

MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES

PROGRAMA ACADÉMICO DE INVESTIGACIÓN

Efecto de la estructura forestal en la  
diversidad y composición de la  
comunidad de líquenes cortícolas de  
dos bosques de *Quercus* del Estado de  
Morelos

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN MANEJO  
DE  
RECURSOS NATURALES

P R E S E N T A:  
BIÓL. XITLALI SÁNCHEZ GIRÓN

DIRECTORA: DRA. ROSA CERROS TLATILPA  
CO-DIRECTORA: DRA. ROSA EMILIA PÉREZ PÉREZ

CUERNAVACA, MORELOS

JUNIO 2022







UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
MORELOS



CENTRO DE  
INVESTIGACIONES  
BIOLÓGICAS  
UAEM

MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES

Efecto de la estructura forestal en la diversidad y composición de la comunidad de líquenes  
cortícolas de dos bosques de *Quercus* del estado de Morelos

Biól. Xitlali Sánchez Girón

Directora de tesis

Dra. Rosa Cerros Tlatilpa

Co-directora

Dra. Rosa Emilia Pérez-Pérez

Junio, 2022



## **DEDICATORIAS**

Al amor de mi vida, mi madre, porque en ti he aprendido el valor de luchar, por ser resiliente, alegre, locuaz, y positiva aun cuando los días no lo parezcan. Por rodearme de amor y tanto cariño, evocas en mi tanta ternura y valentía, te amo inmensamente Rosita.

A mis hermanos, por estar a mi lado, porque cada día siento su amor incondicional, estaremos juntos siempre.

A mi cuñada y a mis sobrinos.

A mi hermosa familia, mis tías, tíos y primos, por creer en mí, por ser tan amorosos.

A las doctoras, Emilia y Rosa, las dos personas más pacientes conmigo, aun cuando las circunstancias mostraban que no debían serlo, esto es por ustedes, por su dedicación, por creer en mí, por luchar conmigo, por ser tan atentas, les admiro tanto.

Para Ande, amiga gracias por estar a mi lado, gracias por incentivar-me, gracias por las tardes escribiendo juntas, por tu apoyo incondicional, por tu apoyo emocional, por escucharme siempre, mañanas, tardes y noches.

A Valeria, Norma y Agustina

## AGRADECIMIENTOS

Dra. Ma. de Lourdes Acosta Urdapilleta

Dra. Mónica I. Miguel Vázquez

M. en C. Alejandro Flores Morales

Dr. Rubén Castro Franco

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la oportunidad que brinda a personas que, al igual que yo, requieren realizar sus estudios de posgrado.

A la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y al Centro de Investigaciones Biológicas, por haberme formado académica y profesionalmente.

A mi directora Dra. Rosa Cerros Tlatilpa y co-directora Emilia Pérez Pérez, por darme la oportunidad de ser parte de este proyecto, al tiempo dedicado, por sus enseñanzas y por forjarme para ser siempre una mejor estudiante y persona.

A la Dra. Susana Valencia y al M. en C. Gabriel Flores Franco, por ayudarme con la identificación de las especies de *Quercus*. ¡Gracias!

A mis profesores, sobre todo, a la doctora Patricia Trujillo Jiménez.

A las personas que me ayudaron en campo, sin ustedes esto no hubiera sido posible, gracias inmensamente.

A Romy, por su apoyo, y esclarecer mis dudas siempre con una sonrisa.

A mis compañeros de laboratorio Luis Gil Galván, por su apoyo en campo, por sus consejos, por su ayuda y correcciones pertinentes y acertadas.

A mis compañeros de generación, Susan, Ricardo y Francisco, por ayudarnos, por esas tardes amenas y divertidas.

A Keila Ramírez Santillán, por tantas tardes escribiendo juntas, por compartir más que un salón de clases, por abrirme las puertas de tu casa, por tantas charlas, incluso a distancia.

A Gabriela Águila Rodríguez, por tus consejos acertados, por tu ayuda cuando más la necesito, por atenderme y escucharme.

A mis queridos amigos que conocí en esta aventura por Cuernavaca, Gabriel y Gerardo, gracias por evocar en mi alegría, por estar en los días difíciles, por incentivarme, por sus palabras de aliento.

## ÍNDICE

RESUMEN-----	1
1 INTRODUCCIÓN .....	2
2 ANTECEDENTES .....	6
3 OBJETIVOS .....	8
3.1 HIPÓTESIS.....	8
4 MATERIAL Y MÉTODO .....	9
4.2 El Zapote.....	11
4.1.2 Localización geográfica .....	11
4.2.2 Clima.....	11
4.3.2 Geología y edafología .....	11
4.4.2 Uso del suelo .....	12
4.5.2 Flora.....	12
4.3 Cerro del Sombrerito .....	13
4.1.3 Clima.....	13
4.2.3 Geología y edafología .....	14
4.3.3 Uso de suelo .....	14
4.4.3 Flora.....	14
4.4 Trabajo de campo.....	15
4.5.4 Eestructura forestal.....	15
4.6.4 Comunidad liquénica.....	15
4.7.4 Trabajo de laboratorio.....	15
4.5 Análisis de los datos .....	16
4.8.5 Eestructura forestal.....	16
4.9.5 Comunidad liquénica.....	17
5 RESULTADOS.....	19
5.6 Eestructura forestal .....	19
5.10.6 El Zapote .....	19



5.11.6	Composición florística .....	19
5.12.6	Estructura cuantitativa.....	19
5.13.6	El Sombrerito .....	21
5.14.6	Composición florística .....	21
5.15.6	Estructura cuantitativa.....	21
5.7	Comunidad liquénica.....	23
5.16.7	El Zapote .....	23
5.17.7	Cerro del Sombrerito.....	25
5.8	Análisis de conglomerados doble vía.....	34
5.9	Líquenes en forófitos .....	36
5.10	Diversidad verdadera .....	39
5.18.10	El Zapote .....	39
5.19.10	Cerro del Sombrerito.....	39
5.11	Análisis Indicador de Especies .....	41
5.12	Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) .....	42
6	DISCUSIÓN .....	42
7	CONCLUSIONES.....	49
8	LITERATURA CITADA.....	50

### **Índice de figuras**

Figura 1	Diferentes tipos morfológicos que pueden presentar los líquenes: A-B) talo costroso; C-D) talo folioso; E) talo folioso del tipo gelatinoso; F-G) talo fruticoso; y H) talo compuesto. ....	5
Figura 2.	Área estudio en los municipios Puente de Ixtla y Tlayacapan, Morelos, México (elaborado con datos de INEGI, 2018).....	9
Figura 3.	Área estudio en los municipios Puente de Ixtla y Tlayacapan, Morelos, México (elaborado con datos de INEGI, 2018).....	10
Figura 4.	Ubicación geográfica de la localidad de El Zapote, del municipio de Puente de Ixtla: Se indica en el mapa los puntos de muestreo (Mapa elaborado con coberturas de INEGI, 2018).....	12

Figura 5. Ubicación geográfica del Cerro del Sombrerito, en el municipio de Tlayacapan: Se indica en el mapa los puntos de muestreo (Mapa elaborado con coberturas de INEGI, 2018). .....	13
Figura 6. Distribución de las variables (A) altura, (B) cobertura y (C) DAP de los forófitos en cuadrante de la localidad de El Zapote (H=4, $p > 0.05$ , N= 60, n=35.5).....	21
Figura 7. Distribución de las variables altura (A), cobertura (B) y DAP (C) de los forófitos en cada cuadrante del Cerro el Sombrerito (H=4, $p < 0.05$ , N= 24, n=16.69). .....	23
Figura 8. Análisis de clúster de una sola vía, donde se muestra la similitud de los cuadrantes, respecto a la presencia/ausencia de las especies en El Zapote. ....	25
Figura 9. Análisis de clúster de una sola vía, donde se muestra la similitud de los cuadrantes, respecto a la presencia/ausencia de las especies en el sitio el Cerro el Sombrerito. ....	26
Figura 10. Análisis de clúster de doble vía, donde se muestra la similitud de los cuadrantes, respecto a la presencia/ausencia de las especies en el sitio del Cerro del Sombrerito. ....	35
Figura 11. Análisis clúster de doble vía, que muestra la distribución de líquenes entre las diferentes especies de <i>Quercus</i> . Los nombres de las especies se abreviaron de la siguiente forma: <i>Q. magnoliifolia</i> es QMAG; <i>Q. glaucooides</i> es QGLA y <i>Q. acutifolia</i> es QACU.....	37
Figura 12. Cobertura líquénica (cm <sup>2</sup> ) encontrada por especie de forófito. ....	38
Figura 13. Cobertura líquénica (cm <sup>2</sup> ) registrada en <i>Q. magnoliifolia</i> . ....	38
Figura 14. Agrupación de los cuadrantes de acuerdo con la composición de especies..	42

### Índice de cuadros

Cuadro 1. Contribución de las especies a la estructura cuantitativa y valor de importancia relativa en El Zapote. ....	19
Cuadro 2 Contribución de las especies a la estructura cuantitativa y valor de importancia relativa en el Cerro del Sombrerito.....	22
Cuadro 3. Lista de nuevos registros para El Zapote. ....	24
Cuadro 4. Lista de nuevos registros para El Cerro del Sombrerito. ....	26

Cuadro 5. Listado de la comunidad liquénica en ambos sitios de estudio, se indica las especies encontradas en la recolecta oportunista, así como las especies compartidas sombreadas en color gris. Especies catalogadas como raras se marcan con *, además, de morfoespecies numeradas como sp. 1, sp. 2, sp. 3, etc.....	27
Cuadro 6. Diversidad alfa en número efectivos, obtenidos en cada cuadrante de la localidad de El Zapote. ....	39
Cuadro 7. Diversidad alfa en números efectivos, obtenidos en cada cuadrante de la localidad de El Cerro del Sombrerito.....	40
Cuadro 8. Especies de líquenes que mostraron preferencia por algún cuadrante de muestreo.....	41

## RESUMEN

Los encinos forman parte de una compleja red de interacciones en los ecosistemas con una gran cantidad de organismos en sus hojas, troncos y ramas, proporcionándoles alimento y refugio. Su corteza se caracteriza por su capacidad de absorber y almacenar el agua, lo que permite la presencia de organismos epífitos como los líquenes. Los líquenes, son resultado de una simbiosis entre dos componentes, una parte fúngica y una o más partes fotosintéticas; tanto en aspectos morfológicos como ecológicos son completamente distintos a cualquiera de sus componentes de manera libre, a la vez, tiene funciones esenciales en el ecosistema como formadores de suelo, participan en los ciclos biogeoquímicos, brindan alimento, camuflaje y defensa química a otros organismos. En el estado de Morelos, destacan dos Áreas Naturales Protegidas de carácter federal por su gran extensión territorial, la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla y el Corredor Biológico Chichinautzin, áreas con vegetación de bosque de *Quercus*, donde se delimitaron de manera dirigida 10 cuadrantes, en cada cuadrante se eligieron 12 forófitos de encino, se tomaron mediciones para la cuantificación de la estructura forestal; en cuanto a la comunidad se llevó a cabo dos tipos de muestreos, el primero en forófitos de *Quercus* utilizando un micro cuadrante de 20 x 50 cm y un muestreo oportunista no cuantitativo, para la comparación de la composición por zona de estudio. Para la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, se reportan dos especies de *Quercus* y 71 especies de líquenes, para el Corredor Biológico Chichinautzin, se reporta una especie de *Quercus* y 27 especies líquenes. Se observó, que en bosques de *Quercus* con alto grado de contaminación antropogénica tienden a tener menor riqueza de especies liquénicas, mientras que los bosques conservados, cuentan con una mayor riqueza asociada. En este estudio se mostró que la comunidad liquénica asociada a los bosques de *Quercus* cambia de acuerdo con la diversidad de la estructura y composición arbórea presente cada sitio, provocando que existan poblaciones disímiles, con muy pocas especies compartidas en ecosistemas del mismo estado, así mismo, la riqueza de especies está altamente relacionada con las especies y edades de los forófitos.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los líquenes son la asociación simbiótica entre un micobionte y un fotobionte; en ocasiones puede haber hasta cuatro biontes, como en algunos miembros de la familia Parmeliaceae que se pueden presentar en la corteza superior de las levaduras del phylum Basidiomycota (Hawksworth, 1989; Barreno y Pérez-Ortega, 2003; Nash III, 2008; Spribille *et al.*, 2016). Esta simbiosis genera una unidad distinta a la de sus componentes, tanto en aspectos morfológicos como ecológicos (Brodo *et al.*, 2001; Nash III, 2008; Herrera-Campos *et al.*, 2014).

De acuerdo con las características morfológicas del talo, se les nombra de manera diferente, como es el caso de los líquenes costrosos, fruticosos, foliosos y compuestos, así como sus formas intermedias (Figura 1; Nash III, 2008; Herrera-Campos *et al.*, 2014). Pueden ser diversos e importantes en el ecosistema forestal, contribuyen a la biomasa, son formadores de suelo, participan en los ciclos de nutrientes, nitrógeno, fósforo y potasio, además, proveen de alimento y refugio a diversos organismos como los vertebrados e invertebrados (Hawksworth, 1989; Nash III, 2008).

Colonizan diferentes substratos que van desde objetos inanimados, hasta roca, suelo y hojas (Nash III, 2008; Herrera-Campos *et al.*, 2014). Los líquenes cortícolas son líquenes que crecen sobre corteza, pueden crecer sobre las ramas y troncos, también llamados líquenes epifitos al requerir de un forófito (funciona como el soporte donde crece una epífita) que les provee del microambiente adecuado para desarrollarse (Hawksworth, 1989; Barreno y Pérez-Ortega, 2003; Nash III, 2008). Su presencia se relaciona con factores como la luz y la humedad, principalmente, así como con el tipo de bosque, la composición de especies arbóreas, y de esta últimas dependerán otros parámetros como son las características físicas y químicas de la corteza (Castillo-Campos *et al.*, 2019).

Algunos estudios han reportado una alta diversidad de líquenes en forófitos de *Quercus* (Loppi y Frati, 2004; Kubiak, 2006; Oran y Öztürk, 2012). La corteza de los encinos se caracteriza por absorber y almacenar el agua, además de proveer diferentes microhábitats, lo que explica la alta riqueza de líquenes (Bargali *et al.*, 2015; Calviño-Calcela *et al.*, 2020). Sin embargo, la composición de especies líquénicas puede variar de un tipo de bosque de *Quercus* a otro, debido a la estructura forestal que presente (Lie *et al.*, 2009). La

colonización de especies líquénicas depende de la especie de *Quercus*, su edad, características del substrato, altura, tipo de dosel y sus combinaciones, por lo tanto, la composición de la comunidad líquénica esta relacionada con la estructura arbórea (Lie *et al.*, 2009; Upadhyay *et al.*, 2018). La estructura arbórea se ve afectada por la extracción de encinos, lo que provoca la fragmentación de los bosques, que impacta indirectamente en la disminución, en el establecimiento y en la diversidad de los líquenes cortícolas (Rzedowski, 2006; Pérez-Pérez *et al.*, 2015; Güvem y Öztürk, 2017; Belguidoum *et al.*, 2021). Esta disminución en las poblaciones líquénicas se debe a que son organismos altamente sensibles a cambios en las condiciones ambientales, causadas por la reducción de la cubierta vegetal, de ahí que sean considerados como bioindicadores, al evaluar y comparar su presencia en diferentes áreas (Benítez *et al.*, 2012; Nascimbene, 2014; Calviño-Cancela *et al.*, 2020; Dimytrava *et al.*, 2017; Belguidoum *et al.*, 2021).

Algunas de las medidas para reducir los efectos de la fragmentación en estos bosques, han sido la creación de áreas naturales protegidas, que tienen como objetivo preservar el ambiente natural y asegurar la conservación y equilibrio ecológico (Stolesin *et al.*, 2005; Székelye *et al.*, 2005).

En Morelos existen 11 áreas naturales protegidas (ANP's), seis de carácter estatal y cinco federal, de las cuales 134,174 hectáreas son exclusivas de Morelos, lo que representa el 28% de la superficie estatal y alrededor del 87% de la superficie forestal (Contreras-MacBeath *et al.*, 2006; Guerrero *et al.*, 2015; CONANP, 2019). Estas áreas cuentan con una alta diversidad de organismos, y diferentes tipos de vegetación, como es el caso de los bosques de *Quercus* (Dorado *et al.*, 2005; Cerros-Tlatilpa y Espejo-Serna, 1998; Guerrero *et al.*, 2015; INEGI, 2016). En México se ha documentado que los encinos (*Quercus*; Fagaceae), son árboles que se desarrollan en bosques puros o mixtos, y se distribuyen prácticamente en todos los estados de la república mexicana (Valencia, 2004; Rzedowski, 2006). Se han descrito 234 especies del género *Quercus* para el continente americano, de las cuales 174 se distribuyen en México, y de estas 109 son endémicas para el país, destacando su importancia como grupo biológico (Valencia, 2004; Villaseñor, 2016). En cuanto a la diversidad de líquenes reportadas para México, sigue siendo una cifra desconocida, hasta el 2014, se conocían un total del 2833 taxa, no obstante, se estima

que la cifra podría aumentar a 5,000 especies, lo que representaría entre un 18 y 37 % para el mundo (Herrera-Campos *et al.*, 2014), sin embargo, cada vez son más los estudios que han aportado información para este grupo, y contribuido para que poco a poco se cuente con la mayor investigación sobre la diversidad liquénica (Pérez-Pérez *et al.*, 2008; Córdova-Chávez, 2015; Pérez-Pérez *et al.*, 2015; Castillo-Campos *et al.*, 2019).

De acuerdo con la información de trabajos previos, se sabe que sólo existen dos estudios para el estado, enfocados en líquenes de bosques de *Quercus*, ambos en el Corredor Biológico Chichinautzin (Altamirano-Mejía, 2012; Melhado-Carboney, 2014), así como algunos registros aislados para la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (Pérez-Pérez *et al.*, 2011).

En este contexto, es importante aportar con estudios ecológicos que muestren las interacciones de las comunidades de líquenes epífitos en los ecosistemas forestales; así como ampliar el conocimiento de la comunidad liquénica en las ANP's del estado, y las dinámicas que cumplen dichos ecosistemas. (Zarate-Arías *et al.*, 2019). Con base en lo anterior, en este trabajo se analizó y comparó la diversidad de líquenes en dos bosques de *Quercus*, uno ubicado en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) y otro en el Corredor Biológico Chichinautzin (COBIO).



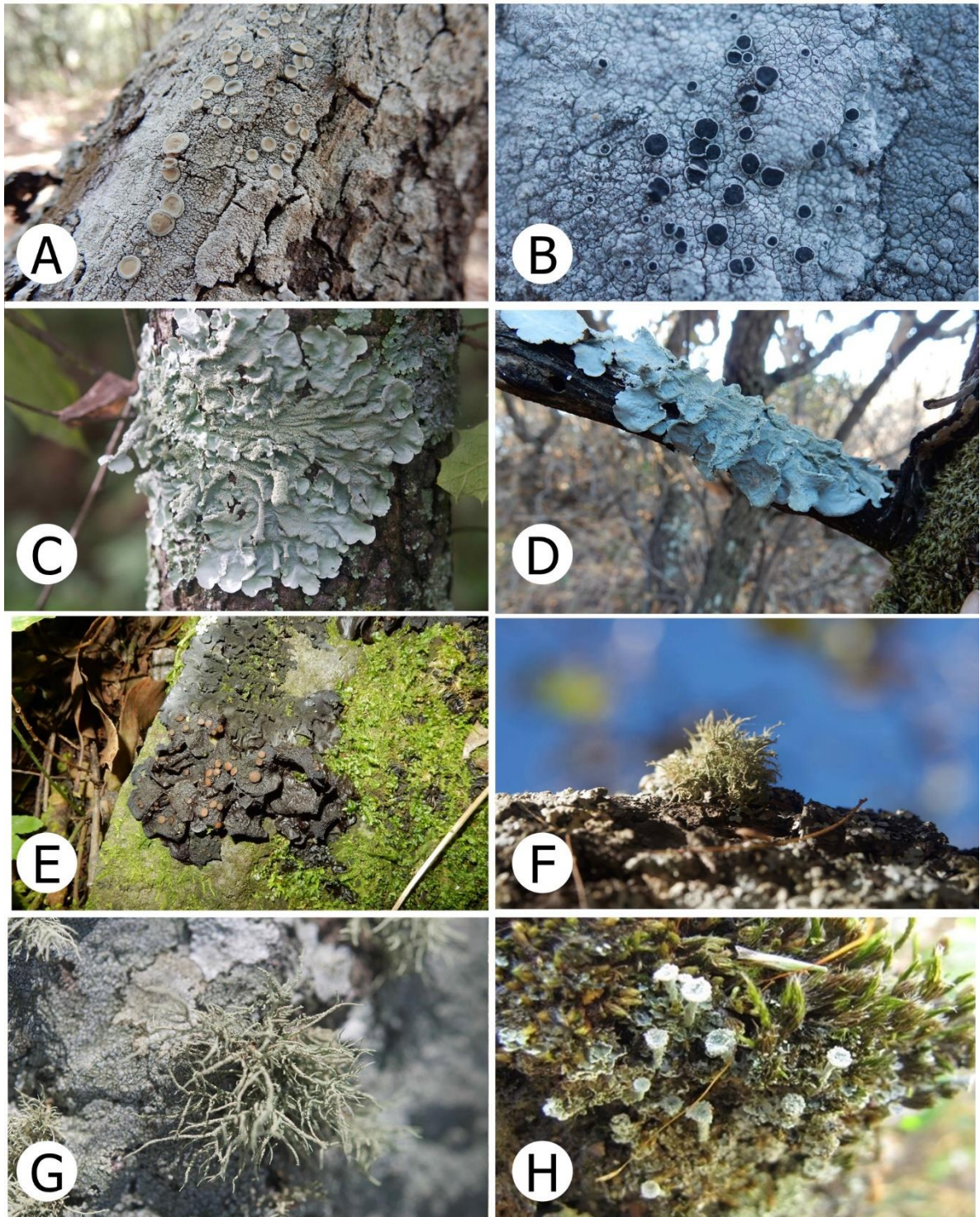


Figura 1 Diferentes tipos morfológicos que pueden presentar los líquenes: A-B) talo costroso; C-D) talo folioso; E) talo folioso del tipo gelatinoso; F-G) talo fruticoso; y H) talo compuesto.



## 2 ANTECEDENTES

En diversos estudios alrededor del mundo, se ha evaluado la preferencia de especies líquénicas por algún forófito en particular (Zárate-Arias *et al.*, 2019; Rosabal *et al.*, 2020), se ha señalado que los líquenes exhiben preferencias por el sustrato, lo cual puede deberse a las características de la corteza (pH, retención de agua, nutrientes) y al microclima (Johansson *et al.*, 2009; Oran y Öztürk, 2012; Garrido-Benavent *et al.*, 2013). Sin embargo, se sabe que esta especificidad puede verse afectada por las perturbaciones antropogénicas, sobre todo, por la eliminación de sustratos disponibles (Cáceres *et al.*, 2007). La eliminación del sustrato altera las dinámicas poblacionales de los líquenes y con ello su diversidad (Berg *et al.*, 2013), una alta o baja diversidad registrada, puede ser traducirse en un bosque sano y/o perturbado, de ahí considerados como bioindicadores (Upadhyay *et al.*, 2018).

De manera general, a los encinos se les conoce por ser un sustrato idóneo para los líquenes, ya que pueden albergar una diversa comunidad líquénica (Villella *et al.*, 2018). Estudios previos han demostrado que la composición y riqueza encontrada entre especies líquénicas, suele ser diferente por forófito de *Quercus* (Loppi y Fratti, 2004; Kubiak, 2006). Este establecimiento dependerá de diferentes factores, tales como las propiedades fisicoquímicas y morfológicas de la corteza, así como también, las preferencias microambientales (*e.g.* la intensidad de la luz y temperatura) y la estructura cuantitativa del bosque, como la edad, cobertura del dosel, intensidad de manejo y diversidad arbórea (Johansson *et al.*, 2009; Aide *et al.*, 2014; Jayalal *et al.*, 2015; Benítez *et al.*, 2019; Zárate-Arias *et al.*, 2019). De estas últimas, algunos autores han indicado que la edad del forófito es una variable que se encuentra íntimamente ligada a la presencia de los líquenes, debido a que las características como la disponibilidad del agua, el pH y la morfología de la corteza, son determinadas por la edad del árbol (Loppi y Fratti, 2004; Calviño-Cancela, 2020); por ejemplo, se han registrados especies de líquenes cortícolas en edades tempranas del forófito, pero ausentes en edades maduras de árbol (Calviño-Cancela, 2020).

En otro estudio se compararon las diferencias cuantitativas de la diversidad de macrolíquenes en forófitos de *Quercus* y encontraron que los diámetros a la altura del

pecho (DAP) con valores más altos, proveen mayor superficie de colonización de diferentes especies liquénicas (Flores-Palacios y García-Franco, 2006; Johansson *et al.*, 2009). Por otro lado, Upadhyay *et al.* (2018), mencionan que el mayor número de líquenes, correspondían a árboles jóvenes de *Quercus*, sin embargo, el factor importante que determinó la diversidad de macrolíquenes fue el porcentaje de cobertura del dosel.

En cuanto a la cobertura de las copas de los árboles, se ha demostrado que los bosques primarios proveen espacios más sombreados y la composición liquénica es diferentes a la de los bosques secundarios, donde hay una mayor incidencia de luz, ésta diferencia en la composición se relaciona con el grado de tolerancia a la desecación de algunas especies liquénicas y su eficiencia fisiológica (Benítez *et al.*, 2012). Por lo anterior, a escala de árbol existen variables que son medidas y que explican significativamente la variación, la composición y la diversidad de especies epífitas (Lie *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2013).

Desafortunadamente, alrededor del mundo los bosques de *Quercus* han sido severamente afectados, por diversidad actividades, tales como la urbanización y la agricultura (Villela *et al.*, 2018), lo que al mismo tiempo se traduce en una pérdida de la diversidad liquénica (Lie *et al.*, 2009).

En lo que respecta a México, en diversos estudios llevados a cabo en el estado de Veracruz se ha reportado que los forófitos de *Quercus* tienen mayor riqueza liquénica con respecto a otros forófitos como *Pinus* y *Abies*; además mencionan la importancia del DAP de los árboles, ya que es una variable relacionada con el tiempo necesario para que se dé el establecimiento de los líquenes (Pérez-Pérez *et al.*, 2008; Córdova-Chávez, 2015; Pérez-Pérez *et al.*, 2015; Castillo-Campos *et al.*, 2019).

Para el estado de Morelos, se reportan 182 especies de líquenes, algunas de ellas, como *Leptogium cyanescens* (Ach.) Körb, considerada por autores como una especie rara (Goward *et al.*, 1994; Pérez-Pérez, 2020), o es el caso de *Melanobalea mexicana* Esslinger y Pérez-Pérez, donde se habla de una posible especie endémica, pues sus únicos registros se han dado en Puebla, Ciudad de México y en Estado de México, así como un reporte en Huitzilac, Morelos (Esslinger y Pérez-Pérez, 2010; Pérez-Pérez, 2020). Con respecto a los estudios ecológicos que desarrollaron en la entidad, Altamirano-Mejía (2012) y

Melhado-Carboney (2014), sugieren que la presencia de líquenes está influenciada por la estructura forestal y que la composición de la comunidad liquénica varía dependiendo los forófitos presentes, esto debido a que el género *Quercus* fue el que tuvo la mayor riqueza liquénica.

### **3 OBJETIVOS**

Caracterizar y comparar la diversidad y composición de las comunidades de líquenes cortícolas de dos bosques de *Quercus* del estado de Morelos.

Analizar el impacto de la estructura forestal de cada bosque sobre la comunidad de líquenes.

#### **3.1 HIPÓTESIS**

La riqueza y la composición de líquenes se comporta como una función que depende de los variables estructurales del bosque (Altura, DAP, coberturas del dosel), por lo tanto, se espera que la estructura forestal de los sitios sea diferente y con ello la comunidad liquénica que se presenta en dichos sitios.

#### 4 MATERIAL Y MÉTODO

Este trabajo se realizó en dos localidades del estado de Morelos, la primera ubicada en la comunidad de El Zapote, en el municipio de Puente de Ixtla, y la segunda en el Cerro el Sombrerito, en el municipio de Tlayacapan (Figuras 2 y 3).

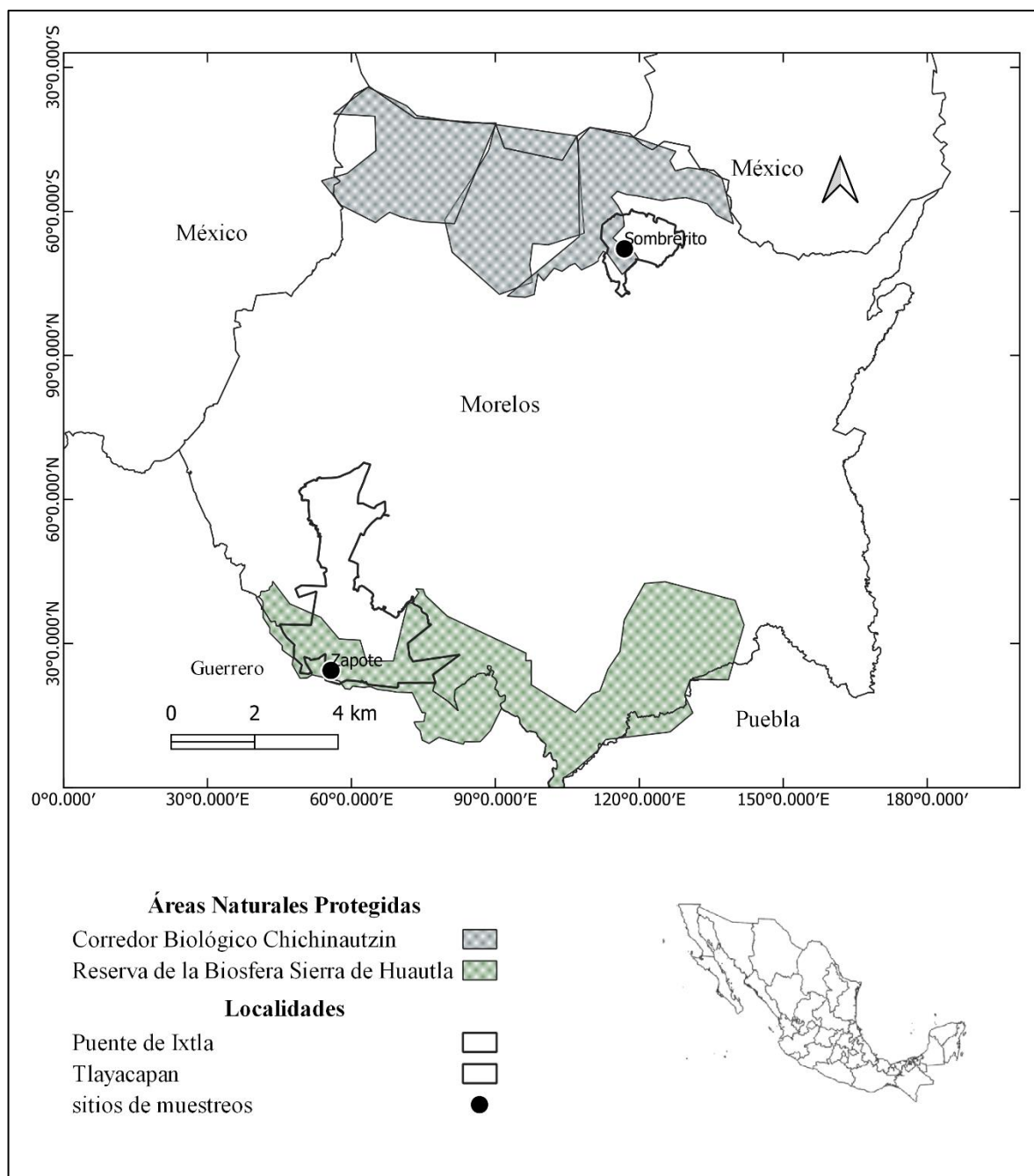


Figura 2. Área estudio en los municipios Puente de Ixtla y Tlayacapan, Morelos, México (elaborado con datos de INEGI, 2018).

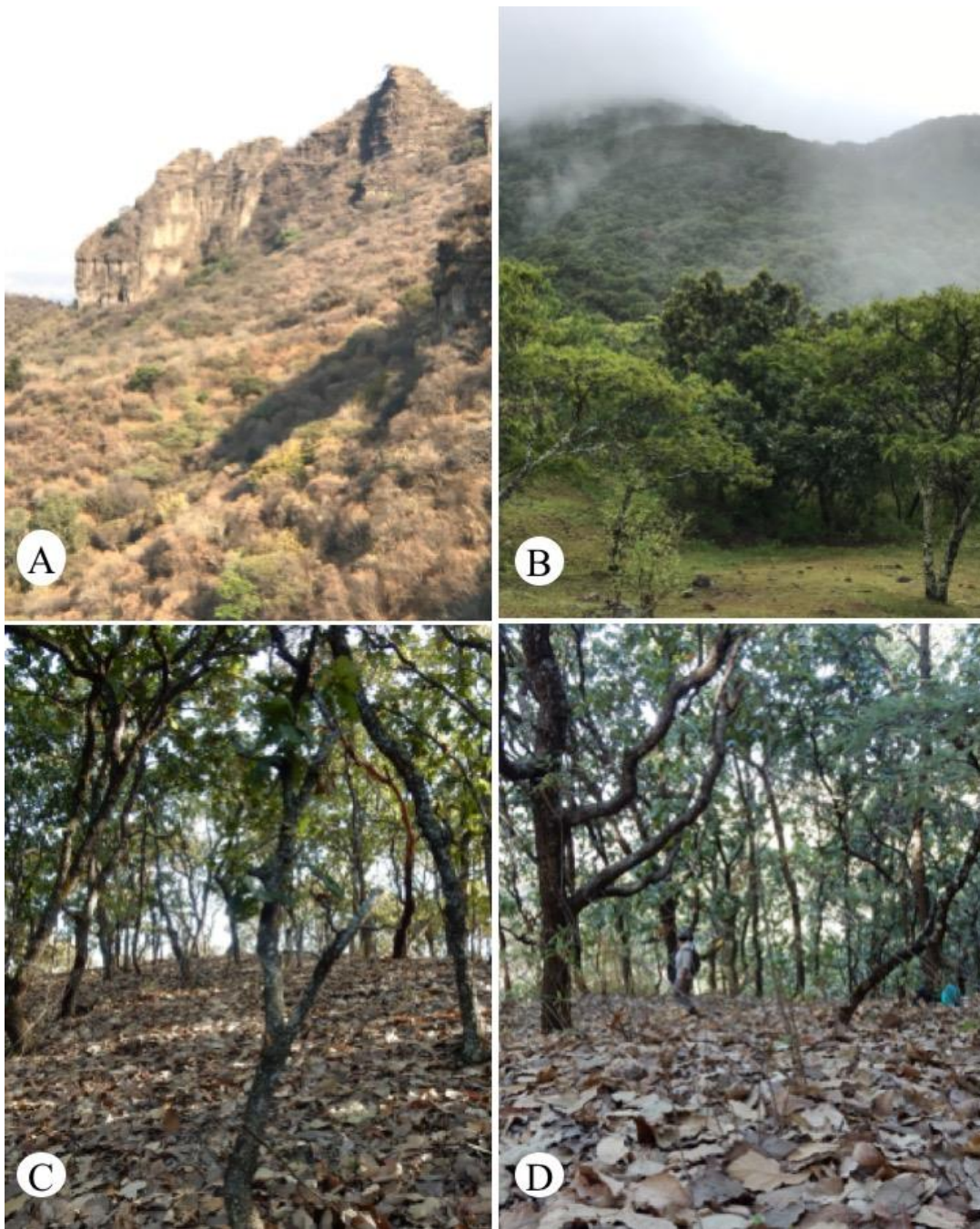


Figura 3. Área estudio en los municipios Puente de Ixtla y Tlayacapan, Morelos, México (elaborado con datos de INEGI, 2018).

## 4.2 El Zapote

### 4.1.2 Localización geográfica

El Zapote se encuentra delimitado al Norte por las coordenadas 18°28'12.88" N y 99°19'41.53" W, al Sur 18°28'3.80" N y 99°19'43.2 a 5' W, al Este 18°28'6.69" N y 99°19'36.95" W, finalmente al Oeste 18°28'7.58" N y 99°19'44.54" W' 2118 m; con un altitud que va de los 1795 a 1812 m. Localizado al sur del municipio de Puente de Ixtla, colinda al oeste con el estado de Guerrero y forma parte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (Dorado *et al.*, 2005; González-Rocha *et al.*, 2014; INEGI, 2018; Figura 4).

### 4.2.2 Clima

El clima es cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 22 °C y con lluvias en el verano. La temperatura extrema del mes más frío (noviembre) de 18 °C, y la del mes más cálido (abril) 27 °C. La precipitación en el mes más seco es menor a 60 mm y la máxima precipitación ocurre en agosto; el porcentaje de lluvia invernal es del 5 al 10.2 % anual (Vidal-Zepeda, 1990; García, 1998; INEGI, 2008; Cuerno-Robayo *et al.*, 2014).

### 4.3.2 Geología y edafología

El tipo de roca en esta área son rocas ígneas y sedimentarias; las rocas ígneas son el componente principal y datan del Oligoceno, en tanto que las rocas sedimentarias son de aluvión y corresponden al Cretácico inferior (Dorado *et al.*, 2005; INEGI, 2016). Hay tres tipos de suelos, el dominante es el feozem háplico, con una textura media y fase lítica; estos suelos se caracterizan por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes. El segundo tipo es regosol éutrico con textura media y fase lítica, altamente susceptible a la erosión. El último tipo es vertisol pélico con una textura fina y una fase fina profunda, de color negro o gris oscuro, con un alto contenido de arcilla (INIFAP-CONABIO, 1995).





### 4.3 Cerro del Sombrerito

El cerro del Sombrerito delimitado al Norte con las coordenadas  $18^{\circ}57'43.31''$  N y  $98^{\circ}58'56.32''$  W, al Sur  $18^{\circ}57'9.24''$  y  $98^{\circ}58'11.97''$ , a Este  $18^{\circ}57'27.8''$  N y  $98^{\circ}58'47.27''$  W, y finalmente al Oeste  $18^{\circ}57'31.52''$  N y  $98^{\circ}59'18.91''$  con una altitud que va de los 1640 a 1820 m. Ubicado al noroeste del estado de Morelos, en el municipio de Tlayacapan y forma parte del Área de Protección de la Flora y Fauna Silvestres Corredor Biológico Chichinautzin (Figura 5; Cerros-Tlatilpa y Espejo-Serna, 1998).

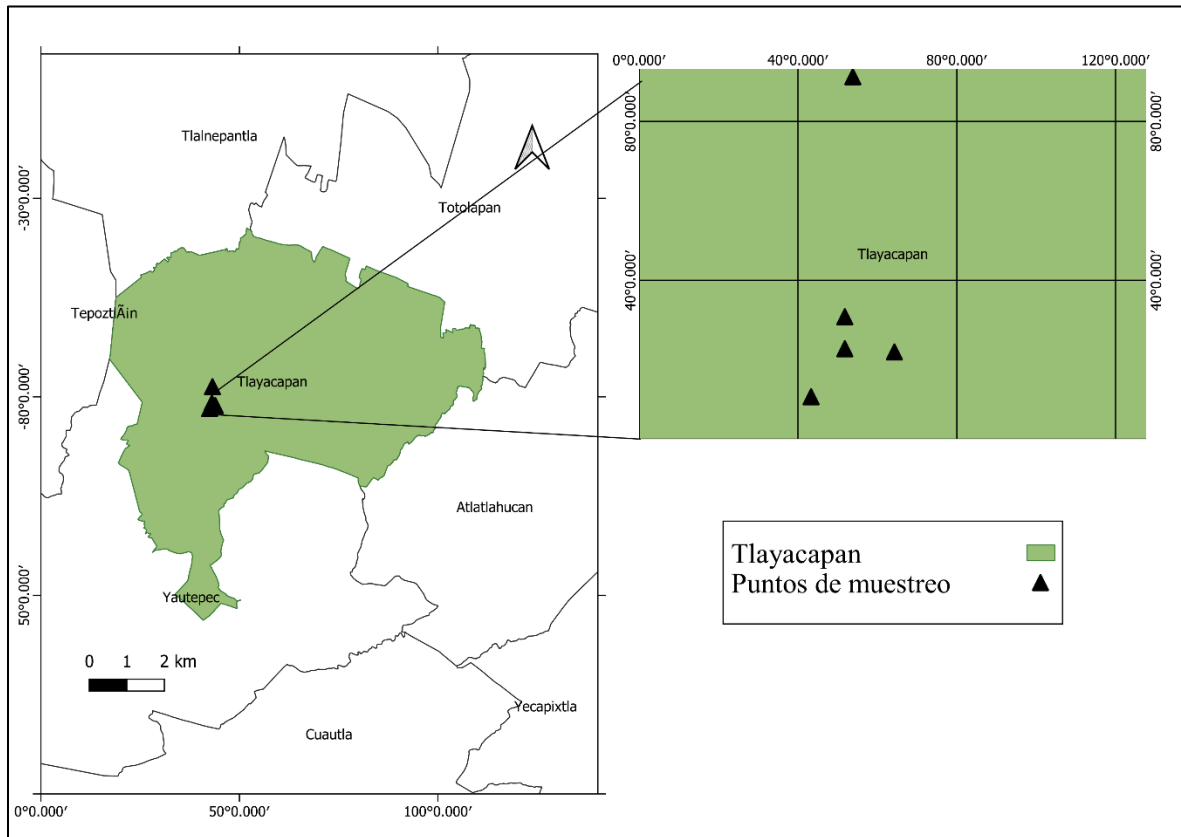


Figura 5. Ubicación geográfica del Cerro del Sombrerito, en el municipio de Tlayacapan: Se indica en el mapa los puntos de muestreo (Mapa elaborado con coberturas de INEGI, 2018).

#### 4.1.3 Clima

El clima del municipio es semicálido subhúmedo, con una temperatura media anual de  $18^{\circ}\text{C}$  y la del mes más frío (enero) menor a  $18^{\circ}\text{C}$  y del mes más cálido (mayo) mayor a  $22^{\circ}\text{C}$ . La precipitación de la zona en el mes más seco es menor de 40 mm; las lluvias en verano con precipitación entre 43.2 y 55 mm, con un porcentaje de lluvia invernal entre 5 al 10.2 % anual (Vidal-Zepeda, 1990; García, 1998).



#### 4.2.3 Geología y edafología

El tipo de roca en el área es ígneo de tipo volcánico, principalmente dacitas y andesitas; los tipos de suelos dominantes en el área son: vertisol pélico con textura media y fase pedregosa; regosol éutrico con textura media y una fase lítica, y finalmente andosol húmico (INIFAP-CONABIO, 1995; INEGI, 2016).

#### 4.3.3 Uso de suelo

El uso de suelo predominante es el agrícola, específicamente la agricultura temporal con un total de 2,807.65 ha, le sigue la agricultura de riego con 611.11 ha y finalmente los asentamientos urbanos con 389.74 ha (INEGI, 2016).

#### 4.4.3 Flora

La vegetación en el municipio se encuentra constituida principalmente por bosque tropical caducifolio (273.93 ha), bosque de encino (166.52 ha), bosque mesófilo de montaña (133 ha) y bosque de pino-encino (38.14 ha), además, también se pueden encontrar asociaciones derivadas de dichos tipos de vegetación (Cerros-Tlatilpa y Espejo-Serna, 1998; Hernández-Cárdenas *et al.*, 2014; INEGI, 2016).

#### 4.4 Trabajo de campo

##### 4.5.4 Eestructura forestal

En cada área de estudio (El Zapote y El Cerro del Sombrerito) se hicieron cinco cuadrantes de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>). En cada cuadrante se eligieron 12 árboles de encino y se tomaron las siguientes variables: perímetro a la altura del pecho (PAP; cm), para posteriormente convertirlos a DAP, además se tomaron datos de la altura del árbol y cobertura de la copa (cm). Se colectaron ejemplares de respaldo de los forófitos con estructuras reproductivas para ser identificados. En el centro de cada cuadrante, se tomaron datos como posición de la ladera y coordenadas geográficas (Matteucci y Colma, 1982; Mostacedo y Fredericksen, 2000; Pérez-Pérez *et al.*, 2015).

##### 4.6.4 Comunidad líquénica

En cada árbol seleccionado, se tomó la cobertura líquénica en dos orientaciones del tronco; la primera orientación se eligió de acuerdo a una mayor presencia de especies, mientras que la segunda orientación se determinó en el lado contrario de la primera. Se utilizó un micro-cuadrante de plástico transparente de 20 x 50 cm, subdividido en cuadrados de 2 x 2 cm, con un total de 250 cuadrados y 1,000 cm<sup>2</sup> (Cáceres *et al.*, 2008; Pérez-Pérez *et al.*, 2011; Benítez *et al.*, 2019). También se realizó un muestreo general u oportunista no cuantitativo, que consiste en recolectar los líquenes alrededor de cada cuadrante con el fin de abarcar todos los substratos disponibles (Sipman, 1996); para recolectar el material líquénico se usaron marro, cincel y/o navaja, dependiendo del substrato sobre el que se encontraban las muestras, y se guardaron en bolsas de papel de estraza, las cuales fueron etiquetadas con el número de cuadrante, forófito, o bien si se trató de una recolecta general.

##### 4.7.4 Trabajo de laboratorio

El material líquénico obtenido, fue etiquetado y herborizado, para ser identificado hasta nivel de género, especie y/o morfotipo, esto dependiendo del ejemplar, sus condiciones y si contaba o no con estructuras reproductivas. Para la identificación se utilizaron características morfológicas como: color del talo, forma de crecimiento, presencia de un protalo, cefalodios, pruina, apotecios, peritecios, isidios, soredios (Brodo *et al.*, 2001;

Nash III, 2008). Asimismo, se realizaron pruebas de tinción de médula y corteza, utilizando hipoclorito de sodio (NaOCl) e hidróxido de potasio (KOH) al 10 %, y para-fenil-endiamina (P), para la detección de diferentes sustancias liquénicas (Purvis, 2000; Brodo *et al.*, 2001). También se observaron la médula y corteza de las muestras bajo luz ultravioleta (365 nm), para detectar la presencia de metabolitos secundarios (Hale, 1979); los últimos son excedentes derivados de metabolismo primarios, los cuales se cristalizan en las hifas o en la capa cortical de los líquenes, de ahí que se pueden detectar bajo luz ultravioleta (Nash III, 2008).

En este estudio se siguió la clasificación taxonómica de Kirk *et al.*, (2008) y se utilizó la base de datos de MycoBank (2020). Para la identificación de los ejemplares se utilizaron claves taxonómicas especializadas (Sipman *et al.*, 2009; Brodo, 2016; Egan y Lendemer *et al.*, 2016, Egan y Pérez *et al.*, 2016, Pérez-Pérez y Nash III, 2016). El trabajo de identificación se llevó a cabo en el Laboratorio de Sistemática y Morfología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

#### 4.5 Análisis de los datos

##### 4.8.5 Estructura forestal

La estructura cuantitativa de los árboles se calculó mediante las variables estructurales, es decir, la distribución del área basal, altura y coberturas del dosel, que a continuación se explican:

Frecuencia (F): es la probabilidad de encontrar a uno o más individuos en una unidad muestral (Matteucci y Colma, 1982). En este trabajo cada unidad muestral es el cuadrante. Se consideró la aparición de cada especie, mediante la siguiente fórmula:

$$F = (\text{No. de apariciones en el cuadrante} / \text{total de cuadrantes})$$

Área basal: Es la superficie de una sección transversal del tronco del individuo a una altura determinada del suelo y se expresa como materia vegetal por unidad de superficie (Matteucci y Colma, 1982; Saavedra-Millán, 2009).

El Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) fue calculado a partir de los perímetros PAP con la siguiente fórmula:

$$D = P / \pi$$

Considerando que: D= diámetro y P= perímetro

Con el DAP se calculó el área basal, mediante la siguiente fórmula:

$$AB = \pi r^2$$

Considerando que:

$$r = P / 2\pi$$

Donde r = radio

Cobertura (C): es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie (Matteucci y Colma, 1982; Saavedra-Millán, 2009).

$$C = (D1D2 / 4) \pi$$

Además de cuantificar las variables estructurales (frecuencia, área basal y cobertura), se obtuvieron sus valores relativos, para calcular el Índice de Valor de Importancia relativa (VIR; Matteucci y Colma, 1982; Saavedra-Millán, 2009; Zamora-Crescencio *et al.*, 2011; Tajeuke *et al.*, 2014).

$$VIR = frecuencia\ relativa + área\ basal\ relativa + cobertura\ relativa$$

En cada sitio se analizó la estructura del bosque comparando las distribuciones del DAP, la altura y coberturas con la prueba de Kruskal-Wallis (KW; Rubio-Licona *et al.*, 2011; González-Cubas *et al.*, 2018). Los análisis se realizaron con los programas STATISTICA 6.0 ® y Excel 2016.

#### 4.9.5 Comunidad líquénica

Se aplicó el estimador no paramétrico de Jackknife de segundo orden para evaluar la representatividad del muestreo (Zarate-Arias *et al.*, 2019). Se aplicó el Análisis Clúster de una sola vía, para visualizar la similitud y/o disimilitud de los cuadros por sitio, considerando la presencia/ausencia de las especies de líquenes epífitos (McCune y Grace, 2002).

Se llevó a cabo el Análisis clúster de dos vías (Two-Way-Cluster- Analysis), para conocer la distribución de las especies liquénicas (presencia/ausencia) entre sitios y por forófitos, utilizando como método de clasificación el coeficiente de disimilitud de Sørensen; el valor de Beta flexible de -0.25 será utilizado como algoritmo de agrupamiento (McCune y Grace, 2002; Ramírez-Morán *et al.*, 2016; León-González y Pérez-Pérez, 2020).

Se estimó la diversidad verdadera de especies de líquenes por cuadrante, utilizando la aproximación de Jost (2006), el cual considera las incidencias de las especies, y números efectivos como medidas de diversidad. Se evaluaron los órdenes de diversidad, siendo estos, diversidad de orden cero ( $q_0$ ) que corresponde a la riqueza de especies (riqueza *per se*), la diversidad de orden 1 ( $q_1$ ) que es la exponencial de la entropía de Shannon, donde las especies son consideradas en el valor de diversidad, y la diversidad de orden 2 ( $q_2$ ) que es el inverso al índice de Simpson y toma en cuenta las especies comunes (Moreno *et al.*, 2011); las evaluaciones se realizaron con el paquete R, iNEXT versión 4.0.5 (Morales-Trejo, 2019).

Para conocer la posible preferencia de los líquenes por algún cuadrante en particular, se aplicó el Análisis Indicador de Especies (ISA), el cual combina la presencia y las frecuencias relativas de las especies de hongos liquenizados con las variables estructurales; dichas combinaciones se evaluaron por medio del a prueba de Monte Carlo, empleando 300 aleatorizaciones (Nascimbene *et al.*, 2009; Fritz *et al.*, 2018).

Finalmente, se realizó el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), para evaluar la similitud entre los cuadrantes en función a su composición de especies (Lie *et al.*, 2019; Soto-Medina *et al.*, 2019). El análisis se llevó a cabo a partir de una matriz de similitudes de Bray-Curtis; se emplearon 1000 aleatorizaciones y se utilizó la función metaMDS del paquete “vegan”, en el software R (Morales-Trejo, 2019).

## 5 RESULTADOS

### 5.6 Estructura forestal

#### 5.10.6 El Zapote

#### 5.11.6 Composición florística

Se muestreó un total de 60 forófitos en un área de 500 m<sup>2</sup> (0.05 ha) y se identificaron tres especies, dos géneros y dos familias de angiospermas, Fabaceae y Fagaceae. Para el sitio se reporta dos especies de encinos, *Quercus magnoliifolia* Née, con un total de 55 individuos en los cinco cuadrantes muestreados, con una altura promedio de 10.73 m, cobertura del dosel 18.46 m<sup>2</sup> promedio, y DAP  $\bar{X}$ =15.70 cm<sup>2</sup>, la segunda especie de encino corresponde a *Q. acutifolia* Née (tres individuos), altura  $\bar{X}$ = 13.76 m, cobertura 5.83 m<sup>2</sup>, un DAP de 23.76 cm<sup>2</sup>; la tercera especie se trata de *Harpalyce formosa* DC. (Fabaceae), con dos individuos encontrados en los cinco cuadrantes, alcanzando una altura promedio de 6.50 m, cobertura 6.61 m<sup>2</sup> y DAP  $\bar{X}$ =11.77 cm<sup>2</sup>.

#### 5.12.6 Estructura cuantitativa

En el cuadro 1 se puede observar que el área basal para los cinco cuadrantes es de 1.31 m<sup>2</sup> y una cobertura total de 1099.96 m<sup>2</sup>, la mayor cobertura fue dada por *Q. magnoliifolia*, forófito con mayor número de individuos encontrados. Por lo tanto, esta especie registro el valor más alto de VIR.

Cuadro 1. Contribución de las especies a la estructura cuantitativa y valor de importancia relativa en El Zapote.

Taxón	N de individuos	Cobertura (m <sup>2</sup> )	Área basal (m <sup>2</sup> )	Valores relativos			
				Frecuencia	Área basal	Cobertura	VIR
<i>Harpalyce formosa</i>	2	13.24	0.02	22.22	1.66	1.20	25.09
<i>Quercus acutifolia</i>	3	71.27	0.13	22.22	10.27	6.48	38.97
<i>Q. magnoliifolia</i>	55	1015.45	1.15	55.56	88.07	92.32	235.94
Total	60	1099.96	1.3102	100	100	100	300

Al analizar la distribución de las variables alturas, coberturas y DAP's por cuadrante, la prueba de KW no mostró diferencias significativas en ninguna de ellas ( $H=4$ ,  $p > 0.05$ ,  $N=60$ ,  $n=35.5$ ). Para la altura de los forófitos, el cuadrante 1, tiene un promedio de 10.16 m, la altura máxima registrada fue 14 m y la altura mínima de 6 m, en el cuadrante 2 se encontraron los árboles más altos ( $\bar{x}=11.62$  m), con un valor máximo de 15.5 m y de 9 m del forófito más pequeño, el cuadrante 3 tuvo un promedio de 10.75 m, con un valor máximo de 14 m y una altura mínima de 8 m, para el cuadrante 4 la mayor altura fue de 14 m y una altura mínima de 6 m, y un promedio de 10.25 m) y finalmente, el cuadrante 5 con promedio de 10.79 m, con una altura de máxima de 13 m y mínima de 8 m (Figura 6A).

En la figura 6B, se observan las áreas ( $m^2$ ) de las coberturas del dosel, por cuadrante. Para el cuadrante 1 y 4, el promedio de las coberturas fue de 9.19  $m^2$ , en el cuadrante se 2 registraron las copas más grandes ( $\bar{x}=29.73$   $cm^2$ ), seguidas del cuadrante 3 ( $\bar{x}=23.60$   $cm^2$ ) y el 5 ( $\bar{x}=17.81$   $cm^2$ ). En lo que respecta al DAP, los valores más altos se registraron el cuadro 5 con un promedio de 17.81  $cm^2$  y los más pequeños se encontraron en los cuadros 1 y 4 (14  $cm^2$ , Figura 6C).

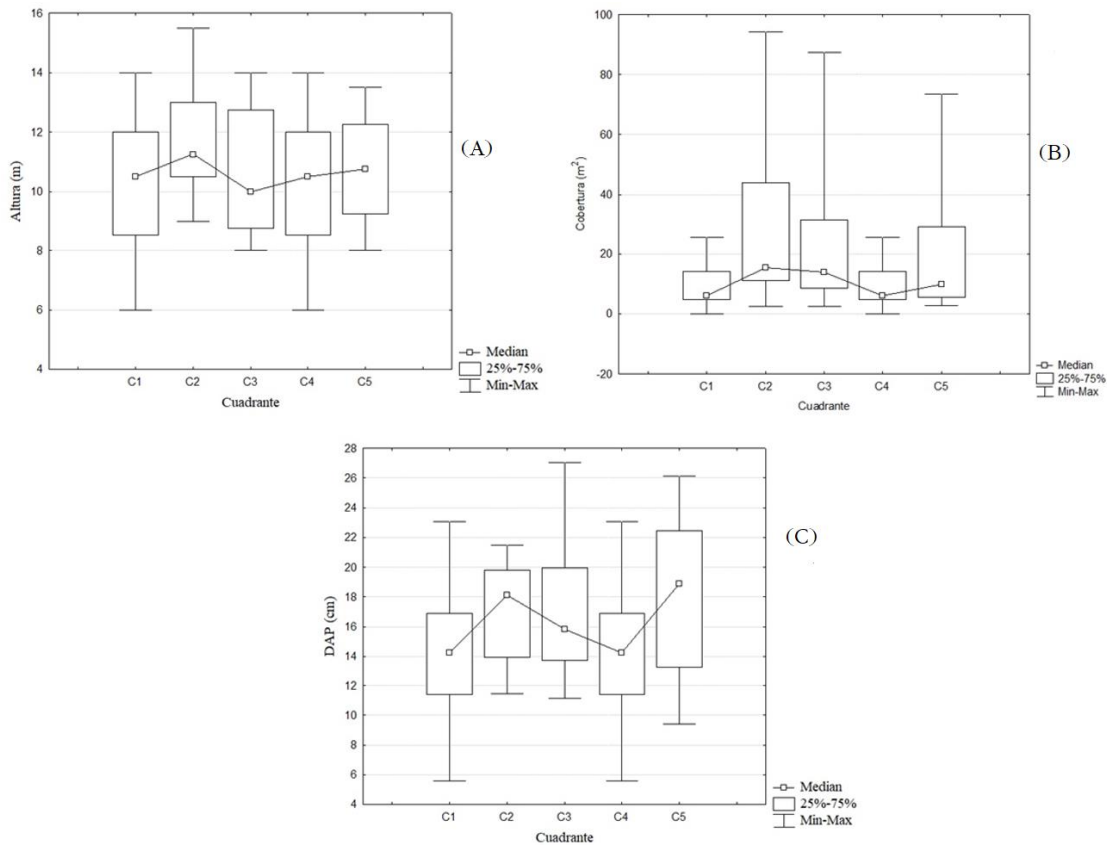


Figura 6. Distribución de las variables (A) altura, (B) cobertura y (C) DAP de los forófitos en cuadrante de la localidad de El Zapote ( $H=4$ ,  $p > 0.05$ ,  $N= 60$ ,  $n=35.5$ ).

#### 5.13.6 El Sombrero

#### 5.14.6 Composición florística

Se muestreó un total de 24 árboles en un área de 500 m<sup>2</sup> (0.05 ha). El estrato arbóreo está conformado únicamente por *Quercus glaucooides* M. Martens & Galeotti (altura  $\bar{X}= 7.33$ , cobertura  $\bar{X}=94.89$  m<sup>2</sup> DAP  $\bar{X}=111.33$  cm<sup>2</sup>). Por lo tanto, toda la cobertura del dosel muestreada por cuadrante está dada por esta especie, el área basal registrada fue de 2.79 m<sup>2</sup>, con una probabilidad del 100 % de encontrarla en cada cuadrante y con el VIR más alto (Cuadrado 2).

#### 5.15.6 Estructura cuantitativa

La distribución de las variables por cuadrante para, la prueba de KW mostró diferencias significativas únicamente en las alturas de los árboles ( $H=4$ ,  $p < 0.05$ ,  $N= 24$ ,  $n=16.69$ ). Como se observa en la figura 7A, el cuadrante 1 obtuvo un promedio de 4.64 m, en el



cuadrante 2 se registró la mayor altura (13 m;  $\bar{X}$ =9.25 m), el promedio en el cuadrante 3 fue de 5.5 m y el cuadrante cuatro fue de 8.37 m. Finalmente, en el cuadrante 5 se registraron los árboles más altos ( $\bar{X}$ =10.20 m). La figura 7B muestra que la mayor área de cobertura del dosel fue registrada en el cuadrante 5 ( $\bar{X}$ =199.04 m<sup>2</sup>), en contraparte con en el cuadrante 1, en el cual se registró el área de cobertura más baja ( $\bar{X}$ =14.91 m<sup>2</sup>); los DAP's más grandes se observaron en el cuadrante 5 ( $\bar{x}$ =52.65; Figura 7C).

Cuadro 2 Contribución de las especies a la estructura cuantitativa y valor de importancia relativa en el Cerro del Sombrero.

Nombre científico	N de individuos	Cobertura (m <sup>2</sup> )	Área basal (m <sup>2</sup> )	Valores relativos			
				Frecuencia	Área basal	Cobertura	VIR
<i>Quercus glaucoides</i>	24	2277.56	2.91	100.00	100.00	100.00	300.00

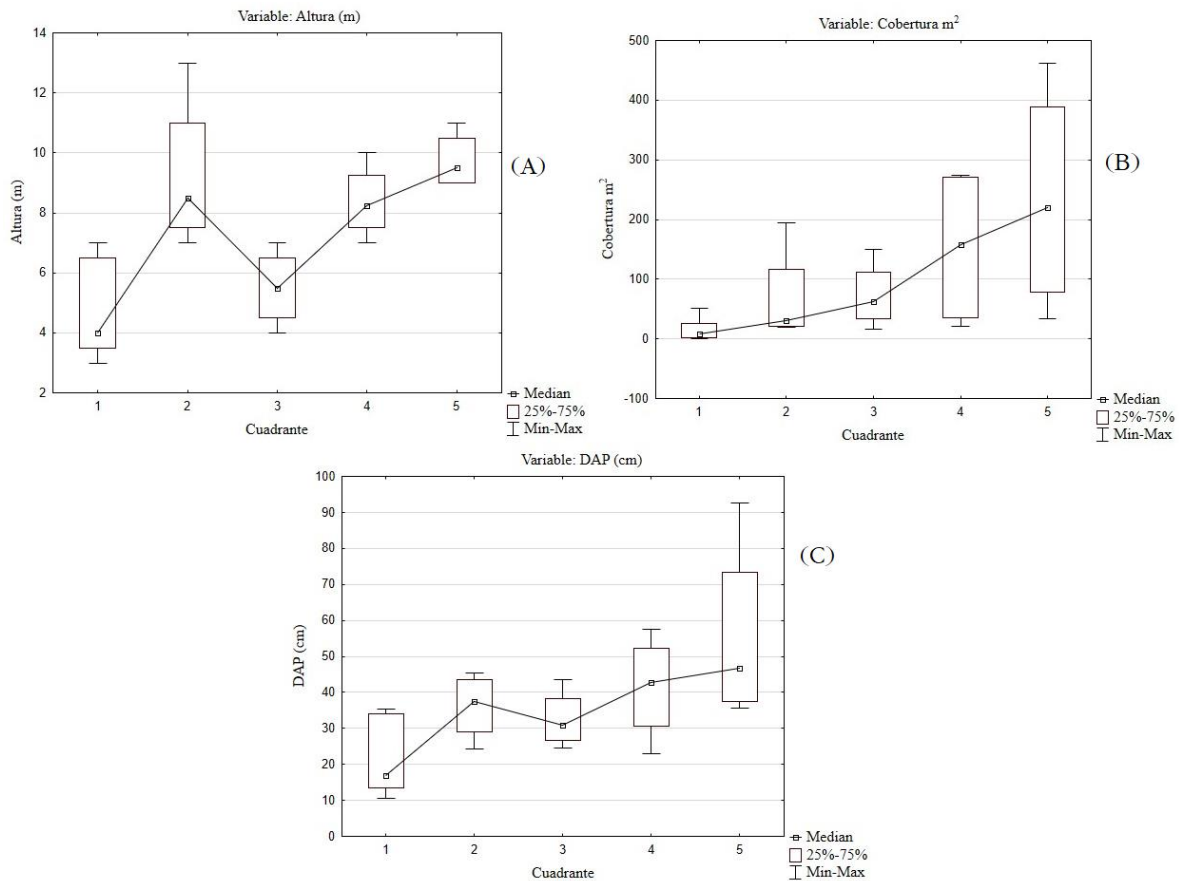


Figura 7. Distribución de las variables altura (A), cobertura (B) y DAP (C) de los forófitos en cada cuadrante del Cerro el Sombrero ( $H=4$ ,  $p < 0.05$ ,  $N= 24$ ,  $n=16.69$ ).

## 5.7 Comunidad líquénica

### 5.16.7 El Zapote

Para la localidad El Zapote, se recolectaron 71 especies de líquenes pertenecientes a 23 géneros y nueve familias, de las anteriores, 55 especies estaban creciendo sobre los forófitos, el resto fueron producto de la recolecta oportunista (ver Cuadro 5). Del total de taxa reportados, el 76.05 % corresponden a líquenes foliosos, 15.50 % a costras, 5.6 % a fruticosos y finalmente, los líquenes compuestos representan el 2.8 %. El género más diverso fue *Hypotrachyna* con 14 especies, seguido de *Parmotrema* con nueve. Al analizar la riqueza de la comunidad líquénica con el estimador de Jackknife de segundo orden, éste indicó que el número de especies esperadas para este estudio es de 102; sin embargo, el número de especies observadas fue de 55 (en 60 árboles muestreados en los cinco cuadrantes), lo que sugiere que la eficacia del muestreo fue de 53.9 %. De las 71 especies

de líquenes recolectadas, 18 son nuevos registros para el estado, de acuerdo con las bases de datos consultadas (Cuadro 3; Pérez-Pérez, 2020; CNALH, 2021).

Cuadro 3. Lista de nuevos registros para El Zapote.

Familia	Especie
Coccocarpiaceae	<i>Coccocarpia erythroxyli</i> (Spreng.)
	<i>Flavoparmelia subcapitata</i> (Nyl. ex Hasse)
	Hale ex DePriest & B.W. Hale
	<i>Hypotrachyna aguirrei</i> Sipman, Elix & T.H. Nash
	<i>Hypotrachyna damaziana</i> (Zahlbr.) Krog & Swinscow
	<i>H. exsecta</i> (Taylor) Hale
	<i>Parmelia cryptochlorophaea</i> Hale
	<i>P. subcapitata</i> Nyl. ex Hasse
	<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale
	Parmeliaceae
<i>Parmotrema haitiense</i> (Hale) Hale	
<i>P. hypotropum</i> (Nyl.) Hale	
<i>P. louisianae</i> (Hale) Hale	
<i>P. muelleri</i> (Vain.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Elix & Lumbsch	
<i>P. myelochroum</i> (Hale) Hale	
<i>P. paulense</i> (Zahlbr.) Hale	
<i>Punctelia bolliana</i> (Müll. Arg.) Krog	
<i>P. borreri</i> (Sm.) Krog	
<i>P. caseana</i> Lendemmer & Hodkinson	

Al aplicar el análisis clúster de una sola vía, se obtuvieron dos grupos, el grupo uno, integrado por los cuadrantes 3 y 5, cuya similitud es de 40 %, y el grupo dos, el cual está constituidos por dos subgrupos, el subgrupo uno integrado por los cuadrantes 1 y 4, con Al aplicar el análisis clúster de una sola vía, se obtuvieron dos grupos, el grupo uno, integrado por los cuadrantes 3 y 5, cuya similitud es de 40 %, y el grupo dos, el cual está constituidos por dos subgrupos, el subgrupo uno integrado por los cuadrantes 1 y 4, con una similitud del 100 %, y el subgrupo 2, integrado únicamente por el cuadrante dos (Figura. 8)

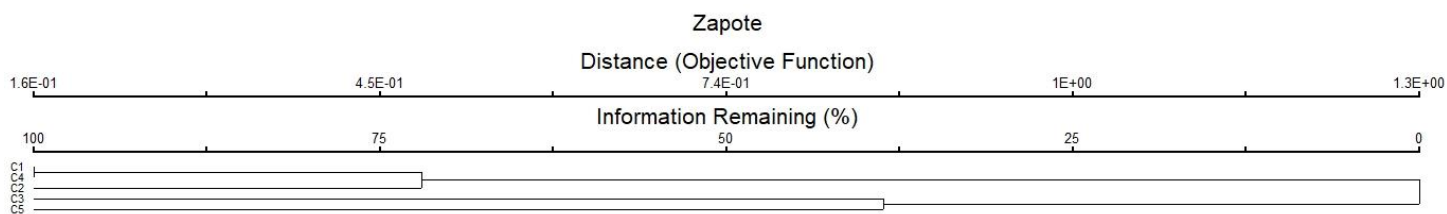


Figura 8. Análisis de clúster de una sola vía, donde se muestra la similitud de los cuadrantes, respecto a la presencia/ausencia de las especies en El Zapote.

#### 5.17.7 Cerro del Sombrerito

En el Cerro del Sombrerito, se recolectaron 27 especies de líquenes distribuidas en nueve géneros y tres familias (Cuadro 5), todos ellos son líquenes foliosos, de los cuales 11 especies se registraron en forófitos (24 árboles muestreados para el sitio) y el resto corresponden a la recolecta oportunista. El género con mayor número de especies fue *Physcia* (nueve especies), seguido por *Parmotrema* (siete especies). Al analizar la riqueza de la comunidad liquénica con la prueba Jackknife de segundo orden, esta indicó que el número de especies esperadas para este estudio fue de 23.6 especies, sin embargo, el número especies observadas en los forófitos fue de 11 (excluyendo recolecta oportunista), lo que significa que se tuvo una eficiencia de muestreo de 46.6 %.

Al revisar la base de datos del Consorcio de líquenes de Norte América (2021) y el trabajo realizado por Pérez-Pérez (2020), se determinó que de las 27 especies registradas de para el Cerro el Sombrerito, 12 son nuevos registros para el estado (Cuadro 4; Pérez-Pérez, 2020; CNALH, 2021).

Cuadro 4. Lista de nuevos registros para El Cerro del Sombrerito.

Familia	Especie
Collemataceae	<i>Leptogium milligranum</i> Sierk
	<i>L. rugosum</i> Sierk
Parmeliaceae	<i>Parmotrema hypoleucinum</i> (J. Steiner) Hale
	<i>P. cooperi</i> (J. Steiner & Zahlbr.) Sérus.
Physciaceae	<i>Heterodermia lineare</i> Moberg & T.H. Nash
	<i>H. pseudospeciosa</i> (Kurok.) W.L. Culb.
	<i>Phaeophyscia hispidula</i> (Ach.) Essl.
	<i>P. orbicularis</i> (Neck.) Moberg
	<i>Physcia cinerea</i> Moberg
	<i>P. nashii</i> Moberg
	<i>P. solediosa</i> (Vain.) Lyngé
	<i>P. undulata</i> Moberg

Al aplicar el análisis clúster de una sola vía, se obtuvo la clasificación de los cuadrantes para el sitio, esto de acuerdo con la similitud/disimilitud de especies, se formaron dos grupos, el primero conformado únicamente por el cuadrante 1 y el segundo, subdividido en dos subgrupos, el primer subgrupo formado por los cuadrantes 2 y 5, con una similitud del 100 %, y el segundo subgrupo formado por los cuadrantes 3 y 4, con una similitud del 87 % (Figura. 9).

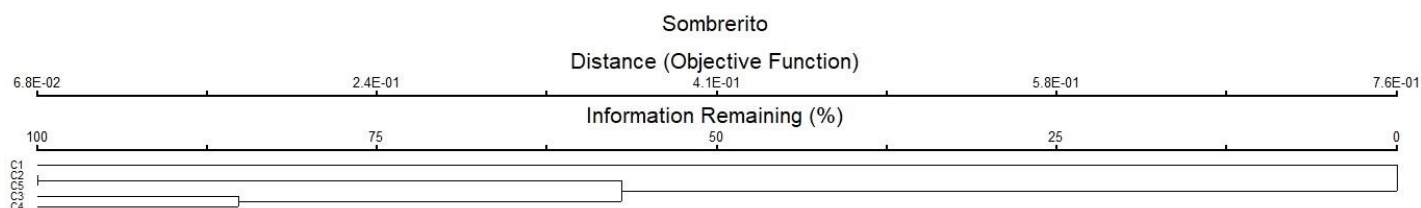


Figura 9. Análisis de clúster de una sola vía, donde se muestra la similitud de los cuadrantes, respecto a la presencia/ausencia de las especies en el sitio el Cerro el Sombrerito.

Cuadro 5. Listado de la comunidad líquénica en ambos sitios de estudio, se indica las especies encontradas en la recolecta oportunista, así como las especies compartidas sombreadas en color gris. Especies catalogadas como raras se marcan con \*, además, de morfoespecies numeradas como sp. 1, sp. 2, sp. 3, etc.

Familia	Género y/o especie	Sombrerito	Zapote	Recolecta general	Acrónimo
Cladoniaceae	<i>Cladonia</i> sp. 1		●		CLA1
1	<i>Cladonia</i> sp. 2		●	Z	CLA2
	<i>Coccocarpia erythroxyli</i> (Spreng.)				CCCE
Coccocarpiaceae	Swinscow & Krog		●		
Collemataceae	<i>Leptogium azureum</i> (Sw.) Mont		●	Z	LEPA
	<i>Leptogium cyanescens</i> (Ach.) Körb.	●			LEPC
	<i>Leptogium milligranum</i> Sierk	●			LEPM
	<i>Leptogium rugosum</i> Sierk	●			LEPR
Graphidaceae	<i>Graphis</i> sp		●		GRA1
Lecanoraceae	<i>Lecanora</i> sp. 1		●		LEC1
	<i>Lecanora</i> sp. 2		●		LEC2

	<i>Lecanora</i> sp. 3	●			LEC3
	<i>Lecanora</i> sp. 4	●			LEC4
	<i>Lecanora</i> sp. 5	●			LEC5
Parmeliaceae	<i>Canoparmelia caroliniana</i> (Nyl.) Elix & Hale	●			CAPC
	<i>Canoparmelia. texana</i> (Tuck.) Elix & Hale	●			CATE
	<i>Crespoa crozalsiana</i> (B. de Lesd. ex Harm.)				CREC
	Lendemmer & B.P. Hodk.	●	●	S	
	<i>Flavoparmelia subcapitata</i> (Nyl. ex Hasse)				FLSU
	Hale ex DePriest & B.W. Hale		●		
	<i>Flavopunctelia flaventior</i> (Stirt.) Hale	●	●		FLAF
	<i>Flavopunctelia</i> aff. <i>lobulata</i> Elix & Adler		●		FLLO
	<i>Flavopunctelia darrowii</i> (J.W. Thomson) Hale	●		S	FLDA
	<i>Flavopunctelia soledica</i> (Nyl.) Hale		●		FLSO
	<i>Hypotrachyna</i> aff. <i>brevirhiza</i> (Kurok.) Hale		●		HETB
	<i>Hypotrachyna</i> aff. <i>heteroloba</i> (Zahlbruckner)		●		HYPH

Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix & Lumbsch			
<i>Hypotrachyna</i> aff. <i>microblasta</i> (Vain.) Hale	●	Z	HYPM
<i>Hypotrachyna</i> aff. <i>subfatiscens</i> (Kurok.) Swinscow & Krog	●		HYPS
<i>Hypotrachyna</i> <i>aguirrei</i> Sipman, Elix & T.H. Nash	●		HYP A
<i>Hypotrachyna</i> <i>arsenei</i> (Hale & M. Wirth) Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix & Lumbsch	●		HYP R
<i>Hypotrachyna</i> <i>damažiana</i> (Zahlbr.) Krog & Swinscow	●	Z	HYP D
<i>Hypotrachyna</i> <i>exsecta</i> (Taylor) Hale	●		HYP E
<i>Hypotrachyna</i> <i>horrescens</i> (Taylor) Krog & Swinscow	●		HYP O
<i>Hypotrachyna</i> <i>minarum</i> (Vain.) Krog & Swinscow	●		HYP I
<i>Hypotrachyna</i> <i>nepalensis</i> (Taylor)	●		HYP N



Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix &  
Lumbsch,

<i>Hypotrachyna</i> sp. 1	•			HYP1
<i>Hypotrachyna</i> sp. 2	•			HYP2
<i>Hypotrachyna</i> sp. 3	•		Z	HYP3
<i>Parmelia cryptochlorophaea</i> Hale	•			PARC
<i>Parmelia subcapitata</i> Nyl. ex Hasse	•			PARS
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	•			PART
<i>Parmeliopsis</i> aff. <i>ambigua</i> (Wulfen) Nyl.	•			PARA
<i>Parmeliopsis hyperopta</i> (Ach.) Vain.	•			PARY
<i>Parmotrema austrosinense</i> (Zahlbr.) Hale	•	•	S	PAAU
<i>Parmotrema cooperi</i> (J. Steiner & Zahlbr.) Sérus.	•		S	PARO
<i>Parmotrema cristiferum</i> (Taylor) Hale	•			PARC
<i>Parmotrema haitiense</i> (Hale) Hale	•	•		PAHA
<i>Parmotrema hypoleucinum</i> (J. Steiner) Hale	•		S	PARY

<i>Parmotrema hypotropum</i> (Nyl.) Hale	●		PAHY
<i>Parmotrema louisianae</i> (Hale) Hale	●		PALO
<i>Parmotrema muelleri</i> (Vain.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Elix & Lumbsch	●		PAMU
<i>Parmotrema myelochroum</i> (Hale) Hale	●		PAMY
<i>Parmotrema paulense</i> (Zahlbr.) Hale	●		PAPA
<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M. Choisy	●	S	PAEE
<i>Parmotrema praesorediosum</i> (Nyl.) Hale	●	S	PAPE
<i>Parmotrema reticulatum</i> (Taylor) M. Choisy	●		PARE
<i>Parmotrema subinctorium</i> (Zahlbr.) Hale	●	S	PAST
<i>Parmotrema xanthinum</i> (Müll. Arg.) Hale	●		PAXA
<i>Pseudevernia</i> sp.	●		PSUD
<i>Punctelia</i> aff. <i>hypoleucites</i> (Nyl.) Krog	●		PUNH
<i>Punctelia bolliana</i> (Müll. Arg.) Krog	●		PUNB
<i>Punctelia borreri</i> (Sm.) Krog	●	●	SZ PUBO
<i>Punctelia caseana</i> Lendemer & Hodkinson	●		PUNC

	<i>Punctelia jeckeri</i> (Roum.) Kalb	●	Z	PUNJ	
	<i>Punctelia perreticulata</i> (Räsänen) G. Wilh. & Ladd	●		PUNP	
	<i>Usnea</i> sp. 1	●	Z	USN1	
	<i>Usnea</i> sp. 2	●		USN2	
Pertusariaceae	<i>Pertusaria</i> sp. 1	●		PER1	
	<i>Pertusaria</i> sp. 2	●		PER2	
	<i>Pertusaria</i> sp. 3	●		PER3	
Physciaceae	<i>Heterodermia lineare</i> Moberg & T.H. Nash	●	●	S	HETL
	<i>Heterodermia obscurata</i> (Nyl.) Trevis.		●		HETO
	<i>Heterodermia pseudospeciosa</i> (Kurok.) W.L. Culb.	●		S	HETS
	<i>Leucodermia appalachensis</i> (Kurok.) Kalb		●	Z	LEUA
	<i>Phaeophyscia hispidula</i> (Ach.) Essl.	●		S	PHAI
	<i>Physcia aipolia</i> (Ehrh. ex Humb.) Fürnr	●	●	SZ	PHYA
	<i>Physcia biziana</i> (A. Massal.) Zahlbr.	●	●	S	PHYB

	<i>Physcia cinerea</i> Moberg	●	●		PHYC
	<i>Physcia integrata</i> Nyl.	●			PHYI
	<i>Physcia nashii</i> Moberg	●			PHYN
	<i>Physcia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	●			PHAO
	<i>Physcia poncinsii</i> Hue	●	●		PHYP
	<i>Physcia solediosa</i> (Vain.) Lynge	●	●	S	PHYS
	<i>Physcia undulata</i> Moberg	●			PHYU
	<i>Polyblastidium japonicum</i> (M. Satô) Kalb		●		POLJ
	<i>Polyblastidium</i> aff. <i>hypoleucum</i> (Ach.) Kalb	●	●	SZ	POLH
Ramalinaceae	<i>Ramalina</i> sp. 1		●	Z	RAM1
	<i>Ramilina</i> . sp. 2		●	Z	RAM2
Sin identificar	Costra sp. 1		●		COS1
	Costra sp. 2		●		COS2

---

## 5.8 Análisis de conglomerados doble vía

Entre ambos sitios de estudio se registraron 89 especies, incluidas en 24 géneros y nueve familias. Algunos ejemplares no fue posible identificarlos a ningún nivel taxonómico y se les denominó morfotipo, al pertenecer al tipo de crecimiento costroso. De las 89 especies, 63 fueron recolectados sobre los forófitos muestreados (74 forófitos), el resto forma parte de la recolecta oportunista. En la figura 10, se muestra el análisis clúster de doble vía, donde se señala la formación de dos grupos (dividida en una línea roja), el primer grupo corresponde al Cerro del Sombrerito y un segundo grupo a El Zapote, es importante enfatizar que fueron utilizados acrónimos, para una mejor visualización del dendrograma, además, se observa que las especies compartidas entre ambos sitios, fueron: *Flavopunctelia flaventior* (FLFA), *Physcia cinerea* (PHYC) y *Physcia poncinsii* (PHYP), al mismo tiempo se observa la presencia y/o ausencia de las especies por cuadrante; por ejemplo, en el Cerro del Sombrerito, las especies como *Leptogium cyanescens* (LEPC) y *L. milligranum* (LEPM) estuvieron presentes en los cinco cuadrantes (C1S-C5S; se indica el número de cuadrante y la inicial del sitio), mientras que *Parmelia cryptochlorophaea* (PRCY) lo estuvo en El Zapote (C1Z-C5Z). En el cuadrante 1 de El Zapote, se registraron 10 especies únicas, es decir, no estuvieron presentes en los demás cuadrantes (C2Z-C5Z), dichos taxa son *Flavopunctelia lobulata* (FLLO), *F. soledica* (FLSO), *Punctelia bolliana* (PUNB), *Parmeliopsis hyperopta* (PARY), *Parmotrema haitiense* (PAHA), otro ejemplo es *Polyblastidium jasponicum* (POLJ), registrada en los cuadrantes 2, 3 y 4 de El Zapote, pero en el 1 no (Figura. 10).

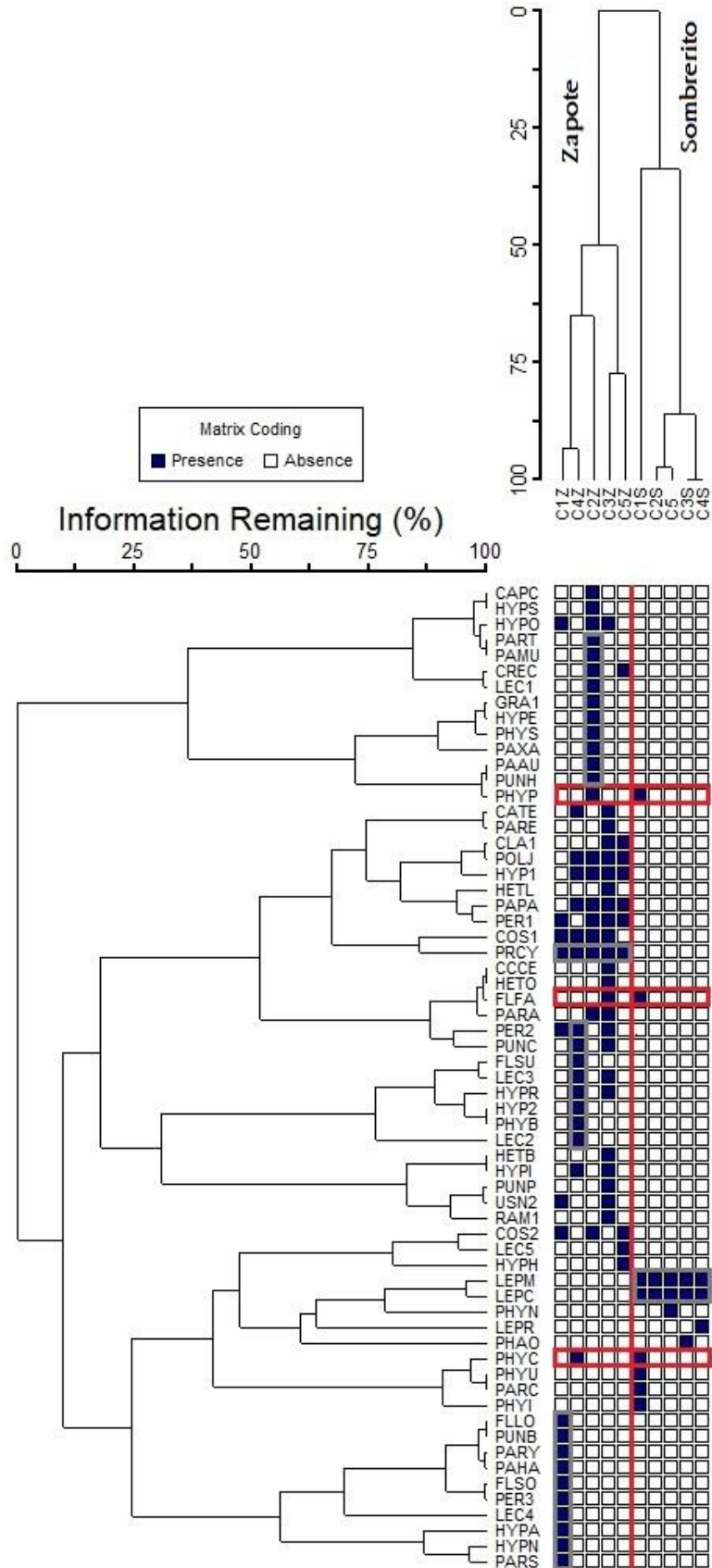


Figura 10. Análisis de clúster de doble vía, donde se muestra la similitud de los cuadrantes, respecto a la presencia/ausencia de las especies en el sitio del Cerro del Sombrerito.

### 5.9 Líquenes en forófitos

En la figura 11 se muestra el dendrograma de distribución de líquenes en las especies de forófitos; recordando que, para el Sombrerito el estrato arbóreo estuvo compuesto únicamente por *Quercus glaucoides* (QGLA), mientras que, para el Zapote la composición fue de tres especies *Quercus acutifolia* (QACU), *Q. magnoliifolia* (QMAG) y *Harpalyce formosa* (HFOR). De las 63 especies de líquenes epífitos observadas, 11 fueron compartida entre diferentes taxa de forófitos, tal es caso de, *Q. glaucoides* y *Harpalyce formosa*, que comparten a *Physcia cinerea*, o como *Lecanora* sp. 3, *Heterodermia lineare*, *Flavopunctelia flaventior* *Parmotrema reticulatum*, *Hypotrachyna horrescens*, compartidas entre QACU y QMAG.

La mayor riqueza de líquenes fue encontrada en *Q. magnoliifolia* (48 especies), seguida de *Q. glaucoides* con 12 especies observadas, *Q. acutifolia* con 10 especies y finalmente *Harpalyce formosa* con 7 especies. En lo que se refiere a las especies exclusivas, *Q. magnoliifolia* fue el forófito con mayor número de especies únicas (39 spp.), *Q. acutifolia* tuvo 10 especies y *Q. glaucoides* nueve (Figura 11). Se obtuvo un área de cobertura líquénica de 11276 cm<sup>2</sup>, donde *Q. magnoliifolia* es la especie con mayor cobertura ocupada por líquenes (9448 cm<sup>2</sup>; Figura 12). En la figura 13 se representa las especies con mayores coberturas encontradas en *Q. magnoliifolia*, siendo *Parmelia cryptochlorophaea*, la especie con mayor área ocupada (2076 cm<sup>2</sup>).

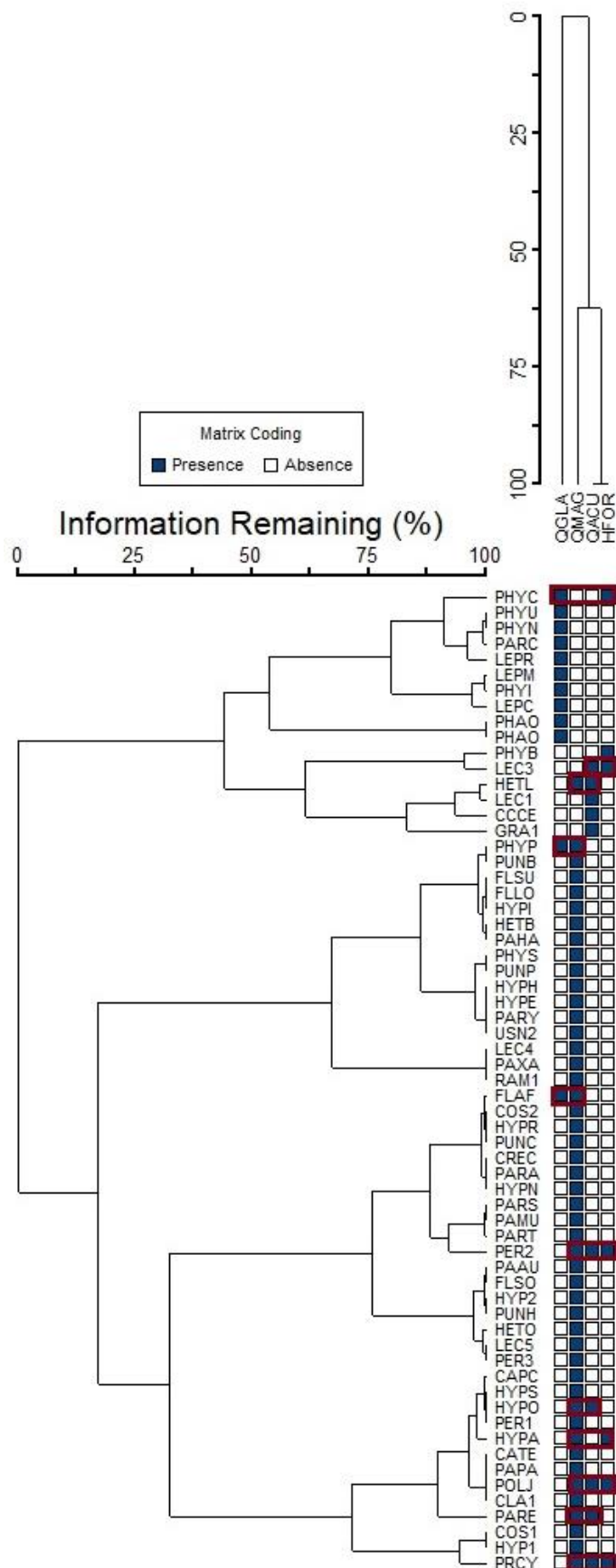


Figura 11. Análisis clúster de doble vía, que muestra la distribución de líquenes entre las diferentes especies de *Quercus*. Los nombres de las especies se abreviaron de la siguiente forma: *Q. magnoliifolia* es QMAG; *Q. glaucooides* es QGLA y *Q. acutifolia* es QACU.



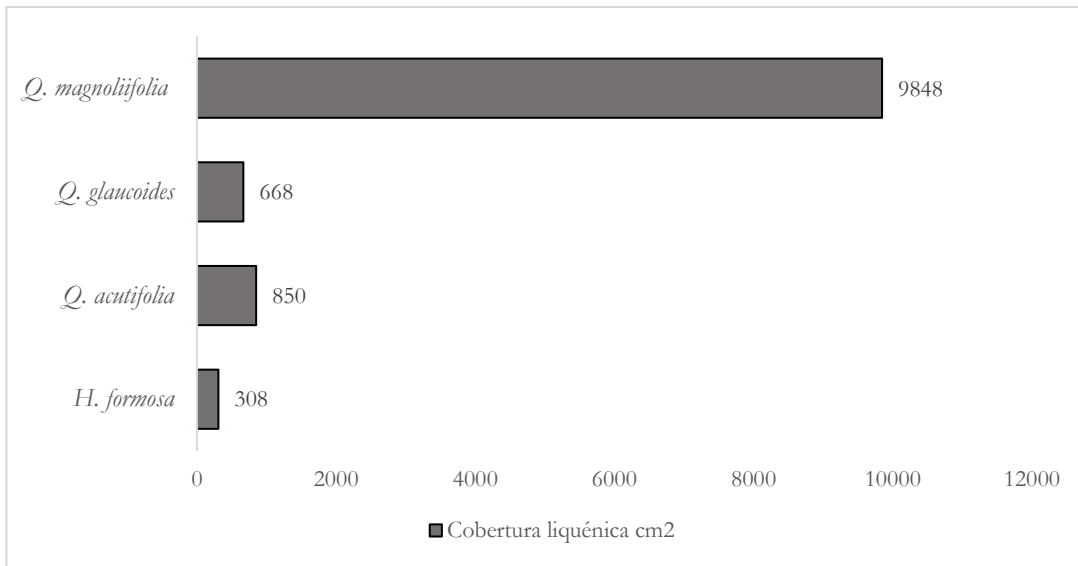


Figura 12. Cobertura líquénica (cm<sup>2</sup>) encontrada por especie de forófito.

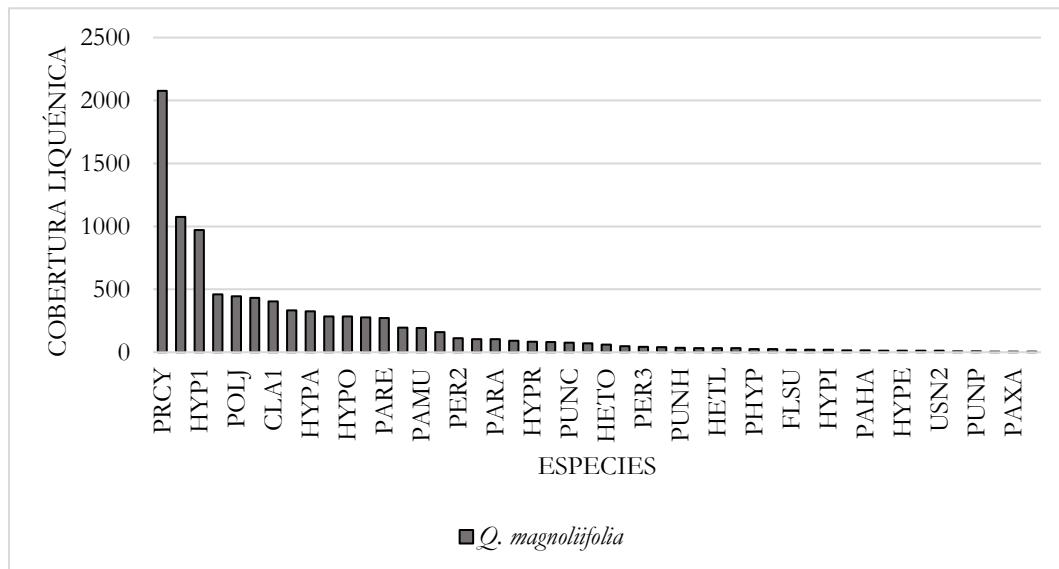


Figura 13. Cobertura líquénica (cm<sup>2</sup>) registrada en *Q. magnoliifolia*.

## 5.10 Diversidad verdadera

### 5.18.10 El Zapote

De los valores de diversidad observada, en el orden 0 ( $q_0$ ), el cuadrante con mayor riqueza de especies fue el 3 (25 especies), seguido del cuadrante 2 con 23 especies, mientras que en el cuadrante 1 se observaron 18 especies, 17 especies en el cuadrante 4 y finalmente el cuadrante 5 se registraron 10 especies, este último obtuvo la menor riqueza *per se* (Cuadro 6).

En lo que respecta al orden 1 ( $q_1$ ), el cuadrante con una mayor diversidad fue el 3 con un valor de 19.82 especies y el cuadrante 2 con 16.78, en el orden 2 ( $q_2$ ), los cuadrantes 2 y 3 presentaron el mayor número de especies efectivas, a la vez los valores de  $q_1$  fueron mayor al orden  $q_2$ , lo que explica que existe una mayor uniformidad o similitud de las especies en los cuadrantes, que dominancia (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diversidad alfa en número efectivos, obtenidos en cada cuadrante de la localidad de El Zapote.

Orden	Cuadro 1	Cuadro 2	Cuadro 3	Cuadro 4	Cuadro 5
0	18	23	<b>25</b>	17	10
1	12.97	16.78	19.82	13.61	7.99
2	9.37	12.16	15.95	10.24	6.72

### 5.19.10 Cerro del Sombrero

En el cuadro 7 se muestran los valores de diversidad, en el orden 0 ( $q_0$ ), se observa que la mayor riqueza de especies en el Cerro del Sombrero fue en el cuadrante 1 (ocho especies), en los cuadrantes 4 y 5 se encontraron 3 especies en cada uno, mientras que los cuadrantes 2 y 3 se encontraron dos especies.

El orden 1 (q1) en el Cerro el Sombrerito, muestra que el cuadrante con una mayor diversidad fue el cuadrante 1 (7.18 especies), seguido del cuadrante 3 (2.87 especies) y el cuadrante 4 con 2.82 especies, el menos diverso fue el cuadro 2, con 2 especies.

En el orden 2 (q2), los cuadrantes 1 y 3 fueron los que presentaron un mayor número de especies efectivas, sin embargo, los datos de q1 fueron mayores al orden q2, lo que explica que las especies están proporcionalmente representadas.

Cuadro 7. Diversidad alfa en números efectivos, obtenidos en cada cuadrante de la localidad de El Cerro el Sombrerito.

Orden	Cuadro 1	Cuadro 2	Cuadro 3	Cuadro 4	Cuadro 5
0	8	2	2	3	3
1	7.18	2	2.87	2.82	2.74
2	6.36	2	2.77	2.66	2.57

### 5.11 Análisis Indicador de Especies

Para el sitio El Sombrerito, los resultados del Análisis Indicador de Especies (ISA, por sus siglas en inglés) no mostró preferencias de líquenes epífitos por al algún cuadrante en particular ( $> 0.05$ ), en el caso del sitio el Zapote, los resultados indican que cuatro especies mostraron preferencia por algún cuadrante de muestreo ( $<0.05$ ). Especies como *Hypotrachyna aguirrei*, donde el 100 % de los individuos tuvieron afinidad al cuadrante 1, e *H. horrescens*, cuya abundancia relativa registrada en el cuadrante 2 fue de 70 %, *Parmotrema reticulatum*, la cual tuvo una mayor afinidad por el cuadrante 3 (100 % de su abundancia relativa) y finalmente *Polyblastidium japonicum*, para la cual el 68% de su abundancia relativa fue registrada en el cuadrante 5 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Especies de líquenes que mostraron preferencia por algún cuadrante de muestreo.

Especie	Cuadrante	Valor Indicador Observado			
		IV	Media	Desviación estándar	P*
<i>Hypotrachyna aguirrei</i>	1	41.7	9.3	4.87	0.002
<i>H. horrescens</i>	2	29.3	11.9	5.65	0.016
<i>Parmotrema reticulatum</i>	3	25	8.1	5.12	0.033
<i>Polyblastidium japonicum</i>	5	39.5	14.7	5.7	0.002

## 5.12 Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)

De acuerdo con la composición de especies (NMDS, stress <0.0001), la comunidad de líquenes formó dos conjuntos, asegurando que son dos poblaciones distintas por cada sitio, a la vez se observó que, aunque las poblaciones son disímiles, especies como *Physcia poncinsii* (PHYP), *Physcia cinerea* (PHYC) y *Flavopunctelia flaventior* (FLFA) estuvieron compartidas. De manera particular, el arreglo obtenido sugiere, que la composición dentro de cada conjunto poblacional forma grupos muy próximos (Figura 14).

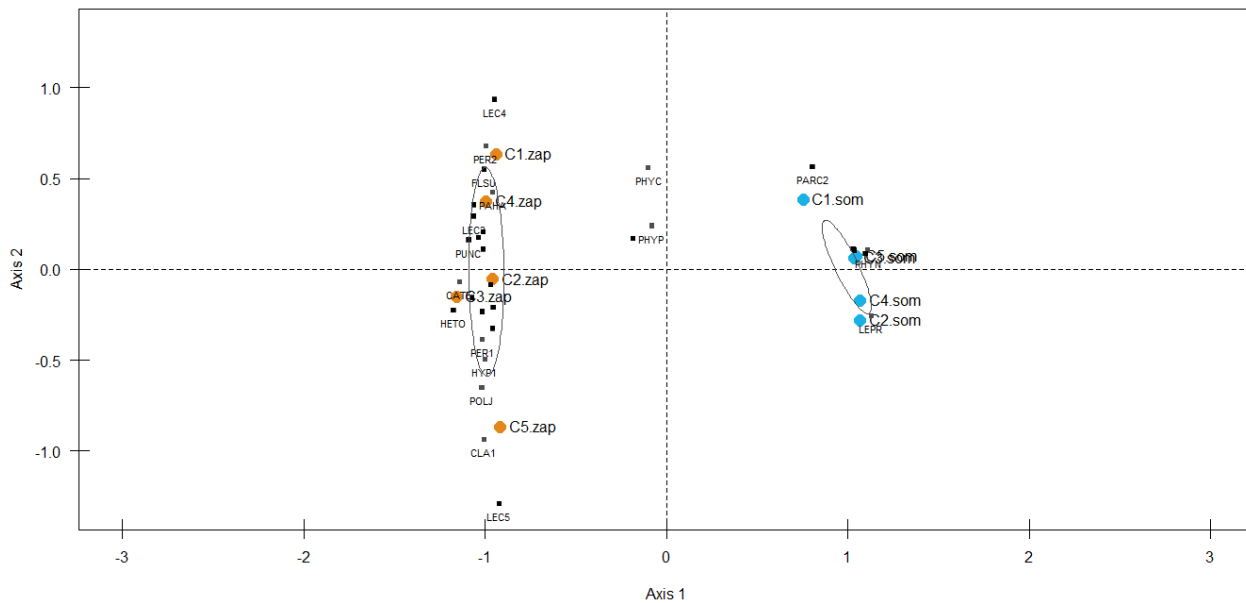


Figura 14. Agrupación de los cuadrantes de acuerdo con la composición de especies.

## 6 DISCUSIÓN

De acuerdo con las bases de datos del Consorcio de líquenes de Norte América (2021) y lo reportado por Pérez-Pérez, (2020), de las 27 especies registradas para el Cerro del Sombrero, 12 son nuevos registros, lo que representa el 44.4 %. El resto de las especies concuerdan con la distribución para el estado Morelos, registrada en las bases de datos y lo hallado en este estudio (Pérez-Pérez *et al.*, 2008; Herrera-Campos *et al.*, 2016; CNALH, 2021).

Lo mismo ocurre en el caso de la localidad El Zapote, donde se registraron 71 especies de líquenes, de estas, 18 son nuevos registros para el estado. La especie con mayor área

de colonización registrada fue *Parmelia cryptochlorophaea*; al hacer una búsqueda de información para otros estados, se encontraron registros de la especie en substratos de *Quercus* de Tamaulipas, Veracruz, Quintana Roo y Guerrero (CNALH, 2021), lo que sugiere que dicha especie posiblemente sea un componente de los bosques de *Quercus*.

*Parmelia cryptochlorophaea* solo fue reportada en el bosque de El Zapote, donde el estrato arbóreo está conformado por forófitos más jóvenes (tomando en cuenta los DAP's de los cuadrantes muestreados), las coberturas del dosel son pequeñas, permitiendo una mayor entrada de luz, lo que apunta a que es una especie que tolera una mayor radiación solar, permitiéndole la colonización de este sitio; lo anterior coincide con lo reportado por Castillo-Campos *et al.*, (2019), quienes mencionan que la presencia de líquenes cortícolas y su éxito en algunas áreas depende del tipo de bosque, composición y estructura, así como disponibilidad de la luz y agua.

Al cotejar el resto de las especies con la información contenida en las bases de datos antes señaladas, *Canoparmelia texana*, *Flavopunctelia flaventior*, *Hypotrachyna arsenei*, *Parmotrema austrosinense*, *P. xanthinum*, *Punctelia hypoleucites* y *P. perreticulata*, se pudo constatar que habían sido recolectadas previamente en el área de El Zapote, Sierra de Huautla, en el periodo del 2006, en substrato de encinos (no se especifica la especie; CNALH, 2021), lo que advierte que son especies liquénicas que se ha mantenido a lo largo de estos años. En este estudio, dichas especies se reportan en forófitos de *Q. magnoliifolia* (Figura 11), lo que complementaria la información obtenida.

La comparación de los resultados obtenidos en el presente trabajo con estudios previos, suele ser un tema complicado, debido a las diferencias en el muestreo, tamaño del área, número de forófitos y, sobre todo, por el tipo de ecosistema. Sin embargo, Güvenç y Öztürk (2017) encontraron 60 especies de líquenes en *Quercus cerris*, y Belguidoum *et al.*, (2021) reportaron 39 especies de líquenes en *Q. faginea*. En México, Altamirano-Mejía (2012) reportó 34 especies en el bosque de *Quercus* en áreas del Corredor Biológico Chichinautzin, Melhado-Carboney (2014), encontró 17 especies en *Quercus* en Tepoztlán, Morelos, Córdova-Chávez (2015) reportó 35 especies en *Q. laurina* y Castillo-Campos *et al.*, 2019 encontraron 92 especies de líquenes en *Q. laurina*.

En este estudio se reportan 48 especies liquénicas en *Q. magnoliifolia*, 12 especies en *Q. glaucoides* y 10 especies en *Q. acutifolia*, donde *Q. magnoliifolia* exhibió el mayor número de especies exclusivas (81 %), seguida por *Q. glaucoides* con el 75 % de las especies exclusivas, por lo cual se concluye que los bosques de encinos en el estado de Morelos albergan una importante riqueza y especificidad liquénica (Figura 11), como lo menciona Faltynowicz *et al.*, (2018), las listas preliminares de la biota de líquenes en forófitos, son importantes al mostrar especies exclusivas para un tipo de árbol y con ello su evaluación y conocimiento de la composición que alberga un determinado tipo de ecosistema, para definir las estrategias de restauración y/o conservación.

Otro punto importante a destacar es el hecho que la mayoría de los estudios llevados a cabo en encinos para el país, fueron realizados en zonas húmedas (Melhado-Carboney, 2014); Córdova-Chávez, 2015; Pérez-Pérez *et al.*, 2015; Castillo-Campos *et al.*, 2019). Los líquenes son organismos poiquilohídricos (no cuentan con un sistema especializado para el almacenamiento y regulación del agua), por lo cual están estrechamente vinculados con la humedad del ambiente para prevenir su desecación (Benítez *et al.*, 2012), lo que explicaría la alta diversidad liquénica en estas zonas, a diferencia de los sitios de éste estudio, cuya ubicación corresponden a áreas tropicales, donde se encuentran asociados con los bosques tropicales caducifolio (INEGI, 2016). No obstante, la localidad de El Sombrerito se encuentra en una zona más húmeda que El Zapote (Vidal-Zepeda, 1990; García, 1998), por lo que exhibe una composición diferente de especies. Benítez *et al.* (2019), reportaron que los bosques tropicales secos hospedan alta riqueza de líquenes epífitos, siendo estos ecosistemas importantes para el crecimiento de dichos organismos y para dar paso a un alto nivel de endemismos, sin embargo, tienden a presentar baja diversidad con respecto a las zonas húmedas.

Al analizar el clúster de una sola vía (Figuras 8 y 9), se observan cuadrantes con mayor similitud que otros, tal es el caso de los cuadrantes 2 y 5 del Cerro del Sombrerito con una similitud del 100 % y los cuadrantes 1 y 4 de El Zapote con el mismo porcentaje de similitud; al contrastar esta información con la estructural arbórea, se observa que para los cuadrantes 1 y 4 de El Zapote, las variables de altura, cobertura y DAP, son muy similares (Figura 6), esto explicaría por qué la composición de especies liquénicas entre

estos dos cuadrantes es parecida, pero distinta entre El Zapote y el Cerro del Sombrerito, es decir, hay factores ambientales únicos y microclimas proporcionados por las variables estructurales que influyen significativamente al crecimiento liquénico, resultando así en una diversidad y distribución de los líquenes que responde a las condiciones del bosque (Li *et al.*, 2017; Belguidoum *et al.*, 2021).

Al comparar la diversidad encontrada en ambos sitios, se obtuvo que los valores de diversidad verdadera fueron más altos en la comunidad liquénica desarrollada en El Zapote que en la de El Sombrerito (Cuadros 6 y 7). Al contrastar con la información de la estructura forestal para cada sitio, se observó que tanto El Zapote y El Sombrerito, poseen una estructura y composición arbórea distinta, por un lado, en el sitio El Zapote, su estructura arbórea está compuesta por forófitos más jóvenes, como lo sugieren sus DAP's, coberturas de las copas más pequeñas y alturas más grandes, mientras que, para El Sombrerito, son árboles con DAP's mayores y copas más amplias, proporcionando un menor exposición a la luz, lo que indica que se trata de un bosque maduro (Cuadros 1 y 2; Figuras 6 y 7). Algunos autores han mostrado que el diámetro del tronco está correlacionado con el número de especies liquénicas, esto debido a un efecto especie-área, en el cual entre más grande sea el tronco hay una mayor probabilidad de que sea colonizado por líquenes (Johansson *et al.*, 2007), sin embargo, dicha información no se ajusta a lo encontrado en este estudio. La mayor riqueza ( $q_0$ ) y diversidad ( $q_1$ ) fue encontrada en los cuadrantes del Zapote, cuya composición arbórea está dominadas por DAP's menores a los 30 cm, en comparación con el Sombrerito, donde los DAP's tuvieron un promedio 111.33 cm. Algo similar fue encontrado por Upadhyay *et al.* (2018) en *Quercus leucotrichophora*, donde el mayor número de macrolíquenes fue registrados en DAP de 10.1 a 30 cm, mientras que en las clases superiores de DAP, la riqueza de líquenes fue menor.

Otro punto importante que se ve relacionado con la estructura forestal, es el hecho que en el Cerro del Sombrerito se registraron especies de líquenes gelatinosos (tres especies), presentes en los cinco cuadrantes, en comparación con El Zapote donde sólo se registró una especie en la recolecta general (Cuadro 5); dichas especies pertenecen al género *Leptogium*, el cual al tener como fotobionte cianobacterias, es dependiente de la



humedad, por lo que crecen en zonas húmedas y con suficiente sombra (Benítez *et al.*, 2012). Además de su dependencia a zonas húmedas, también se ha reportado que los cianolíquenes están asociados a bosques maduros y son vulnerables a la degradación del hábitat (Li *et al.*, 2013). En el caso de los cuadrantes del Sombrerito, al dominar árboles grandes y por la cubierta del dosel superior al Zapote, provee de un ambiente idóneo para la colonización de cianolíquenes, lo que propicia una mayor presencia de cianolíquenes en es dicha zona. Estos resultados coinciden por lo expuesto por Benítez *et al.*, (2012), cuyo estudio reporta una mayor variación de líquenes epífitos a nivel de cuadrantes a causa de la cubierta del dosel, ya que las especies cuyo fotobionte eran cianobacterias, estaban ausentes en cuadrantes con mayor radiación solar, al tener una menor tolerancia a la desecación. De igual forma, se ha comprobado que el porcentaje de cobertura dado por el dosel de los árboles es un factor clave que explica la composición y diversidad de macrolíquenes en las áreas de estudios (Upadhyay *et al.*, 2018).

Un factor importante para el establecimiento liquénico es la composición de especies arbóreas, ya que se ha demostrado que algunos encinos tienden a presentar una mayor riqueza liquénica sobre otros forófitos, aun siendo del mismo género (Loppi y Frati, 2004; Kubiak, 2006; Oran y Öztürk, 2012; Li *et al.*, 2013; Upadhyay *et al.*, 2018). Los encinos tienen cambios en las características de la corteza, tales como el color, pH, dureza y la capacidad de almacenar agua a medida que crecen, estos cambios se encuentran relacionados en el establecimiento y composición de lo líquenes (Loppi y Frati, 2004; Kubiak, 2006; Oran y Öztürk, 2012). *Quercus glaucoides* tiene una corteza gris oscuro, dura y escamosa, mientras que *Q. acutifolia* y *Q. magnoliifolia*, presentan una corteza color café y agrietada (Arizaga *et al.*, 2009). Las fisuras o grietas ayudan a una mayor retención de agua, variable importante para el establecimiento liquénico y lo cual podría explicar la alta riqueza liquénica encontrada en dichos taxa (Johansson *et al.*, 2007; Spribille *et al.*, 2008). Johansson *et al.*, (2009) mostraron que los encinos jóvenes son dominados por especies comunes, pero con el incremento de la edad, los taxa son más específicos. Esto podría explicar la baja riqueza en *Q. glaucoides* (12 especies), pero que tiene un alto porcentaje de especies exclusivas (Figura 11), lo que implica una mayor uniformidad en cuanto a las

especies encontradas en cada cuadrante en el Sombrerito (cuadro 4), tal como lo menciona Bergeron, (2000) y Johannsson *et al.* (2007). La riqueza de especies se correlaciona con la edad del árbol, mientras que la composición se asocia a la historia del bosque (Lie *et al.*, 2009).

Kaminsky (2011) sugiere que los microhábitats proporcionados por cada cuadrante son determinantes para las poblaciones líquénicas, de ahí que en este estudio se hayan encontrado especies que tuvieron preferencia por algún sitio, tal y como lo muestran los resultados obtenidos en el Análisis Indicador de especies. Por ejemplo, en El Zapote, *Hypotrachyna horrescens* mostro afinidad por el cuadrante 2, sitio en el que se registró las coberturas más amplias y árboles más altos, *H. aguirrei* en el cuadrante 1, donde se registraron los diámetros más bajos, *Parmotrema reticulatum* para el cuadrante 3, el segundo con mayor cobertura de dosel, y finalmente *Polyblastidium japonicum*, que mostró afinidad por el cuadrante 3, donde se registró de los valores más alto de DAP's.

Reforzando con los resultados, el NMDS (Figura 14), mostró una clara separación en la composición de especies por sitios, indicando que son poblaciones disímiles, lo que podría deberse a la estructura y composición del bosque en ambos sitios; las únicas especies compartidas entre forófitos son *Flavopunctelia flaventior*, *Physcia cinerea* y *P. poncinsi*. Se sabe que el género *Physcia* resiste una mayor radiación solar, lo que le permite habitar diferentes ecosistemas (Oran y Öztürk, 2012), de ahí su presencia en El Sombrerito y en El Zapote. Algo similar fue aportado por Li *et al.*, (2013), al constatar que el NMDS se obtuvieron ensamblajes distintos en cada tipo de bosque estudiado. En otro estudio, Benítez *et al.* (2012) compararon seis bosques y al aplicar el Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico, las poblaciones líquénicas mostraron una separación entre los diferentes bosques y niveles de disturbio. Lo anterior prueba que la distribución de los líquenes no es homogénea, pues algunas especies prefieren zonas con mayor sombra y humedad, mientras que otras colonizan zonas con más luz y secas, como resultado de las condiciones del bosque (Castillo-Campos *et al.*, 2019), lo que advierte que las diferencias en la composición de especies por sitio, coincidiendo con los resultados obtenidos en el NMDS, los cuales señalan un bajo grado de similitud entre los diferentes

sitios, producto de la diferencia en la diversidad y composición de la biota líquénica registrada para ambas localidades.

El Corredor Biológico Chichinautzin y la Reserva de la Biósfera Sierra de Huatla, son áreas con alta biodiversidad, sin embargo, no están exentas de actividades antropogénicas y disturbios (Dorado *et al.*, 2005; Guerrero *et al.*, 2015; INEGI, 2016). El bosque localizado en el Zapote se encuentra alejado de asentamientos urbanos, con una población de 97 individuos (INEGI; 2015). Por otra parte, el Cerro del Sombrerito, se ubica cerca de la zona urbana de Tlayacapan, municipio que cuenta con 6,543 habitantes (INEGI, 1019), y la cercanía con la población propicia una mayor incidencia de actividades antropocéntricas. Las actividades además de afectar la vegetación original también afectan a las especies asociadas a los árboles, disminuyendo la población de líquenes (Johansson *et al.*, 2009; Johansson y Ehrlén, 2003).

## 7 CONCLUSIONES

La estructura forestal encontrada fue diferente en los dos sitios de estudio, tanto en la composición de especies como en distribución de las variables cuantitativas. El Cerro del Sombrerito presenta boques más antiguos, compuestos por *Quercus glaucoides*, mientras que El Zapote, son bosques más jóvenes, compuestos por *Q. acutifolia* y *Q. magnoliifolia*, lo anterior influyó en la presencia y/o ausencia de los líquenes y sobre la variación por especie de *Quercus*. La especie de forófito con mayor riqueza asociada fue *Q. magnoliifolia*, además de un alto porcentaje de especies exclusivas, estos resultados concuerdan con lo obtenido con el Análisis Indicador de Especies, el cual mostró preferencia de líquenes a cuadrantes del El Zapote.

En el Cerro del Sombrerito se reportan 27 especies liquénicas, mientras que, para el Zapote, se reportan 71 especies; ambos sitios comparten 10 especies, destacando el género *Physcia*, que, al tolerar una mayor radiación solar, le permite la colonización en diferentes ecosistemas. El NMDS mostró que la comunidad de líquenes son poblaciones distintas por cada sitio. La diversidad fue más alta en los cuadrantes de El Zapote, mismos donde fueron registrados los DAP's más delgados. Este estudio registró una comunidad liquénica diversa asociada a *Quercus*; de los taxa que componen dichas comunidades, 30 resultaron ser nuevos registros para el estado de Morelos

La composición y estructura de los bosques inciden en las interacciones que tienen los organismos epífitos, esto es importante ya que los efectos se reflejan en la composición y la diversidad de los líquenes, de ahí sean utilizados como indicadores de diversidad y de condiciones ambientales.

Es importante continuar con estudios en los bosques tropicales, ya que existen pocas investigaciones publicadas, realizadas en este tipo de vegetación, en comparación con los estudios disponibles que se han realizado en bosques húmedos. Es de gran ayuda conocer los efectos de la perturbación a lo largo del tiempo y cómo inciden en la composición y riqueza de las comunidades liquénicas, para tener un panorama más amplio e implementar/diseñar estrategias para la preservación de los ecosistemas.

Con este estudio se concluyen que la variación de la comunidad liquénica asociada a los bosques de *Quercus*, se relaciona a la diversidad de la estructura y composición arbórea que se presenta en cada sitio. Las poblaciones comparten pocas especies en el mismo estado, además que la riqueza es afectada por el tipo de forófitos y la edad.

#### LITERATURA CITADA

- Aide, G., D. Stone., L. Calabria, J. Villella. 2014. Lichen communities on oak (*Quercus garryana*) in Washington. *Journal for the Washington Native Plant Society* 38:15-19.
- Altamirano-Mejía, M. 2012. Estudio comparativo de la diversidad de macrolíquenes cortícolas a diferentes escalas en tres bosques templados del Corredor Biológico Chichinautzin. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 73 pp.
- Bargali, K., Joshi, B., Bargali, S.S. y Sigh, S.P. 2015. Oak and biodiversity, they sustain. *International Oaks* 26: 65-75.
- Barreno, E. y Pérez-Ortega, S. 2003. Líquenes de la Reserva Natural Integral de Muniellos, Estuarias, España. KRK ediciones. 512 pp.
- Belguidoum, A., Lograda, T. y Ramdani, M. 2021. Diversity and distribution of epiphytic lichens on *Cedrus atlantica* and *Quercus faginea* in Mount Babor Forest, Algeria. *Biodiversitas* 22:887-899.
- Benítez, A., Aragón, G. y Prieto, M. 2019. Lichen diversity on tree trunk in tropical dry forests in highly influenced by hos tree traits. *Biodiversity and Conservation* 28: 2909-2929.
- Berg, P., Moseley, C. y Haerter, J.O. 2013. Strong increase in convective precipitation in response to higher temperatures. *Nature Geoscience* 6:181-185.
- Bergeron, Y. 2000. Species and stand dynamics in the mixedwoods of Quebec's southern boreal forest. *Ecology* 81:1500-1516.
- Brodo, I. M. 2016. Keys to Lichens of North America: Revised and expoded. Yale University Press. 422 pp.

- Brodo, I. M., Duran, S. y Sharnoff, S. 2001. Lichens of North America. Yale University. 795 pp.
- Cáceres, M.E. S, Lücking, R., y Rambold, G. 2008. Eficiencia de los métodos de muestreo para una estimación precisa de la riqueza de especies de microlíquenes corticólas en la selva atlántica del noreste de Brasil. Biodiversidad y conservación 17: 1285-130.
- Castillo-Campos, G., Pérez-Pérez, R.E., Córdova-Chávez, O., García-Franco, J.G. y Cáceres, ME. 2019. Vertical distribution of epiphytic lichens on *Quercus laurina* Humb. & Bonpl. in a remnant of cloud forest in the state of Veracruz, México. Nordic Journal of Botany. e02459: doi: 10.1111/njb.02459.
- Cerros-Tlatilpa, R. y Espejo-Serna, A. 1998. Contribución al estudio florístico de los cerros el Sombrero y las Mariposas (Zoapapalotl) en el municipio de Tlayacapan, Morelos, México. Polibotánica 8: 29-44.
- Chao, A. y Jost, L. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing
- CNALH-Consortium of North American Lichen Herbaria (2021, 3 de Junio).  
<https://lichenportal.org/cnalh/collections/index.php>
- CONANP. 2019. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.  
<http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/listanp/>, fecha de consulta: 15 de mayo de 2020.
- Contreras-MacBeath, T., Boyás, J. C. y Jaramillo, F. 2006. La Diversidad Biológica en Morelos: Estudio del Estado. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 155 pp.
- Córdova-Chávez, O, Castillo-Campos, G., Pérez-Pérez, R.E., García-Franco, J.G. y Cáceres, ME. 2019. Alpha diversity of lichens associated with *Quercus laurina* in a mountain cloud forest at Cofre de Perote eastern slope (La Cortadura), Veracruz, Mexico. Cryptogamie, Mycologie. 37(2): 193-204.

- Córdova-Chávez, O. 2015. Diversidad y distribución vertical de líquenes epífitos en *Quercus laurina* Humb. & Bonpl. de un bosque de niebla de las faldas del Cofre de Perote, Veracruz, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología. 93 pp.
- Cuerno-Robayo, A. P., Téllez-Valdés, O., Gómez-Albores, M. A., Venegas-Barrero, C. S., Majarrez, J. y Martínez-Meyer, E. 2014. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Temperatura media anual en México (1910-2009). 1:1000000. México, DF.
- Dorado, O., Maldonado, B., Arias, D.M. Sorani, R., Leyva, E. y Valenzuela, D. 2005. Programa de conservación y manejo Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla. En: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). México, D.F. 207 pp.
- Dymytrova, L., Brändli, U.B., Ginzler, C. y Scheidegger, C. 2017. Forest history and epiphytic lichens: Testing indicators for assessing forest autochthony in Switzerland. *Ecological Indicators* 84: 847-857.
- Egan, R.S. y Lendemer, J.C. 2016. *Punctelia* in Mexico. En: Herrera-Campos, M.A., Pérez-Pérez, R.E. y Nash III, T.H. *Lichens of Mexico. The Parmeliaceae – Keys, distribution and specimen descriptions*. J. Cramer. 453-480 pp.
- Egan, R.S. y Pérez-Pérez R.E. 2016. *Flavopunctelia* in Mexico. En: Herrera-Campos, M.A., Pérez-Pérez, R.E. y Nash III, T.H. *Lichens of Mexico. The Parmeliaceae – Keys, distribution and specimen descriptions*. J. Cramer. 127-140 pp.
- Esslinger, L.T y Pérez-Pérez R. E. 2016. *Lichens of Mexico*. En: Herrera-Campos, M. A., Pérez-Pérez, R. E. y Nash III, T. H. *Lichens of Mexico: The Parmeliaceae—Keys, distribution and specimen descriptions*. Editorial J. Cramer. 127-140 pp.
- Fałtynowicz, W., Fałtynowicz, H., Piegdón, A., Patejuk, K., Górski, P., Halam, M. y Staniaszek-Kik, M. 2018. Epiphytic lichens of *Quercus robur* in wigry National Park (Ne Poland). *Steciana*. 22(1):19-27.

- Fritz, Ö, Niklasson, M. y Churski, M. 2018. Tree age is a key factor for the conservation of Epiphytic Lichens and Bryophytes in beech forests. *Applied Vegetation Science* 12: 93-100.
- García, E. 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Carta Climatológica. 1:1000000. México, DF.
- Garrido-Benavent, I., Llop, E. y Gómez-Bolea, A. 2013. Catálogo de los líquenes epífitos de *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* de la Vall d'Albaida (Valencia, España). *Botánica Complutensis* 37: 27-33.
- González-Cubas, R., Treviño, E. J. González, M.A., Duque-Montoya, A. y Gómez-Cárdenas, M. 2018. Diversidad y estructura arbórea en un bosque *Abies vejarii* Martínez en el sur del estado de Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9: 37-67.
- González-Rocha, E, López-Ferrari, A.R., Cerros-Tlatilpa, R. y Espejo-Serna, A. 2014. Una nueva especie de *Hechtia* (Bromeliaceae; Hechtioideae) del estado de Morelos, México. *Acta Botanica Mexicana* 109: 45-54.
- Goward, T., B. McCune y D. Meidinger. 1994. e lichens of British Columbia. Illustrated keys. Part 1- Foliose and squamulose species. Special report series 8. Ministry of Forests Research Program, Estados Unidos de América.
- Guerrero, J. A., Rizo-Aguilar, A., Cerros-Tlatilpa, R. y Urzúa, E. 2015. Indicadores de biodiversidad en el Estado de Morelos: situación actual. *En: Los indicadores ambientales como herramienta para la sustentabilidad: estudio de caso Morelos*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. 57-90 pp.
- Güvenç, Ş. y Öztürk, Ş. 2017. Difference in epiphytic lichen communities on *Quercus cerris* from urban and rural areas in bursa (turkey). *Pakistan Journal of Botany* 49(2): 631-637.
- Hale, E. H. 1979. How to know the lichens. Smithsonian Institution. W.M. C. Company Publishers. 246 pp.
- Hawksworth, D. L. 1989. Interacciones hongo- alga en simbiosis líquénica y liquenoides. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 46: 235-247.



- Herrera-Campos, M., Pérez-Pérez, R.E. y Nash II, T.H. 2016. Lichens of Mexico, The Parmeliaceae keys, distribution and specimen descriptions. J. Cramer. 723 pp.
- Herrera-Campos, M.A., Lücking, R., Pérez-Pérez, R.E., Miranda-González, R., Zambrano, A., Ryan, D. y Nash III, T.H. 2014. Biodiversidad de líquenes en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 82-99.
- Hilmo, O.1994. Distribution and succession of epiphytic lichens on *Picea abies* branches in a boreal forest, central Norway. *Lichenologist*, 26: 149–169.
- INEGI. 2008. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de las Cartas de Climas, Precipitación Total Anual y Temperatura Media Anual 1:1 000 000, serie I. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI. 2016. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. 1:250 000, serie VI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI. 2018. Áreas geoestadísticas estatales. 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI. 2019. Síntesis estadística municipal. Dirección General de Planeación Participativa.
- INEGI. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades, octubre 2015. <http://geoweb.inegi.org.mx/mgn2k/catalogo.jsp>
- INIFAP-CONABIO. 1995. Carta Edafológica. 1:1000000. Instituto Nacional de Investigadores Forestales y Agropecuarios-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Jayalal, U., Ok oh, S., Shin, J., Sung, J., Kim, S. H. y Hur, V.S. 2015. Evaluation of air quality using lichens in three different types of forest in Korea. *Forest Science and Technology* 1: 1-8.
- Johansson, P. y J. Ehrlén, 2003. Influence of habitat quantity, quality and isolation on the distribution and abundance of two epiphytic lichens. *Journal of Ecology*, 91: 213–221.

- Johansson, P., Rydin, H. y Thor, G. 2007. Tree age relationships with epiphytic lichen diversity and lichen life history traits on ash in southern Sweden. *Ecoscience* 14: 81-91.
- Johansson, V., Bergman, K.O., Cöttmann, H. y Milber, P. 2009. Tree and site quality preferences of six epiphytic lichens growing on oaks in Southeastern Sweden. *Annales Botanici Fennici* 46: 496-506.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113(2): 363-375.
- Käffer, M., Dantas, R. J. y Martins, S. M de A. 2016. Characterization of the epiphytic lichen vegetation in a riparian forest in southern Brazil. *Plant Ecology and Evolution* 149: 92-100.
- Kaminsky, B. 2011. lichen cover and diversity in a south Florida forest. *Evansia* 28(3), 61–68.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. y Stalpers, J.A. 2008. Dictionary of the Fungi. 10<sup>th</sup> edition. CAB International, Wallingford. 771 p.
- Kubiak, D. 2006. Lichens of red oak *Quercus rubra* in the forest environment in the Olsztyn Lake District (NE Poland). *Acta Mycologica* 41: 319-328.
- León-González, D. y Pérez-Pérez, R. E. 2020. Líquenes epífitos en *Juniperus flaccida* Schltdl. (Cupressaceae) – componente importante de los bosques templados de Oaxaca, México. *Acta Biológica Colombiana* 25: 235-245.
- Li, S., Liu, W.Y. y Li, D.W. 2013. Epiphytic lichens in subtropical forest ecosystems in southwest China: Species diversity and implications for conservation. *Biological Conservation* 159, 88-95.
- Li, S., Shi, X.M., Liu, W., Song, L., Lu, H.Z, Chen, X. y W, C.S. 2017. Forest type and tree characteristics determine the vertical distribution of epiphytic lichen biomass in subtropical forests. *Forest* 8:436-452.
- Li, S., Wen-Yao, L., Xian-Meng, S., Shuai, L., Tao, H., Liang, S., Hua-Zheng, L., Xi, C. y Chuan-Sheng, W. 2019. Non-dominant trees significantly enhance species richness of epiphytic lichens in subtropical forests of southwest China. *Fungal Ecology* 37: 10-18.

- Lie, M.H., Arup, U., Grytnes, J.A. y Ohlson, M. 2009. The importance of host tree age, size and growth rates determinants of epiphytic lichen diversity in boreal spruce forests. *Biodiversity and Conservation* 18:3579–3596.
- Liira, J. Suija, A. y Jüriado, I. 2020. Habitat and host specificity of epiphytic lichens in a rural landscape: cultural heritage habitats as refugia. *Biodiversity and Conservation* 29: 2141–2160.
- Loppi, S. y Fratti. 2004. Influence of tree substrate on the diversity of epiphytic lichens: comparison between *Tilia platyphyllos* and *Quercus ilex* (Central Italy). *The Bryologist*. 107: 340-344. Oran, S. y Öztürk, S. 2012. Epiphytic lichen diversity on *Quercus cerris* and *Q. frainetto* in the Marmara región (Turkey). *Tübitak* 36: 175-190.
- Matteucci, S. D. y Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. 168 pp.
- McCune, B. y Grace, B. J. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. Oregon State University, Corvallis. 300 pp.
- McCune, B. y Mefford, M. J. 2006. PC-ORD. Multivariate analysis of Ecological Data, Version 5.0 for Windows.
- Melhado-Carboney, J.C. 2014. Estructura de las comunidades liquénicas asociadas a encinos establecidos en dos ambientes contrastantes en San Juan Tlacotenco, Tepoztlán Morelos. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 43 pp.
- Molina, V.M., Pando, M., Cantú, I. y Alanís, E. 2013. Costras biológicas de suelo en pastizales gipsófilos del noroeste de México. *Ciencia Universidad Autónoma de Nuevo León* 63:89-97.
- Morales- Trejo, J. J. 2019. Efecto de la duración del manejo ganadero sobre el ensamble de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) y la dispersión secundaria de semillas en un bosque tropical seco. Tesis de Maestría. Inecol. 52 pp.
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. 82 pp.

- Mycobank. 2020. <http://www.mycobank.org>>, consultado en mayo del 2020.
- Nascimbene, J., Fontana, V., y Spitale, D. 2014. A multi-taxon approach reveals the effect of management intensity on biodiversity in Alpine larch grasslands. *Science of the Total Environment* 487, 110–116.
- Nascimbene, J., Marini, L., Motta, R. Nimis, P. L. 2009. Influence of tree age, tree size and crown structure on lichen communities in mature Alpine spruce forests. *Biodiversity and Conservation* 18: 1509-1522.
- Nash III, T.H. 2008. *Lichen Biology*. Cambridge University Press. Cambridge. 477 pp.
- Oran, S., y Öztürk, S. 2012. Epiphytic lichen diversity on *Quercus cerris* and *Q. frainetto* in the Marmara region (Turkey). *Tübitak* 36: 175-190.
- Pérez-Pérez, R. E., Castillo-Campos, G. y Cáceres, M. S. 2015. Diversity of corticolous lichens in cloud forest remnants in La Cortadura, Coatepec, Veracruz, Mexico in relation to phorophytes and habitat fragmentation. *Cryptogamie, Mycologie* 36: 79-92.
- Pérez-Pérez, R. E., Quiroz. Castelán, H., Herrera-Campos, M. A. y García-Barios, R. 2011. Scale-dependent effects of management on the richness and composition of corticolous macrolichens in pine-oak forests of Sierra de Juárez, Mexico. *Bibliotheca Lichenologica* 106: 243-258.
- Pérez-Pérez, R.E. 2020. Hongos liquenizados (líquenes). En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. México, pp. 323-331.
- Pérez-Pérez, R.E. 2020. Hongos liquenizados (líquenes). En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2*. Vol. México, pp. 323-331.
- Pérez-Pérez, R.E. y Nash III, T.H. 2016. Canoparmelia in Mexico. *En: Herrera-Campos, M.A., Pérez-Pérez, R.E. y Nash III, T.H. Lichens of Mexico. The Parmeliaceae – Keys, distribution and specimen descriptions*. J. Cramer. 103-107 pp.
- Pérez-Pérez, R.E., Miramonte-Roja, N., Aguilar-Rosales, J. Quiroz-Castelan, H. 2008. Macrolíquenes cortícolas en dos especies de coníferas del Parque Lagunas de Zempoala. *Acta Universitaria* 18: 33-39.

- Pérez-Pérez, R.E., Miramontes-Rojas, N., Aguilar-Rosales, J. y Quiroz-Castelán, H. 2008. Macrolíquenes cortícolas en dos especies de Coníferas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala. *Acta Universitaria* 18:33-39.
- Purvis, W. 2000. *Lichens*. The Natural History Museum, London. 112 pp.
- Ramírez-Morán, N., León-Gómez, M. y Lücking, R. 2016. Uso de biotipos de líquenes como bioindicadores de perturbación en fragmentos de bosque altoandino (Reserva Biológica “Encenillo”, Colombia). *Caldasia* 38: 31:52.
- Rizo-Aguilar, A., Delfín-Alfonso, C., González-Romero, A. Guerrero, J. A. 2016. Distribution and density of the zacatuche rabbit (*Romerolagus diazi*) at the Protected Natural Area Corredor Biológico Chichinautzin. *Therya* 7: 333-342.
- Rosalbal, D., Burgaz, A.R. y Reyes, O.J. 2020. Substrate preferences and phorophyte specificity of corticolous lichens on five tree species of the montane rainforest of Gran Piedra, Santiago de Cuba. *The Bryologist* 116(2) : 113-121.
- Rubio-Licona, L., Romero-Rangel, S. Rojas-Zenteno, C. 2011. Estructura y composición florística de dos comunidades con presencia de *Quercus* (Fagaceae) en el estado de México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17: 77-90.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Edición digital. 505 pp.
- Saavedra-Millán, F. D. 2009. Estudio de la vegetación del Parque Estatal Francisco Torres Moreno, Cerro del Huixteco, Taxco, Guerrero, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de Puebla. 170 pp.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental—Especies nativas de México de flora y fauna silvestres—Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio—Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación* 30 diciembre, 2010.
- Sipman, H. J. 2009. Tropical urban Lichens: Observation from Singapore. *Blumea* 54: 297-299.

- Sipman, H.J.M. 1996. Corticolous lichens. En: Gradstein S. R., Hietz, P., Lücking R., Lücking A., Sipman H. J. M., Vester H. F. M., Wolf, J. H. D., Gardette E (eds). How to sample the epiphytic diversity of tropical rainforests. *Ecotropica* 2: 66-67.
- Soto-Medina, E., Lücking, R. y Silverstone-Sopkin, P. 2019. Changes in functional and taxonomic diversity and composition of corticolous lichens in an altitudinal gradient in Colombia. *Cryptogamie, Mycologie* 40: 97-115.
- Soto-Medina, E., Lücking, R. y Bolaño, A. 2011. Especificidad de forófitos y preferencias microambientales de los líquenes cortícolas en cinco forófitos de bosque premontano de Finca Zíngara, Cali, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 60: 843-856.
- Spribile, T., Thor, G., Bunnell, F. L., Goward, T. y Björk, C. 2008. Lichens on dead wood: species- substrate relationships in the epiphytic lichen floras oh the Pacific Northwest and Fennoscandia. *Ecography* 31: 741-750.
- Spribile, T., Tuovinen, V., Resl, P., Vanderpool, D., Wolinski, H., Schneider, K., Stabentheiner, E., Toome-Heller, M., Thor, G., Mayrhofer, H., Johannesson, H. y McCutcheon, J. 2016. Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. *Science* 353: 488-492.
- Stolesin, S. H., Felger, R. S., Ceballos, G., Raish, L., Wilson, M. F. y Búrquez, A. 2005. En: Cartron, J-C, Ceballos, G. Felger, R. S. *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. Oxford University Press. 513 pp.
- Sultana, A. y Khan, J. A. 2000. Birds of oak forests in the Kumaon Himalaya, Uttar Pradesh, India. *Forktail* 16: 131-146.
- Székely, A., Martínez, J. O., Spalding, M. y Cartron, D. Mexico's Legal and Institutional Framework for the Conservation of Biodiversity and Ecosystems. 2005 En: Cartron, J-C, Ceballos, G. Felger, R. S. *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. Oxford University Press. 513 pp.

- Tajeuke, V. C., Fongzossie, E., Kemeuze, V. A. y Nkongmeneck, B. 2014. Vegetation Structure and Species Composition at the Northern Periphery of the Boumba-Bek National Park, Southeastern Cameroon. African Study Monographs 49: 13-46.
- Upadhyay, S., Jugran, A.K., Joshi, Y., Suyan, R. y Rawal, R.S. 2018. Ecological variables influencing the diversity and distribution of macrolichens colonizing *Quercus leucotrichophora* in Uttarakhand forest. Journal of mountain science 15(2): 307-318.
- Valencia, S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 75:33-53.
- Vidal-Zepeda, R. 1990. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Climatología y Temperatura, 1:4000000. México, DF.
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 87: 559-902.
- Villella, J., Carlberg, T., Stone, D., Miller, J., Nelson, N. y Calabria, L. 2018. Diversity and floristic patterns of epiphytic macrolichens on white oak in the Klamath-Siskiyou región. Opuscula Philolichenum, 17: 299-318.
- Zamora-Crescencio, P., Domínguez-Carrasco, M. del R., Villegas, P., Gutiérrez-Báez, C., Manzanero-Acevedo, L. A., Ortega-Haos, Hernández-Mundo, s., Puc-Garrido, E. C. y Puch-Chávez, R. 2011. Composición Florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del estado de Campeche, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 89: 27-35.
- Zárate-Arias, N., Moreno-Palacios, M. y Torres-Benítez, A. 2019. Diversidad, especificidad de forófito y preferencias microambientales de líquenes cortícolas de un bosque subandino en la región Centro de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias 43:737-74.

Cuernavaca, Mor., a 09 de mayo de 2022

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:

“EFECTO DE LA ESTRUCTURA FORESTAL EN LA DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE LÍQUENES CORTÍCOLAS DE DOS BOSQUES DE QUERCUS DEL ESTADO DE MORELOS.”, que presenta la alumna **XITLALI SÁNCHEZ GIRÓN**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**Dra. Rosa Cerros Tlatilpa**  
**Catedrática de posgrado del**  
**Centro de Investigaciones Biológicas**





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**ROSA CERROS TLATILPA** | Fecha:2022-05-10 19:55:31 | Firmante

E+DttghYixOmlchQIOBPxetFxF4kPxKQD/eq6bhBgBX9WplNtSXxY2QjLMM9PtMN3TRTg8SJm+Gs91zzWh/0ESf171wGgWQw/IUiEwrwGMfmuOt4lwbeikbY+kQN/HW4gEu6tYG  
iK2IWZBVMAOz3hUCa2SipTSp9lvqo90G1aoPqtJ6Mk0uZY+WgzerPGp9a4QI3z+E+9RV5wLilMjKvx2LPt460OAKEQJrM8pQ1trg9cwPsxrIPrXnqw3+780+DvgmRQa11oWJork0  
OIR9gurLkJ5sPLrIT/F1fRaC/5COKhUthxe/vGibMTM+qgwng92TCnni1YYvZ0z+PJDn0g==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



**D94kGWat6**

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/prVYrY2o172Q1ucRjD18tIDAVtzNaHBN>



Cuernavaca, Mor., a 09 de mayo de 2022

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:

“EFECTO DE LA ESTRUCTURA FORESTAL EN LA DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE LÍQUENES CORTÍCOLAS DE DOS BOSQUES DE QUERCUS DEL ESTADO DE MORELOS.”, que presenta la alumna **XITLALI SÁNCHEZ GIRÓN**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*



**Dra. Rosa Emilia Pérez Pérez**

Cuernavaca, Mor., a 09 de mayo de 2022

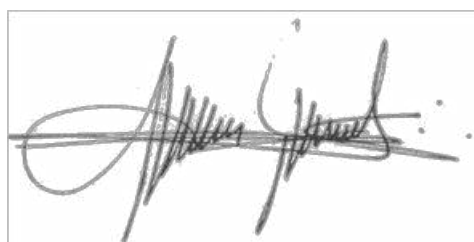
**DR. ALEJANDRO GARCÍA FLORES**  
**ENCARGADO DE DESPACHO DE LA DIRECCIÓN**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:

“EFECTO DE LA ESTRUCTURA FORESTAL EN LA DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE LÍQUENES CORTÍCOLAS DE DOS BOSQUES DE QUERCUS DEL ESTADO DE MORELOS.”, que presenta la alumna **XITLALI SÁNCHEZ GIRÓN**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*



**Dr. Rubén Castro Franco**  
**Catedrático de posgrado del**  
**Centro de Investigaciones Biológicas**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**RUBEN CASTRO FRANCO** | Fecha:2022-05-17 08:58:54 | Firmante

bU3D+iylUz2ECWOerbOvfFeOhSkYleO8HDSVgq5N+GHGidrOxebLq6Vv7I5tCP947xb+IYPszO9q2Otr20WGyK9P2dzTqD1ibJKrOuJQyYkD1vWK1Un9PBaN/GOF3h611+SEq1kI5FEwkenxM/9IWaRU0C0P2dYyf6PE89w/aaCcadVNF4BjjRD0621/XsW8IEqTPoAV6vNxowbJcw//yUz9jnEAfU8CZldQppG6j3NAPxK/eeep1hXjqDFo+Hjr653AkJ5DwvgWVvGQdpxTHKOrvLJwOst4+NFM1QuqP+/OnqYB/UB366S2xnC7cqy1+QAfGC2G4bUBxQ66pAtdIQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



**MudqGVZCR**

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/XCeVCRHLeOnwjqkcehsYjcBgg1QPoYA0>



Cuernavaca, Mor., a 09 de mayo de 2022

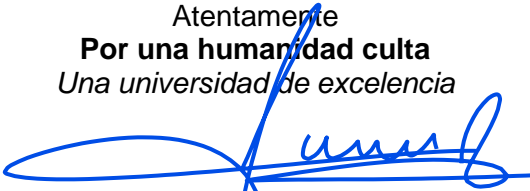
**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:

“EFECTO DE LA ESTRUCTURA FORESTAL EN LA DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE LÍQUENES CORTÍCOLAS DE DOS BOSQUES DE QUERCUS DEL ESTADO DE MORELOS.”, que presenta la alumna **XITLALI SÁNCHEZ GIRÓN**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*



**Dra. Ma. de Lourdes Acosta Urdapilleta**  
**Catedrática de posgrado del**  
**Centro de Investigaciones Biológicas**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

MA DE LOURDES ACOSTA URDAPILLETA | Fecha:2022-05-13 19:07:12 | Firmante

JxorJr3X4C7ZtGRE3XrorSKoKWQWgWtlOlsEnqv6uiGkYZ+tR/jky+t0ZmHcMLYtIWnMuRoG2EhkJkxp4BMrMdsI8MFUCIPeublJ98BnFBwKQHziyETOoK4nreP78WYimUUBCyS  
R7cZ1cMqQ7KqOYre7Yd7Xd91pEc3Z+TMVjddZ3qSyeBmU4PFk++wkZaDruwWLyGJO0Ok62sPFRIBsXHNgQYJLXJONTdBomil6WDdb3QY5+m/eKzVzbsx+svJrWsqTWM+Ms  
bGq6FPkAKZZDItecfOfUqR+t/5OIecCmUa5kgq0s99Oyprd5u1m4oFwrB8ug6LQ5uTmgd+5fneQ==



Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

[6I7tD0SFy](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/5UaTi0v6YTNwddyNb9GZugDwsh12DXj3>



Cuernavaca, Mor., a 09 de mayo de 2022

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO  
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:

“EFECTO DE LA ESTRUCTURA FORESTAL EN LA DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE LÍQUENES CORTÍCOLAS DE DOS BOSQUES DE QUERCUS DEL ESTADO DE MORELOS.”, que presenta la alumna **XITLALI SÁNCHEZ GIRÓN**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**Dra. Mónica I. Miguel Vázquez**  
Catedrática de la Universidad Autónoma  
del Estado de Morelos





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**MÓNICA ISABEL MIGUEL VÁZQUEZ** | Fecha:2022-05-11 19:05:10 | Firmante

bp//0/EEZ+2yVLmKV+zCbg91ivFimkqHGcYKcQy9mbGTLTBEtFi9j80iu2dM6qJcPeEcC6IGNn41V/GBrfpuYvjWwNOLXtk50CqjePLHMAkSoDn1WYSc9qg7WHQB/O4pB5kLyNsPvOclJLuKi7+RYf28mh/oMa32NP73UCxGkL0JmQHA0bukKZ8TYu/+ZJzQPzS6rXuw3utCzpc6Fe3XwxZUzZVBfnHAfKkVnComySEauuPw5Ryi4JhXLutgkjs61gw5kUkSVtO+zVJoDYBV/T5j8aGdYles0zAjqiDh/90yCjc70BoQU9zLUTIIRmvXEPsDH5VBxnzS4AT1iguA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[nL3H67wOa](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/FEuF5cZvysLbAaJoMa4hPm6FqAk9oTNY>





Cuernavaca, Mor., a 09 de mayo de 2022

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado:

“EFECTO DE LA ESTRUCTURA FORESTAL EN LA DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE LÍQUENES CORTÍCOLAS DE DOS BOSQUES DE QUERCUS DEL ESTADO DE MORELOS.”, que presenta la alumna **XITLALI SÁNCHEZ GIRÓN**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**M. en C. Alejandro Flores Morales**  
**Catedrático de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos**

*Una universidad de excelencia*



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**ALEJANDRO FLORES MORALES** | Fecha:2022-05-11 13:31:13 | Firmante

elrpXyAR/TPaCZbVcdeQxpVExf5OEIsLYp5fAnMPUpUjwLuyCoFL5QjhJm6dPtiPRogrKEyp87ugevQe2a1Q1sxqvYUPfuTIKE2BqBxg89ES/UJ7qXx2jgmvsWdJY5pO7Z+xd2fiC/JBe+PaQlkgpA9WydPScjniGqc9Mih37MOBmtTBVYEZVjvSCD2Pf/hePBs9gQ78f0RLRmL/EB7S98YgluH7wHWsiX0k8EWTteaJ3oZkhGpAq5kmEn+H9CEOJF6rt9nG8J8mrKJs/i3xg9ekBi4EIJWICWBMjB84WqgzkiOIEwC74GF5nzTPr+rydTbRrOBUXd9DaNPt1FUgA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



GtPA3R1kb

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/C8cvD2e92BltyR1Z8ny3aVUdbAFE9Kcg>

