5 (-4.2) cm de ancho, ápice agudo, subagudo o redondeado, con una arista de hasta 2.5 mm de largo, base ligeramente revoluto, engrosado, cartilaginoso, entero; nervaduras de 6-12 en cada lado, ascendentes, casi rectas, se bifurcan en el ápice, haz verde oscuro, con algunos pelos estrellados dispersos en la base de la hoja y en la nervadura central, ésta impresa o ligeramente elevada, las secundarias impresas; envés ligeramente más pálido, con pubescencia dispersa de pelos estrellados, con sus ramas enredadas entre sí, de manera que a simple vista se observan como puntuaciones, epidermis lisa y papilosa; peciolo pubescentes, de (2-) 3-8 mm de largo, de 0.5-1.5 mm de diámetro; flores desconocidas; fruto anual, solitario o en pares, sésiles o en pedúnculos de 2-9 mm de largo; cúpula hemisférica, de 10-13 mm de diámetro, con las escamas delgadas, pubescentes, con el ápice subagudo o redondeado, márgenes por lo general glabros; bellota ovoide, de 9-15 mm de largo, de 8-11 de diámetro, incluida un tercio o la mitad de su largo en la cúpula; se encuentra formando parte de los bosques de *Quercus*, *Quercus-Pinus*, también en suelos erosionados y a orilla de arroyos, se asocia con *Pinus montezumae*, *P. leiophylla*, *P. teocoto* y *P. rudis*, en altitudes de entre los 2350-2850 m, en Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Distrito Federal, Estado de México, Puebla y Chiapas.

***Quercus obtusata*** Humb. y Bompl. Árbol de 6-20 m de alto, tronco de 40-60 cm de diámetro o más, con la corteza gris, escamosa; ramillas rojizas a gris o negras, de (1-) 2-3 mm de diámetro, ligeramente pubescente, pubescencia formada por pelos glandulares y estrellados, con el tiempo glabrescentes; lenticelas pálidas, de hasta 2

mm de largo; yemas ovoides, de (1.5-) 2-4 (-5) mm de largo, de color castaño oscuro, escamas pubescentes en los márgenes; estípulas lineares, de 5-8 mm de largo, membranosas, pubescentes; hojas jóvenes con el haz rojizo por la abundancia de los pelos glandulares, envés amarillento, densamente pubescente, tomento formado por pelos estrellados entrelazados; hojas maduras deciduas, gruesas y coriáceas, rugulosa, obovadas a largamente obovadas o elípticas, de (4-) 6-17 (-22) cm de largo, de (2-) 3-8 (11) cm de ancho; ápice obtuso o anchamente redondeado, a veces algo agudo; borde engrosado, revoluto, dentado, sinuado o dentado-sinuado, con 3-9 dientes u ondulaciones, que frecuentemente se distribuyen desde el ápice hasta la base de la hoja, cada diente u ondulación termina en un mucrón que se dobla junto con el borde revoluto, a veces es entero pero con mucrones salientes; nervaduras de 7-12 en cada lado, ascendentes, rectas o ligeramente curvas, cada nervadura secundaria pasa a formar un mucrón que coincide con el ápice del diente u ondulación, a veces el mucrón se forma entre ondulaciones; haz verde lustroso, glabrescente, con pelos simples y estrellados dispersos, más abundantes en la base de la nervadura central, nervaduras primarias impresas o ligeramente protuberantes; envés verde-amarillento, opaco, con poca pubescencia dispersa formada por pelos estrellados sésiles, a veces muy escasos, de aproximadamente 8 rayos, enredados entre sí o algo extendidos, de pocos a abundantes pelos glandulares color ámbar o rojizos, a veces se forman gotas de exudado, epidermis ligeramente ampulosa y papilosa; peciolo glabrescentes de (3-) 4-11 (-15) mm de largo, de 1-2 mm de diámetro, a veces de color oscuro; amentos masculinos de 3 cm de largo, con muchas flores distribuidas a lo largo del raquis, perianto de 2 mm de diámetro, largamente pubescentes, 6 estambre, anteras de 1 mm de largo, filamento de 1 mm de largo; amentos femeninos de 3-6 o más flores distribuidas en la mitad distal de un pedúnculo de 2-3.5 cm de largo, pubescentes; fruto anual, solitario o en grupos de 2-3 o más, pedúnculos de 1.8-3-5 mm de largo; cúpulas hemisféricas, de poco a muy profundas, de 12-18 mm de diámetro; escamas muy pubescentes, ápice agudo, bases engrosadas; bellota globosa, a veces cilíndrico-ovoide de 6-20 mm de largo, de 11-19 mm de diámetro, hasta un tercio de su largo incluida en la cúpula; abundante en las laderas de los cerros, formando parte de los boques de *Quercus*, *Pinus*, y *Pinus-Quercus*, se asocia con *Pinus leiphylla*, *P. montezumae*, *P. michoacana*, *Cupressu*, *Quercus candicans*, *Q. urbani* y *Q. glaucoides*, también se le encuentra en bosque mesófilo de montaña y en algunos sitios

con matorral xerófilo y pastizal de *Acacia* y *Opuntia*, es frecuente en encinares perturbados en altitudes de entre 1430-2900 m, en Zacatecas, San Luis Potosí, Nayarit, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla y Estado de México.

***Quercus rugosa*** Née. Árbol de (5-) 10-30 m de alto, con el tronco de hasta 1 m o más de diámetro; ramillas gruesas, de 1.5-4 mm de diámetro, tomentosas o casi glabras después de una estación, de color gris-castaño, pelos del tomento estrellados, estipitados, que se ennegrecen con el tiempo; lenticelas hasta 1 mm, en las ramas viejas son más grandes y protuberantes; estípulas lineares u oblanceoladas, deciduas, de 5-7 mm de largo, piloso-sedosas; hojas jóvenes con el haz rojizo y abundantes pelos glandulares, vena principal muy pubescente, envés con un denso tomento pálido, epidermis totalmente cubierta de pelos glandulares rojizos; hojas maduras deciduas, coriáceas, rígidas, con frecuencia cóncavas, muy rugosas, elípticas, elíptico-obovadas, obovadas o casi suborbiculares, de (3.2) 5-15 (-19) cm de largo, de 2-8 (-10) cm de ancho, ápice obtuso, a veces agudo, base redondeada o cordada, borde sinuado o dentado, engrosados planos o revolutos; dientes de 5-12 en cada lado distribuidos en las 2/3 partes superiores, agudos u obtusos, con mucrón corto o de 1-2 mm de largo; nervaduras de 7-12 en cada lado, rectas o curvadas, pueden pasar directamente al mucrón o ramificarse antes y las ramificaciones pasar a los mucrones adyacentes; haz algo lustroso, verde o grisáceo, glabro o con pocos pelos estrellados y pelos glandulares, principalmente en la nervadura media, nervaduras central, primarias y secundarias impresas, las más finas elevadas formando un retículo pálido; envés muy tomentoso o con pelos esparcidos; pubescencia formada por pelos estrellados con un estípite corto, sus rayos enredados, pelos glandulares vermiformes de color ámbar o rojizos; epidermis ligeramente o marcadamente ampulosa, papilosa; peciolo pubescentes, de (3-) 5-10 (-13) mm de largo, de 1-3 mm de diámetro, rojizos; amentos masculinos de 15-20 mm de largo, pubescentes, perianto campanulado, de 2 mm de diámetro, bordes y largamente ciliados, anteras glabras; amentos femeninos con 15-20 flores en pedúnculos pubescentes; fruto anual, solitario o en grupos de 2-5 (-8), en pedúnculos de (0.8-) 1.5-5 (-8) cm de largo; cúpula hemisférica, de 8-15 mm de diámetro, de 6-10 mm de alto, escamas engrosadas en la base, pubescente en el dorso, de color café rojizo; bellota ovoide, o angostamente elipsoide, ápice agudo de 9-



28 mm de largo, de 7-14 mm de diámetro, incluida una tercera o hasta la mitad de su largo; abundante, formando parte de los bosques de *Pinus-Quercus*, *Pinus*, *Quercus*, *Abies*, en matorral xerófilo en encinares perturbados y cultivos agrícolas, se asocian con *Pinus leiophylla*, *P. oocarpa*, *P. teocote*, *P. pseudostrobus*, *Quercus castanea*, *Q. candicans*, *Q. laurina* y *Q. crassipes*, cubren la parte alta de los cerros entre los 1700-3500 m de altitud, en Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Distrito Federal, Puebla, Veracruz, Estado de México y Chiapas.

## 11. DISCUSIÓN

### 11.1. Distribución de líquenes en la zona.

La presencia de especies raras (muy escasas) de líquenes en la zona nos podría indicar el tipo de perturbación de la zona, como lo describe Herrera-Campos et al. (2004), Bárcenas (2007) y Miranda (2012). Por lo que los estratos más elevados serían los más conservados y los que pueden albergar a las especies más susceptibles a la alteración ambiental. De las especies raras de la zona, tres se encontraron en el estrato de los 2700-2850 msnm y las otras cinco se observaron en el estrato de los 2850-3000 msnm; tan solo en el estrato más alto se encontraron 30 de las especies de la zona y entre el estrato alto y el medio se encuentran representadas todas las especies de la zona, en el estrato más bajo se recolectaron solo 14 que representan el 41% del total de las especies (Tabla 5).

El índice de Simpson para cada cuadrante, nos indica una diversidad moderadamente baja o media para cada cuadrante; de forma parecida, el índice de Shannon-Wiener para todos los cuadros nos indica una diversidad media a baja considerando como alta los valores que superan el valor de 3 (Tabla 6).

El índice de Jaccard indica que los cuadros 1-7, 2-3, y 5-8 son los más semejantes, aunque se esperaría que los cuadros de la misma altitud se encontrara mayor semejanza en la composición de especies; sin embargo, los cuadros 1-7 que pertenecen al estrato más bajo y más alto respectivamente se puede observar que ambos cuadros son de la elevación Moctezuma, solo en el caso de los cuadros 2-3 es donde ambos son del estrato más bajo colectado aunque pertenecen a elevaciones diferentes el cuadro 2 al pico Picacho y el 3 a El Fraile y para los cuadros 5-8 pertenecen al estrato medio y más alto respectivamente del pico El Fraile. Por otro lado los cuadros 1-9, 2-4, 3-4 y 3-8 son los más diferentes y coincide para la relación entre el cuadrante 1-9 que son los cuadros más separados de la zona en cuanto a estrato altitudinal correspondiendo al estrato más alto el punto 9 y el más bajo el punto 1, mientras que para la elevación el cuadrante 1 pertenece al pico Moctezuma y el cuadro 9 al pico El Fraile; en los cuadros 2-4 y 3-4 es semejante al anterior ya que de estos puntos el punto 4 es parte del estrato medio y de la elevación Moctzuma y el estrato bajo, y el 2 y 3 son del estrato bajo del pico Picacho y El Fraile respectivamente; en la

comparación de las especies del cuadros 3-8 es semejante al 1-9 solo que en este caso el cuadros 3 pertenece al estrato bajo en el pico El Fraile y el 8 al alto en el pico Picacho (Tabla 7). Estas observaciones entre los cuadros probablemente se deba a que las especies encontradas están bien distribuidas en este tipo de ecosistemas y la muestra fue pequeña para poder establecer una marcada diferenciación entre los estratos; las especies costrosas no consideradas en este estudio estuvieron presentes en algunos estratos y son importantes para ampliar el conocimiento de los líquenes de la zona y deben considerarse en estudios futuros al igual que la toma de la cobertura líquénica ya que se observó grandes parches de especies en algunos cuadros y en otros solo pequeños manchones y utilizar otra herramienta de análisis estadístico más sensible ya que el estadístico Jaccard discrimina la importancia de las especies raras y no considera coberturas.

**Tabla 5:** Lista de la representación en cada cuadro de las especies de macro-líquenes corticícolas encontradas en el bosque de encino del Parque Estatal Sierra de Guadalupe (en verde los cuadros con mayor número de especies, en azul las especies más representadas de la zona, en rojo las especies raras y en negrita la especie encontrada en todos los cuadros. En elevación F= El fraile, P= Picacho, M= Moctezuma).

Estrato	2400-2700			2700-2850			2850-3000			Total
	M	P	F	M	P	F	M	P	F	
Elevación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Especies / Cuadros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
<i>Canoparmelia texana</i>				1	1	1	1			5
<i>Cladonia subraediata</i>							1			1
<i>Everniastrum pseudonepalense</i>				2	4		3	4	1	14
<i>Flavoparmelia caperata</i>	1					1	1			3
<i>Flavopunctelia flaventior</i>		2			1	2	2		5	13
<i>Flavopunctelia praesignis</i>	2	3	1		3	3	3	3	5	24
<i>Flavopunctelia soledica</i>	1	1	2	2		2	2		3	13
<i>Heterodermia appalachensis</i>					3			4		7
<i>Heterodermia rugulosa</i>								1		1
<i>Leptogium burnetiae</i>	2			1	2	4	3	2		14
<i>Parmotrema austrosinense</i>									1	1
<i>Parmotrema crinitum</i>				1			2			3
<i>Parmotrema cristiferum</i>			1	2	1	1		1		6
<i>Parmotrema dilatatum</i>					1	2		1	1	5
<i>Parmotrema hypotropum</i>				1	1	1		1	1	5
<i>Parmotrema stuppeum</i>	1				1		3			5
<i>Parmotrema tinctorum</i>							1		2	3
<i>Parmotrema ultralucens</i>				1						1
<i>Peltigera collina</i>						1				1
<i>Physcia aipolia</i>		1			1			1		3
<i>Physcia americana</i>	1			1						2
<i>Physcia biziana</i>	1			2			3		1	7
<i>Physcia millegrana</i>									1	1
<i>Physcia tenella</i>	1						1	2		4
<i>Punctelia bolliana</i>				1						1
<i>Punctelia cf caseana</i>		1			2			1		4
<i>Punctelia hypoleucites</i>									1	1

<i>Punctelia subrudecta</i>	1	5	4	4	4	7	1	6	6	39
<i>Ramalina americana</i>				3		1			4	8
<i>Ramalina farinacea</i>					3			2		5
<i>Ramalina intermedia</i>				3				1		4
<i>Sticta fuliginosa</i>	1			1	1		2	2		7
<i>Usnea glabrata</i>				1			1			2
<i>Usnea parvula</i>								1		1
<b>Total de especies por cuadrante</b>	10	6	4	16	15	12	16	16	13	

Tabla 6: Índices de diversidad para cada cuadro de la ZONA (en elevación F= El fraile, P= Picacho, M= Moctezuma).

Estrato	2400-2700			2700-2850			2850-3000		
Elevación	M	P	F	M	P	F	M	P	F
Especies / cuadros	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Índice de Simpson	0.27	0.65	0.34	0.35	0.14	0.21	0.25	0.41	0.18
Índice de Shannon-Wiener	2.25	1.59	1.21	2.64	2.55	2.23	2.67	2.57	2.31

Tabla 7: Índice de Jaccard para cada par de cuadros de la ZONA (en azul los cuadros más semejantes y en rojo los cuadros más diferentes).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0.23	0.27	0.3	0.25	0.29	0.53	0.24	0.15
2			0.43	0.1	0.31	0.29	0.22	0.22	0.27
3				0.18	0.19	0.33	0.25	0.18	0.21
4					0.29	0.33	0.39	0.28	0.26
5						0.42	0.35	0.63	0.27
6							0.33	0.27	0.39
7								0.23	0.32
8									0.21

## 11.2. Interacción Liquen-Forofito.

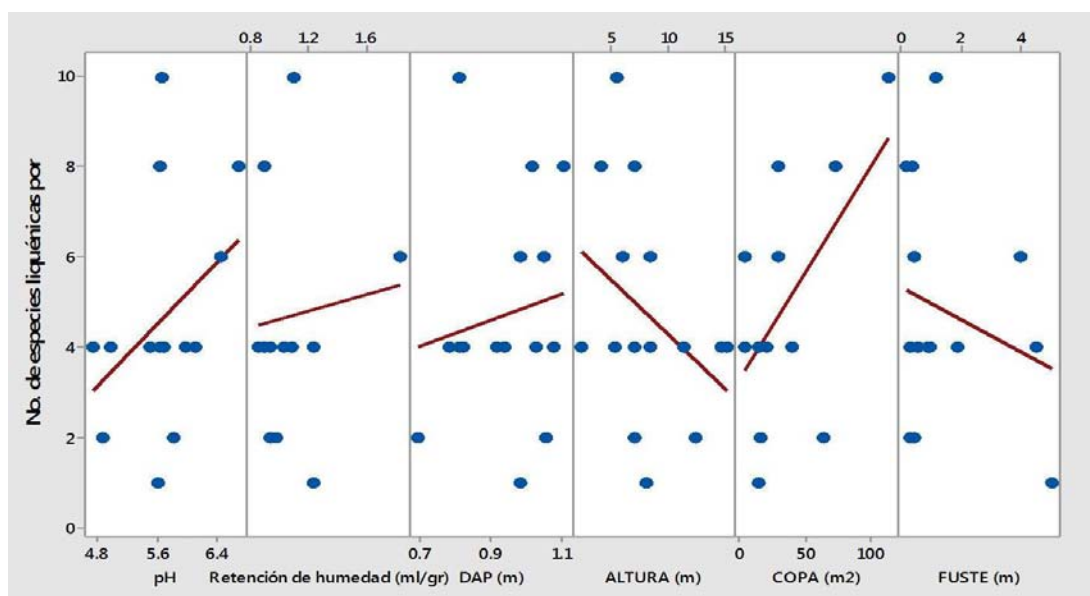
### a. Forofito-Riqueza de líquenes.

En el análisis de correlación realizado en este estudio (Tabla 8) podemos observar, a diferencia de lo obtenido por Hauck (2001), Hauck et al. (2006) y Pereira et al. (2014), una relación directamente proporcional (Figura 35) entre el número de especies de líquenes y el pH/RH, aunque es una relación débil y no es estadísticamente significativa. Las variables AA junto con el DAP y F nos indican la edad del forofito, sin embargo la relación que tienen estas variables con respecto al número de especies líquénicas es débil; mientras que ésta es inversamente proporcional a AA y F, el DAP es directamente proporcional (Figura 35); la relación con AA es estadísticamente

significativa, lo que indica que si el forofito es más joven contendrá mayor número de especies de líquenes, lo cual contradice lo indicado por Estrabou y García (1995) y Soto et al. (2007). Una característica que no se había observado en otros trabajos y que en este estudio se representa es la relación entre el DC y la riqueza de especies liquénicas ya que la relación obtenida es fuerte, es estadísticamente significativa y es directamente proporcional (Figura 35), indicando que a mayor tamaño de la copa de los árboles habrá una colonización mayor de líquenes; esto podría estar relacionado con la retención de humedad en el microambiente generado por el forofito.

**Tabla 8:** Resultados del análisis de correlación de las variables de los forofitos con respecto al número de especies liquénicas (*pH* potencial hidrógeno, *RH* retención de humedad, *DAP* diámetro a la altura del pecho, *AA* altura del forofito, *DC* diámetro de copa, *F* fuste, *P-value* significancia de  $\alpha$  0.05).

Variable	pH	RH	DAP (m)	AA (m)	DC (m <sup>2</sup> )	F (m)	
Número de especies	0.402	0.117	0.149	-0.366	0.588	-0.279	<b>Coefficiente de Pearson</b>
	0.137	0.678	0.597	0.0179	0.021	0.33	<b>P-value</b>



**Figura 35:** Diagrama de dispersión con respecto a la tendencia en la relación de las diferentes características analizadas en los forofitos con respecto a la riqueza liquénica.

### b. Distribución del forofito-riqueza de líquenes.

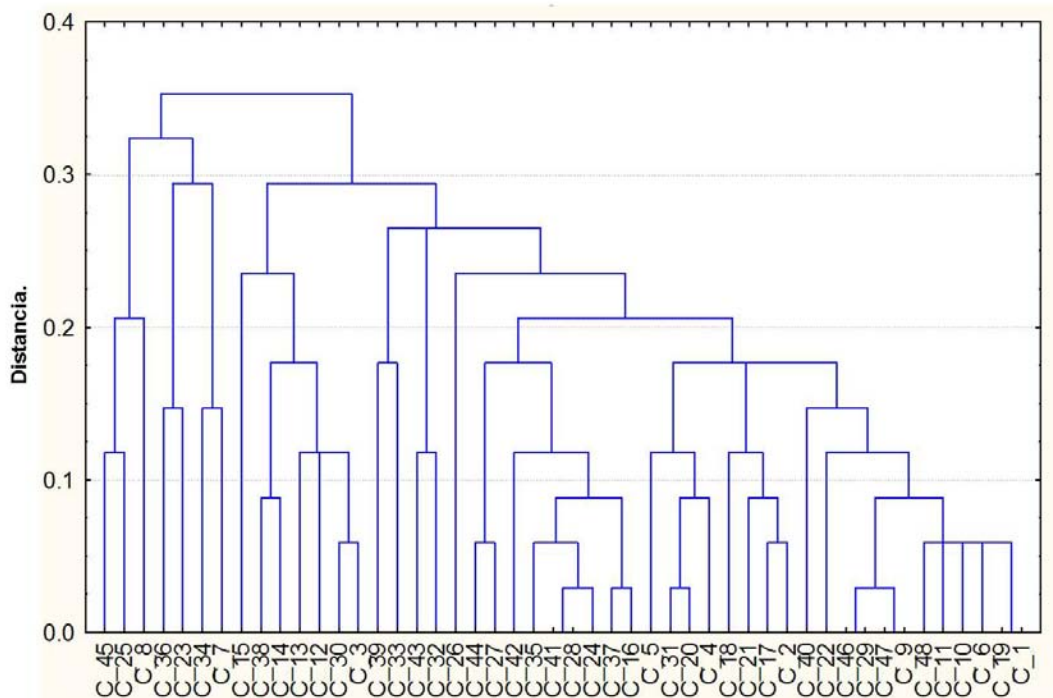
De los forofitos colectados, las especies *Q. laeta* y *Q. obtusata* presentaron el menor número de especies liquénicas (solo cuatro) y la especie *Q. rugosa* mostró todas las especies de líquenes recolectadas en la zona. Lo anterior contrasta con lo obtenido por Pérez-Pérez et al. (2015), quienes observaron la mayor riqueza de líquenes en *Q.*

*laurina* siendo esta la especie mejor representada del sitio de estudio; en el presente trabajo esta especie solo contuvo ocho especies de líquenes y se colectaron solo 3 árboles de la especie; *Quercus rugosa* fue el encino mejor representado en la zona, con 38 ejemplares, a diferencia de *Q. laeta*, de la cual solo se registró un individuo; de *Q. obtusata* se observaron dos árboles, *Q. mexicana* a pesar que se colectó solo 2 árboles se observaron 12 especie liquénicas (Tabla 9).

**Tabla 9:** Especies de forofitos por cuadro de la zona y especies de líquenes colectadas para cada forofito.

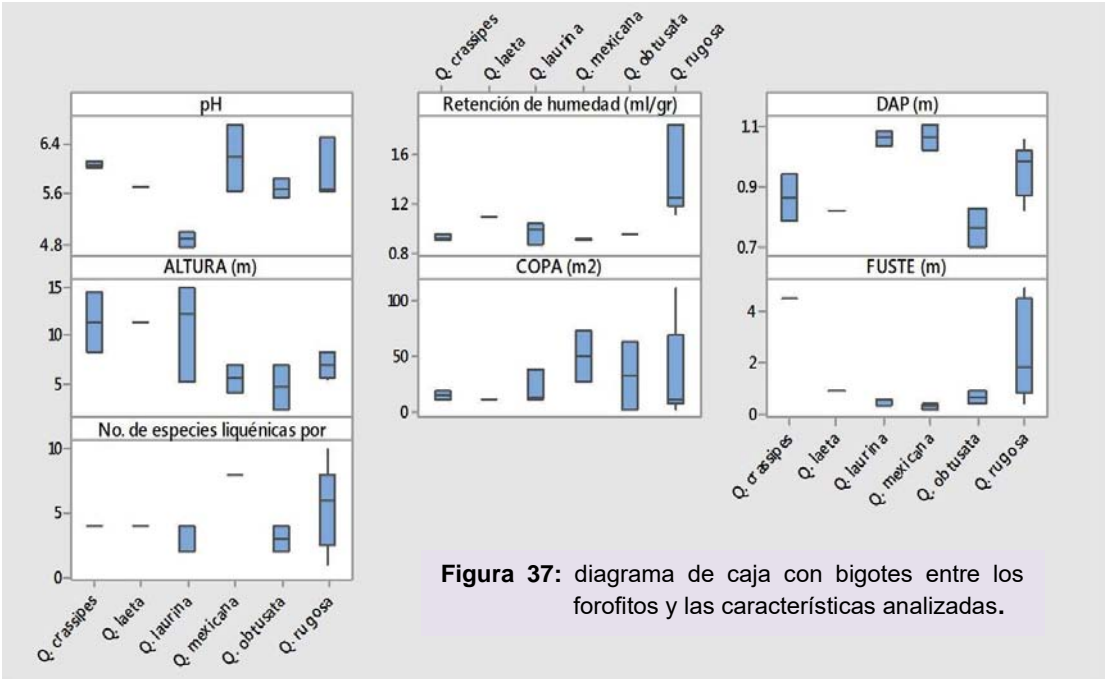
Forofito	Cuadros de la zona									Total	Líquenes por forofito
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<i>Q. crassipes</i>						2				2	6
<i>Q. laeta</i>		1								1	4
<i>Q. laurina</i>				2		1				3	8
<i>Q. mexicana</i>					2					2	12
<i>Q. obtusata</i>			1			1				2	4
<i>Q. rugosa</i>	4	3	3	5	2	4	6	6	5	38	34

En el análisis de distancia con respecto a las especies de líquenes colectadas en la zona (Figura 36) podemos observar que el forofito menos representado (*Q. laeta*) está agrupado con los forofitos de la especie *Q. rugosa* con las que comparte las mismas especies de líquenes. Se observa que aunque los dos ejemplares de *Q. crassipes* fueron colectados en el mismo cuadro, la relación que establecen con respecto a los líquenes los ubica en dos diferentes grupos, uno de los cuales está cercano a *Q. obtusata* y *Q. laurina*, que pertenecen al mismo cuadro, el otro muestra similitud con *Q. rugosa* colectado en otros cuadros. De los ejemplares restantes de *Q. laurina*, uno de ellos está relacionado con dos ejemplares de *Q. rugosa* de otro cuadro, el otro se observa aislado al igual que el ejemplar restante de *Q. obtusata*. Ambos ejemplares de *Q. mexicana* se encuentran en el mismo grupo junto con *Q. rugosa*; de éstos, solo uno pertenece al mismo cuadro. Estas relaciones en si no nos indican si hay alguna afinidad de líquenes con respecto a la distribución de los encinos, sin embargo nos deja ver que los estudios hechos deben profundizarse para conocer más al respecto.



**Figura 36:** Diagrama de árbol de la relación entre los forofitos y la riqueza líquénica (C1-2 *Q. crassipes*, C3 *Q. laeta*, C4-6 *Q. laurina*, C7-8 *Q. mexicana*, C9-10 *Q. obtusata*, C11-48 *Q. rugosa*).

Los resultados de los análisis invitan a ampliar el estudio de las diferentes características de cada forofito para describir más detalladamente las interacciones que tienen con los líquenes. La Figura 37 muestra la amplitud de las características analizadas de cada forofito, así se puede observar que la especie *Q. mexicana* tiene el rango más amplio de pH, que *Q. laurina* presentó las mayores alturas y que *Q. rugosa* varía ampliamente en relación a el RH, F, DAP y DC. Lo que sugiere que se deben hacer más estudios de los líquenes en cada especie de forofito individualmente y medir más parámetros ambientales que nos puedan describir mejor su comportamiento en un hábitat determinado así como ampliar los puntos de colecta y considerar las coberturas líquénicas.



**Figura 37:** diagrama de caja con bigotes entre los forofitos y las características analizadas.



## 12. CONCLUSIONES

- Se registraron 34 especies liquénicas para la zona de las cuales 28 son nuevos registros para el Estado de México y una es un posible nuevo registro para el país.
- Se encontraron ocho especies de *Quercus*, de las cuales *Q. rugosa* es la más representada.
- Los líquenes de la zona son más abundantes en las partes altas.
- Los parámetros RH, pH, DAP, F y AA no son estadísticamente significativos en la distribución de los líquenes en los forofitos; el parámetro DC es directamente proporcional a la cantidad de especies de líquenes de la zona y su relación fue estadísticamente significativa.
- La distribución de los encinos en la zona no influyen en la distribución de los líquenes en la zona.

## 13 RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer estudios profundos de las características de las cortezas de los forofitos, como nutrientes, metales pesados, etc., incluyendo una muestra significativa de árboles de cada especie y estudiando las coberturas liquénicas, a fin de conocer los factores que influyen en la distribución, abundancia, preferencia y colonización de los líquenes en los forofitos de la zona.

## 14. BIBLIOGRAFÍA.

- Arizaga, S., Martínez-Cruz, J., Salcedo-Cabrales, M., Bello-González, M. A., 2009. Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos. INE-SEMARNAT, México. 147 pp.
- Balderas, L. Y., 2005. La pérdida de la biodiversidad y la responsabilidad internacional en el tráfico ilegal de especies silvestres. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM, México. 523 pp.
- Bárceñas, P. A., 2007. Comparación de la zonación altitudinal de los líquenes foliícolas en los volcanes San Martín Tuxtla y Santa Marta, Los Tuxtlas, Veracruz, Instituto de Biología, Tesis de Maestría, UNAM, México, 47 pp.
- British Columbia Ministry of Forest, 1996. Techniques and procedures for collecting, preserving, processing and storing botanical specimens. Res. Br., B.C. Min. For., Victoria, B. C. Work. Pap 18/1996. 44 pp.
- Brodo, I., Sharnoff, S. D. y Shanrnof, S., 2001. Lichens of North America. New Haven, Yale University, New York and London; 1-36 p.
- Brodo M., I., 2006. Keys for lichens of north America, Third edition. Yale University Press, New Haven, CT. 226 pp.
- Büdel, B. y Scheidegger, C., 2008. Thallus morphology and anatomy En: Nash III T. H. (ed.), 2008. Lichen biology, 2nd edition, Cambridge University, Cambridge and New York, 40-68 p.
- Cáceres, M. E. S., Lücking, R. y Rambold, G., 2008. Efficiency of sampling accurate estimation of species richness of corticolous microlichens in the Atlantic rainforests of northeastern Brazil. Biodivers Conserv, Springer Science+Business Media B. V. 17 pp.
- Cedillo, A. O. L., Rivas, S. M. A. y Rodríguez C., F. N., 2007. El Área Natural Protegida sujeta a conservación ecológica "Sierra de Guadalupe". Revista Sistemas Ambientales 1(1): 1-14 p.
- Chaparro V., M. y Aguirre C., J., 2002. Hongos Liqueñizados. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. 205 pp.
- CONABIO, 2000. Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 103 pp.
- CONANP, 2007-2012. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México. 50 pp.
- Correa H., G., 2002. Estudio de impacto ambiental en la subcunca llanetas del Parque Estatal Sierra de Guadalupe ubicada en el municipio de Coacalco, México. Tesis para obtener el título de Biólogo, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 103 pp.

- Culberson, W. L., 1969. The use of chemistry in the systematics of the lichens. *Taxon* 18(2): 152-166 p.
- Culberson, W. L., 1986. Chemistry and sibling speciation in the lichen-forming fungi: ecological and biological considerations. *The bryologist*, 89 (2): 123-131 pp.
- Culberson, C. F. y Kristinsson, H., 1970. A standardized method for the identification of lichen products. *Journal of Chromatography* 46: 85-93 p.
- Elix, J. A. y Stocker-Wörgötter, E., 2008. Biochemistry and secondary metabolites En: Nash III T. H. (ed.), 2008. *Lichen biology*, 2nd edition, Cambridge University, Cambridge and New York, 104-133 p.
- Estrabou, C. y García, L., 1995. Comunidades liquénicas cortícolas sobre *Lithraea ternifolia* (Gill.) Barkley & Rom. En las Sierras Chicas de la provincia de Córdoba, Argentina. *Bot. Complutensis* 20: 35-43 p.
- Estrabou, C., 2007. Preferencia de forofitos por los líquenes en el bosque chaqueño oriental. Córdoba, Argentina. *BOSQUE* 28(1): 46-49 p.
- Flores-Román, D., Vela-Correa, G., Gama-Castro, J. E. y Silva-Mora, L., 2009. Podological diversity and the geocological systems of Sierra de Guadalupe, central México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 26 (3): 609-622 p.
- Gaceta del Gobierno del Estado de México, 1996. Registro DGG número 001 1021 Características 113282801, artículo 3° fracción XIII. México. 18 pp.
- García-Palomo, A., Carlos-Valerio, V., López-Miguel, C., Galván-García, A. y Concha-Dimas, A., 2006. Landslide inventory map of Guadalupe range, north of the México basin. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 58 (2): 195-204 p.
- Hauck, M., Jung, R. y Runge, M., 2001. Relevance of element content of bark for the distribution of epiphytic lichens in a montane spruce forest affected by forest dieback. *Environmental Pollution* 112: 221-227 p.
- Hauck, M., Hofmann, E. y Schull, M., 2006. Site factors determining epiphytic lichen distribution in a dieback – affected spruce – fir forest on Whitface Mountain, New York: microclimate. *Annales Botanici Fennici* 43: 1-12 p.
- Hawksworth, D. L. y Hill, D. J., 1984. *The lichen-forming fungi*. Blackie, London. 148 pp.
- Hawksworth, D. L., 1988. The variety of fungal-algal symbioses, their evolutionary significance, and the nature of lichens. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 96: 3-20 p.
- Hawksworth, D. L., Uturriaga, T. y Crespo A., 2005. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio ambientales en los trópicos. *Revista Iberoamericana de Micología* 22: 71-82 p.
- Herrera-Campos, M. A., 1998. Revisión sistemática del género *Usnea* Hill 1753 México. Facultad de Ciencias, Tesis de doctorado, UNAM, México, 221 pp.

- Herrera-Campos, M. A. y Lücking, R., 2002. The foliicolous lichen flora of México. I. New species from los Tuxtlas Tropical Biology Satation, Veracruz. *Lichenologist* 34(3): 211-222 p.
- Herrera-Campos, M. A. y Lücking, R., 2003. The Foliicolous lichen flora of México II. New species from the montane forest in Oaxaca and Puebla. *The Bryologist* 106(1): 1-8 p.
- Herrera-Campos, M. A., Lucking, R., Perez, R. E., Campos, A., Martinez C., P. y Barcenas P., A., 2004. The foliicolous lichen flora of México. V. Biogeographical affinities, altitudinal preferences, and an updated checklist of 293 species. *The Lichenologist* 36 (5): 309-327 p.
- Herrera-Campos, M. A., Lücking, R., Péres-Pérez, R. E., Miranda-Gonzalez, R., Sanchez, N., Báscenas-Peña, A., Carrizosa, A., Zambrano, A., Ryan, B. D. y Nash III, T. H., 2013. Biodiversidad de líquenes en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 18 p.
- Honegger, R., 2008. Mycobionts. En: Nash III T. H. (ed.), 2008. *Lichen biology*, 2nd edition, Cambridge University, Cambridge and New York; Cap. 3: 28-39 p.
- Honegger, R. y Scherrer, S., 2008. Sexual reproduction in lichen-forming ascomycetes. En: Nash III T. H. (ed.), 2008. *Lichen biology*, 2nd edition, Cambridge University, Cambridge and New York; Cap. 3: 28-39 p.
- Imágenes de Líquenes, 19 - Febrero - 2016, [http://www.turberas.cl/liquenes\\_morfologia.html](http://www.turberas.cl/liquenes_morfologia.html).
- Images of British Lichens, 19 - Febrero - 2016. <http://www.lichens.lastdragon.org/>
- Knops J. M., Nash III T. H. y Schlesinger W. H., 1996. The influence of epiphytic lichens on the nutrient cycling of an oak woodland. *Ecological Monographs* 66 (2): 159-179 p.
- Krog, H., 1974. *Parmelia ultralucens*, *Bryologist* Georgia, U.S.A. 77: 253 p.
- Lendemer, J. C., Hoodkinson, B., 2010. A new perspective on *Punctelia subrudecta* (*Parmeliaceae*) in Nort America: previously-rejected morphological characters corroborate molecular phylogenetic evidence and prove insight into an old problem. *The Lichenologist*. 42(4): 405-421 p.
- Lijteroff, R., Lima, L. y Prieri, B., 2009. Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de San Luís, Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 25 (2): 111-120 p.
- Loppi, S. y Frati, L., 2004. Influence of tree substrate on the diversity of epiphytic lichens: comparison between *Tila Platyphillos* and *Quercus ilex* (central Italy), *The Bryologist*, American Bryologist and Lichenological Society Inc. 107 (3): 340-344 p.

- Lugo H., J. y Salinas M., A., 1996. Geomorfología de la Sierra de Guadalupe (al norte de la ciudad de México) y su relación con peligros naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 13:2 240-251 p.
- Méndez de la Cruz, F. R., Camarillo R., J. L., Villagrán-Santa Cruz, M. y Aguilar-Cortez, R., 1992. Observaciones sobre el estatus de los anfibios y reptiles de la Sierra de Guadalupe (Distrito Federal-Estado de México). *Anales del Instituto de Biología, UNAM* 63(2): 249-256 p.
- Miranda, G., R., 2008. Riqueza de líquenes saxícolas como indicadores de la salud de determinados ecosistemas en el Municipio de Querétaro. Tesis de licenciatura. Biología. Universidad Autónoma de Querétaro, México. 84 pp.
- Miranda, G., R., 2012. Líquenes costrosos de la estación Biológica Chamela, un análisis de diversidad y composición de especies en diferentes microhábitats. Instituto de Biología, tesis de maestría, UNAM, México. 95 pp.
- Morales, E. A., Lücking, R. y Anze R., 2009. Introducción al estudio de los líquenes de Bolivia, Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia, 33 pp.
- Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.), 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 1. Lichens Unlimited. Arizona State University.
- Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.), 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 2. Lichens Unlimited. Arizona State University.
- Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. y Bungartz, F. (eds.), 2001. Lichen flora of the greater Sonoran Desert region. Volume 3. Lichens Unlimited. Arizona State University.
- Nash III, T. H., 2008a. Introduction. En: Nash III T. H. (ed.), 2008. Lichen biology, 2nd edition, Cambridge University, Cambridge and New York; 1-8 p.
- Nash III, T. H., 2008b. Nutrients, elemental accumulation, and mineral cycling. En: Nash III T. H. (ed.), 2008. Lichen biology, 2nd edition, Cambridge University, Cambridge and New York; 235-251 p.
- Pereira, I., Müller, F. y Moya, M., 2014. Influence of *Nothofagus* bark pH on the lichen and bryophytes richness, Central Chile. *Gayan Botanic, Chile* 71(1): 120-130 p.
- Pérez-Pérez, R. E., Miramontes-Rojas, N., Aguilar-Rosales, J. y Quiroz-Castelán, H., 2008. Macrolíquenes corticícolas de dos especies de coníferas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala. *Acta Universitaria, Guanajuato, México* 18(002): 33-39 p.
- Pérez-Pérez, R. E., Castillo C., G. y da Silva C., M. E., 2015. Diversity of corticolous lichens in cloud forest remnants in La Cortadura, Coatepec, Veracruz, México in

- relation to phorophytes and habitat fragmentation. *Cryptogamie, Mycologie*, 36 (1): 79-92 pp.
- Pliago A., A., 2003. Diversidad y estructura de una comunidad de líquenes cortícicolas sobre *Alnus acuminata* Kunth subsp. *Arguta* (shlechtendal) Furlow; Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios superiores Iztacala, UNAM, México. 269 pp.
- Purvis, W., 2000. Lichens. The Natural History Museum, Cromwell Road, London, 113 pp.
- Rojas P., G. A., 2013. Diagnóstico ambiental del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, Tultitlan, Estado de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. 78 pp.
- Romero Rangel, S., Aguilar Enriquez, M. de L. y E. C. Rojas Zenteno, 1997. Estudio taxonómico del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H323. México D. F.
- Romero R., Rojas Z. y Aguilar E. 2002. El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 89: 551-593 p.
- Romero R. 2006. Revisión Taxonómica del complejo *Acutifoliae* de *Quercus* (Fagaceae) con énfasis en su representación en México. *Acta Botánica Mexicana*. 76: 1-45 p.
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª. Ed., 1ª reimp., Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Seaward, M. R. D., 2008. Environmental role of lichens En: Nash III T. H. (ed.), 2008. Lichen biology, 2nd edition, Cambridge University, Cambridge and New York; 275-298 p.
- Secretaría de Ecología, 1999. Programa de manejo del Parque Estatal Sierra de Guadalupe. Gaceta del Gobierno. Tomo CLXVII. N° 26 4-5 pp.
- Sharnoff Fothos, 27 – Febrero – 2016  
[http://www.sharnoffphotos.com/lichensNH/anatomy\\_misc.html](http://www.sharnoffphotos.com/lichensNH/anatomy_misc.html)
- Soto M., E., Lücking, R. y Bolaños R., A., 2012. Especificidad de forofito y preferencias microambientales de los líquenes cortícicolas en cinco forofitos del bosque premontano de finca Zíngara, Cali, Colombia. Cali, Colombia. *Rev. Bio. Trop.* 60(2): 843-856 p.
- Spielmann, A. A., 2006. Fungos liquenizados (liquens). Seção de Micología e Liquenologia, São Paulo, Brazil 13 pp.

- Schneider, A., 1904. Guide of the study the lichens. Kingth and Millet, California College of Pharmacy, San Francisco, 288 pp.
- Stubbs, C. S., 1989. Patterns of distribution and abundance of corticulus lichens and their invertebrate associates on *Quercus rubra* in Maine. *The Bryologist*. 92(4): 453-460 p.
- Toledo, V. M., 1994. La Diversidad Biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias* 34: 44-57 p.
- Valencia A., S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (*Fagaceae*) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 33-53 p.
- Vela C., G. y Flores R, D., 2004. Morfogénesis de los suelos con capas endurecidas de la Sierra de Guadalupe. *México Trra Latinoamericana*, 22:3 255-265 p.
- Villavicencio, A. A., 2007. Evaluación de funciones y servicios ambientales: Parque Estatal Sierra de Guadalupe-Proyecto de Conservación Ecológica de la Zona Metropolitana del Valle de México. Tesis doctoral, Universidad de Granada, 852 pp.
- Zambrano G., A., Nash III, T. H. y Herrera-Campos, M. A., 2000. Lichen decline in Desierto de los Leones (México City). *The Bryologist* 103 (3): 428-441 p.
- Zavala C., F., 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. Estado de México, México. Universidad Autónoma Chapingo. *Polibotánica* 8: 47-64 p.

## 15. ANEXOS.

**Tabla 10:** Resultados totales del análisis de correlación de Pearson entre los parámetros estudiados (elaborado con el programa minitab ver. 17  $\alpha=0.005$ , en azul el valor de correlación de Pearson y en rojo el P-value).

	pH	RH	DAP (m)	AA (m)	DC (m2)	F (m)
RH	0.47					
	0.077					
DAP (m)	-0.08	0.176				
	0.767	0.53				
AA (m)	-0.22	-0.16	0.086			
	0.433	0.57	0.759			
DC (m2)	0.154	-0.21	-0.157	-0.093		
	0.584	0.453	0.576	0.742		
F (m)	0.312	0.206	-0.177	0.163	-0.343	
	0.257	0.461	0.529	0.561	0.211	
Número de especies	0.402	0.117	0.149	-0.366	0.588	-0.27
	0.137	0.678	0.597	0.179	0.021	0.33

**Tabla 11:** Datos usados para la elaboración del diagrama de cajas con bigotes.

Variable	Especie de forofito	N	N*	Mean	StDev	CoefVar	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
pH	Q. crassipes	2	0	6.045	0.0919	1.52	5.98	*	6.045	*	6.11
	Q. laeta	1	0	5.687	*	*	5.687	*	5.687	*	5.687
	Q. laurina	3	0	4.8623	0.1165	2.4	4.747	4.747	4.86	4.98	4.98
	Q. mexicana	2	0	6.165	0.747	12.11	5.637	*	6.165	*	6.693
	Q. obtusata	2	0	5.663	0.226	4	5.503	*	5.663	*	5.823
	Q. rugosa	5	0	5.974	0.459	7.69	5.626	5.627	5.663	6.48	6.477
RH	Q. crassipes	2	0	0.9109	0.0311	3.42	0.8889	*	0.9109	*	0.9329
	Q. laeta	1	0	1.0865	*	*	1.0865	*	1.0865	*	1.0865
	Q. laurina	3	0	0.9528	0.0951	9.98	0.8474	0.847	0.9786	1.03	1.0323
	Q. mexicana	2	0	0.8893	0.00728	0.82	0.8841	*	0.88925	*	0.8944
	Q. obtusata	2	0	0.9375	0.00184	0.2	0.9362	*	0.9375	*	0.9388
	Q. rugosa	5	0	1.453	0.36	24.74	1.101	1.171	1.241	1.84	1.842
DAP (m)	Q. crassipes	2	0	0.8595	0.11	12.8	0.7818	*	0.8595	*	0.9373
	Q. laeta	1	0	0.8137	*	*	0.81368	*	0.81368	*	0.81368
	Q. laurina	3	0	1.0563	0.0272	2.58	1.028	1.028	1.0585	1.08	1.0823
	Q. mexicana	2	0	1.0606	0.0637	6	1.0155	*	1.0606	*	1.1056
	Q. obtusata	2	0	0.7585	0.089	11.74	0.6956	*	0.7585	*	0.8215
	Q. rugosa	5	0	0.9501	0.0901	9.48	0.8137	0.865	0.9837	1.02	1.0525
Altura (m)	Q. crassipes	2	0	11.5	4.39	38.19	8.39	*	11.5	*	14.6
	Q. laeta	1	0	11.312	*	*	11.312	*	11.312	*	11.312
	Q. laurina	3	0	10.87	5.09	46.86	5.22	5.22	12.3	15.1	15.1
	Q. mexicana	2	0	5.52	2.14	38.75	4.01	*	5.52	*	7.03
	Q. obtusata	2	0	4.67	3.29	70.48	2.34	*	4.67	*	7
	Q. rugosa	5	0	6.933	1.297	18.71	5.402	5.638	7	8.2	8.391
Copa (m2)	Q. crassipes	2	0	16.1	5	31.04	12.57	*	16.1	*	19.63



	<b>Q. laeta</b>	1	0	12.566	*	*	12.566	*	12.566	*	12.566
	<b>Q. laurina</b>	3	0	21.86	14.43	66.03	12.57	12.57	14.52	38.5	38.48
	<b>Q. mexicana</b>	2	0	50.6	31.6	62.45	28.3	*	50.6	*	73
	<b>Q. obtusata</b>	2	0	33.4	42.8	128.11	3.1	*	33.4	*	63.6
	<b>Q. rugosa</b>	5	0	33.9	45.2	133.12	3.1	7.9	12.6	70.7	113.1
<b>Fuste (m)</b>	<b>Q. crassipes</b>	2	0	4.5	0	0	4.5	*	4.5	*	4.5
	<b>Q. laeta</b>	1	0	0.9	*	*	0.9	*	0.9	*	0.9
	<b>Q. laurina</b>	3	0	0.3767	0.1328	35.25	0.3	0.3	0.3	0.53	0.53
	<b>Q. mexicana</b>	2	0	0.28	0.141	50.51	0.18	*	0.28	*	0.38
	<b>Q. obtusata</b>	2	0	0.66	0.368	55.71	0.4	*	0.66	*	0.92
	<b>Q. rugosa</b>	5	0	2.484	1.943	78.22	0.4	0.785	1.85	4.5	5
<b>No. de especies líquénicas</b>	<b>Q. crassipes</b>	2	0	4	0	0	4	*	4	*	4
	<b>Q. laeta</b>	1	0	4	*	*	4	*	4	*	4
	<b>Q. laurina</b>	3	0	3.333	1.155	34.64	2	2	4	4	4
	<b>Q. mexicana</b>	2	0	8	0	0	8	*	8	*	8
	<b>Q. obtusata</b>	2	0	3	1.41	47.14	2	*	3	*	4
	<b>Q. rugosa</b>	5	0	5.4	3.29	60.86	1	2.5	6	8	10