

PLAN DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE *Quercus hirtifolia*

Y LAS ESPECIES DE ENCINOS ASOCIADAS
EN LA SIERRA MADRE ORIENTAL, MÉXICO

Maricela Rodríguez-Acosta, Allen J. Coombes, Susana Valencia-A.,
Silvia Álvarez-Claire, César E. Flores, Ma. del Carmen Alvarez, Arturo Parra,
Josefina L. Marín, Irinna Acevedo-Rodríguez, Carlos A. Ruiz-Jiménez y Ricardo Valerio



THE MORTON ARBORETUM

Jill Koski
President and CEO

Murphy Westwood
Vice President of Science and Conservation

Silvia Alvarez-Clare
Director of Global Tree Conservation at The Morton Arboretum
Global Tree Conservation Officer for Botanic Gardens Conservation
International Global Tree Conservation Program



BUAP

JARDÍN BOTÁNICO UNIVERSITARIO BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

María Lilia Cedillo Ramírez
Rectora

Ygnacio Martínez Laguna
Vicerrector de Investigación y Estudios de Posgrado

Jesus Lopez Olguin
Director del Jardín Botánico Universitario

Editado por:
Maricela Rodríguez-Acosta
Fotografía: © Maricela Rodríguez-Acosta y
como se indique en las figuras
Fotografía de portada: Maricela Rodríguez-Acosta
Diseño: María Esperanza Dávila C. @La.ceiba.design

Publicado en México

© GCCO Méx. & Cen. Am. y Jardín Botánico Universitario
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
Ciudad Universitaria. Av. San Claudio s/n Col. San Manuel
Puebla, Pue. México

FORMA DE CITAR:

Rodríguez-Acosta, M., Coombes, A. J., Valencia-A. S., Alvarez-Clare, S., Flores Huitzil, C.E., Alvarez Duarte, M. del C., Parra Suárez, J.L.A., Marín Torres, J.L., Acevedo-Rodríguez, I., Ruiz-Jiménez, C. A. y Valerio Santos, R., 2025. Plan de Acción para la conservación de *Quercus hirtifolia* y las especies de encinos relacionadas en la Sierra Madre Oriental, México. GCCO Méx. & Cen. Am.- Jardín Botánico Universitario BUAP. México.

Primera edición, 2025

ISBN en trámite



RESUMEN EJECUTIVO

Quercus hirtifolia es una especie de encino que crece en los bosques húmedos en la parte sur de la Sierra Madre Oriental de México.

Es un arbusto o árbol pequeño que llega a alcanzar hasta 15 m de altura. Tiene una distribución restringida que abarca principalmente los estados de Puebla e Hidalgo y se le ha asignado como un encino con la categoría de EN (en peligro) en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

En este documento se describe el conocimiento generado sobre su hábitat, la estructura genética de sus poblaciones, las especies que coexisten con ella, las amenazas bióticas, abióticas y las provocadas por la actividad humana que esta especie enfrenta, así como las acciones que deben realizarse para evitar la pérdida de su hábitat, todo ello conjuntado en un Plan de Acción de la Conservación de *Quercus hirtifolia* y sus especies de encino relacionadas, a un plazo de 10 años.

En este Plan de Acción se considera que *Quercus hirtifolia* debe reconocerse como una especie bandera, donde su conservación tiene un efecto protector para lograr la conservación de un número importante de especies que cohabitan con ella entre las que destacan:

Quercus delgadoana en peligro, *Quercus meavei* vulnerable, *Quercus cortesii*, *Quercus pinnativenulosa*, *Quercus sartorii*, casi amenazadas y *Quercus acherdophylla*, *Quercus paxtalensis*, *Quercus toxicodendrifolia*, *Quercus trinitatis* con datos deficientes, acompañada de la presencia de 29 especies de preocupación menor, y si se incluye la zona buffer de 20 Km dan un total de 43 especies que se registran en el área (Anexo 1), lo que convierte a este lugar en una de las zonas con mayor diversidad de encinos en Mesoamérica.

La realización de este Plan de Acción, estuvo coordinada por el Consorcio Global para la Conservación de Encinos en México y América Central (GCCO Mex. & Cen. Am.) y el Programa Global para la Conservación de Árboles (GTCP), ambos liderados por The Morton Arboretum.

Para ello se realizaron varias reuniones preparativas y de logística con los integrantes del grupo organizador o de trabajo, y dos talleres presenciales con participación de diferentes actores, de acuerdo con la metodología sugerida por la SSC (Comisión de Supervivencia de Especies) y una reunión virtual para discutir el documento final, donde participaron 13 instituciones principalmente del sector educativo, gubernamental, asociaciones civiles, comunitarias y privadas, de la región.

Parte esencial en este taller lo constituyó la participación de investigadores del Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (JBU-BUAP) y de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El Plan de Acción se basa principalmente en el conocimiento científico generado para *Quercus hirtifolia* y las especies relacionadas a ella como parte de los proyectos de investigación que el GCCO Mex. & Cen. Am. y el JBU-BUAP han realizado durante varios años de trabajo, enriquecido por el conocimiento empírico que los pobladores locales han compartido sobre esta especie y su hábitat, así como las ideas aportadas y participación del sector educativo representado por la CORDE (Coordinación de Desarrollo Educativo) y algunas Instituciones de Educación Superior de la región, así como por autoridades locales y empresarios.

El conocimiento generado, aporta información sobre aspectos prácticos desconocidos en cuanto a propagación y cultivo de la especie y de sus especies relacionadas, así como los elementos clave para su reintroducción *in situ*, que sustenta los objetivos planteados para lograr la conservación de la especie en cuestión y de su hábitat durante un periodo de diez años.

A través de sus ejes estratégicos, se plantean las acciones propuestas para cada uno de ellos de manera tal que se dé cumplimiento a los objetivos, y se espera que este documento se convierta también en un documento base que impulse el conocimiento de este hábitat y el entrenamiento y capacitación continua respecto al manejo del mismo, así como la constitución de una red local permanente, de los propietarios de las tierras, donde estas especies de encino se encuentran, que detone su conservación. La disseminación de esta información incluida en este Plan de Acción tiene un papel preponderante.

Se considera que *Quercus hirtifolia* es una especie clave de los encinos mexicanos cuya presencia y poblaciones son un indicador del estado de salud de los bosques nublados húmedos de la Sierra Madre Oriental Mexicana.



AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al Sr. Uriel Valerio Alvarez, pionero del Centro Ecoturístico Ejecayan por la confianza brindada para el desarrollo del proyecto “Salvaguardía de los Encinos del Bosque Nublado Tropical Montano amenazados en Mesoamérica”, quien además de permitir la realización del trabajo en su propiedad, facilitó la entrada del mismo a otras comunidades de la Sierra Norte de Puebla y de la Sierra Madre Oriental.

También agradecemos la participación de todas las personas, autoridades, empresarios, las ONG e instituciones que realizaron las expediciones de campo y participaron en los talleres y cursos realizados para la elaboración de este plan y aquellas que leyeron y retroalimentaron el documento.

Todo esto no hubiera sido posible sin el patrocinio de Franklinia Foundation, GCCO Mex. & Cen. Am., Walder Foundation y The Morton Arboretum.

COORDINADORAS

Maricela Rodriguez-Acosta
GCCO México y Centroamérica

Silvia Álvarez-Clare
Amy Byrne
The Morton Arboretum



GRUPO DE TRABAJO

Maricela Rodríguez Acosta, GCCO
 Allen James Coombes, JBU-BUAP
 Susana Valencia Avalos, Herbario, Facultad de Ciencias, UNAM
 Eladio Cesar Flores Huitzil, JBU-BUAP
 Maria del Carmen Alvarez Duarte, GCCO
 Josefina Lucina Marin Torres, JBU-BUAP
 Jose Arturo Parra Suárez, JBU-BUAP
 Irinna Acevedo Rodríguez, JBU-BUAP
 Carlos Alberto Ruiz Jimenez, JBU-BUAP
 Ricardo Valerio Santos, Centro Ecoturístico Ejecayan

PARTICIPANTES EN LOS TALLERES

Adrian Amador Gonzalez, CAC La Magdalena, Honey
 Adriana Hernández Báez, Hostal Hacienda Apulco
 Alejandro Bello Garcia, Ejido Hueytamalco
 Alexis Calderón Rivera, ITSZ
 Anabel Sánchez, CORDE Zacapoaxtla
 Armando Zavaleta Mendez, Ejido Hueytamalco
 Benjamin Guzman Bautizta, Hostal Hacienda Apulco
 Claudia Marina Olvera Ramirez, Cooperativa Paltoyacata Rancho Integral
 Cristina Islas Nery, CAC La Cumbre del Manzano, Honey
 Edgar Jaime Cardoso, Club Rotario Teziutlán
 Elvis Garcia López, UICEH
 Estela Sarahí Benitez Olvera, Cooperativa Paltoyacata Rancho Integral
 Everardo Guzman Estevez, Hostal Hacienda Apulco
 Fermin Salvador Mendez, Ejido Hueytamalco
 Gabriela Díaz Sánchez, Finca Santa Maria Tres Arroyos
 Hector Rosales Ordoñez, CAC La Cumbre del Manzano, Honey
 Joaquin Varela Robles, Finca Santa Maria Tres Arroyos
 José Daniel Blas Miranda, Dirección de Turismo Zacapoaxtla
 Jose Luis Elizalde Canales, CAC La Magdalena, Honey
 José María González Molina, Club Rotario Teziutlán
 Juan Bernardo Amador González, SOMAPAZ
 Luis Rodríguez, CORDE Zacapoaxtla
 Martin Carvajal, CAC La Cumbre del Manzano, Honey
 Mercedes Montes Alvarez, Hostal Hacienda Apulco
 Nieves Meza Barbosa, CAC La Magdalena, Honey
 Norberto Garcia Carmona, Club Rotario Teziutlán
 Omar Hernández Zaragoza, ITSZ
 Oscar Antonio Molina González, UICEH
 Pablo Martinez Gonzalez, CAC La Magdalena, Honey
 Santiago Villegas, CAC La Cumbre del Manzano

REVISORES

Maricela Rodríguez Acosta, Global Conservation Consortium for Oak (GCCO)
 Susana Valencia-A, Herbario. Facultad de Ciencias, UNAM
 Silvia Álvarez-Clare, The Morton Arboretum
 Heiner Acevedo, Asociación Pronatura Agathos Costa Rica

INSTITUCIONES

Patrocinadoras

Global Conservation Consortium for Oak
 The Morton Arboretum
 Franklina Foundation
 Walder Foundation



Colaboradoras

Centro Ecoturístico Ejecayan
 Jardín Botánico Universitario, BUAP



Participantes



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

SIGLA O ACRÓNIMO	NOMBRE EN ESPAÑOL	NOMBRE EN INGLÉS
BUAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	
CAC	Comunidad de Aprendizaje Campesino	
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal	
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas	
CORDE	Coordinación de Desarrollo Educativo	
CPSG	Grupo de Especialistas en Planificación para la Conservación	Conservation Planning Specialist Group
GCCO	Consortio Global para la Conservación de Encinos	Global Conservation Consortium for Oak
GCCO Mex. & Am. Cen.	Consortio Global para la Conservación de Encinos para la región México y América Central	Global Conservation Consortium for Oak Mex. & Cen. Am.
GTCP	Programa Global de Conservación de Árboles	Global Tree Conservation Program
HUAP	Herbario de la Universidad Autónoma de Puebla	
IOS	Sociedad Internacional de Encinos	International Oak Society
ITSZ	Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla	
IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza	International Union for Conservation of Nature
JBU-BUAP	Jardín Botánico Universitario BUAP	
ONG	Organización No Gubernamental	
PSA	Pago por Servicios Ambientales	
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano	
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales	
SICT	Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes	
SMO	Sierra Madre Oriental	
SOMAPAZ	Sistema Operador de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Zacapoaxtla	
SSC	Comisión de Supervivencia de Especies	Species Survival Commission
UICEH	Universidad Intercultural del Estado de Hidalgo	
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México	

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO / pp 4

AGRADECIMIENTOS / pp 6

SIGLAS Y ACRÓNIMOS / pp 9

FIGURAS / pp 11

IMPORTANCIA DE LOS ENCINOS / pp 12

TRABAJOS PREVIOS / pp 23

Conocimiento actual sobre la especie / pp 15

Descripción de la especie y su hábitat / pp 15

Distribución / pp 17

Amenazas a sus poblaciones y hábitat / pp 18

Factores Abióticos / pp 18

Cambio climático / pp 20

Factores Bióticos / pp 21

ACTIVIDADES
DE CONSERVACIÓN / pp 25

PROPAGACIÓN, CULTIVO
Y REINTRODUCCIÓN DE
Q. hirtifolia / pp 29

PROCESO DE
DESARROLLO DEL
PLAN DE ACCIÓN / pp 33

PLAN DE CONSERVACIÓN / pp 36

Visión / pp 36

Objetivos / pp 37

Valores / pp 37

Alcance temporal / pp 38

Alcance geográfico / pp 38

Ejes estratégicos / pp 38

Eje 1. Divulgación y Educación / pp 39

Eje 2. Gobernanza / pp 40

Eje 3. Investigación / pp 41

Eje 4. Ambiental / pp 42

Eje 5. Colaboración y alianzas / pp 43

Eje 6. Económico / pp 43

CONCLUSIONES / pp 45

REFERENCIAS / pp 46

ANEXOS / pp 48



FIGURAS

- Portada / *Quercus hirtifolia* en floración en el mes de marzo.
- Portadilla / Árbol de *Quercus hirtifolia* en su hábitat.
- Figura 1 / Origen y radiación del género *Quercus* en América.
- Figura 2 / Zonas montañosas en donde se encuentran extensos encinares.
- Figura 3 / Vista del Bosque nublado en Tenango de Doria, Hidalgo.
- Figura 4 / *Quercus hirtifolia*. a) Forma arbórea, b) ramas y frutos, c) bellotas maduras y d) flores masculinas.
- Figura 5 / Mapa de registros de *Quercus hirtifolia* en la SMO (círculos rojos).
- Figura 6 / Mapa de registros de *Quercus hirtifolia* y otras especies de *Quercus* con las que cohabita en una zona buffer de 20 km.
- Figura 7 / Causas de destrucción del bosque de *Quercus hirtifolia* por actividad humana.
- Figura 8 / Cambios predichos en la distribución de *Quercus hirtifolia* inferidos en la SMO para 2050-2080.
- Figura 9 / Variación de hojas de *Quercus hirtifolia* en diferentes localidades de su área de distribución.
- Figura 10 / Plantas hemiparásitas que afectan el bosque de encino pino en Ejecayan, Zacapoaxtla. Puebla.
- Figura 11 / Análisis de la variación genética en *Quercus hirtifolia*.
- Figura 12 / Reuniones del grupo de expertos en *Quercus* (encinos).
- Figura 13 / Mapa de especies de *Quercus* amenazadas.
- Figura 14 / Capacitación en la propagación y cultivo de encinos en viveros locales.
- Figura 15 / Plantación de *Quercus hirtifolia* y *Quercus delgadoana* en Apulco, Puebla.
- Figura 16 / Ciclo de vida de *Quercus hirtifolia*.
- Figura 17 / Bellotas maduras de *Quercus hirtifolia* en el árbol y bellotas caídas germinando en el suelo.
- Figura 18 / Mapa de ubicación de las plantaciones de *Quercus hirtifolia* y otras especies de encinos asociadas.
- Figura 19 / Medición de plántula reintroducida a terreno.
- Contraportada / Hojas y bellota de *Quercus hirtifolia*.



IMPORTANCIA DE LOS ENCINOS

El género *Quercus* representa uno de los grupos de plantas leñosas más importantes en el mundo.

El número de especies se calcula entre 400 y 500 a nivel global. Se considera que los encinos se originaron en el hemisferio norte hace aproximadamente 56 millones de años (Kremer y Hipp, 2020), posteriormente el grupo se fragmentó en dos, uno se extendió hacia Eurasia y el otro en Norte América, más tarde, cuando la temperatura disminuyó, los encinos migraron hacia el sur y se diversificaron alcanzando Centroamérica y la parte Norte de Colombia.

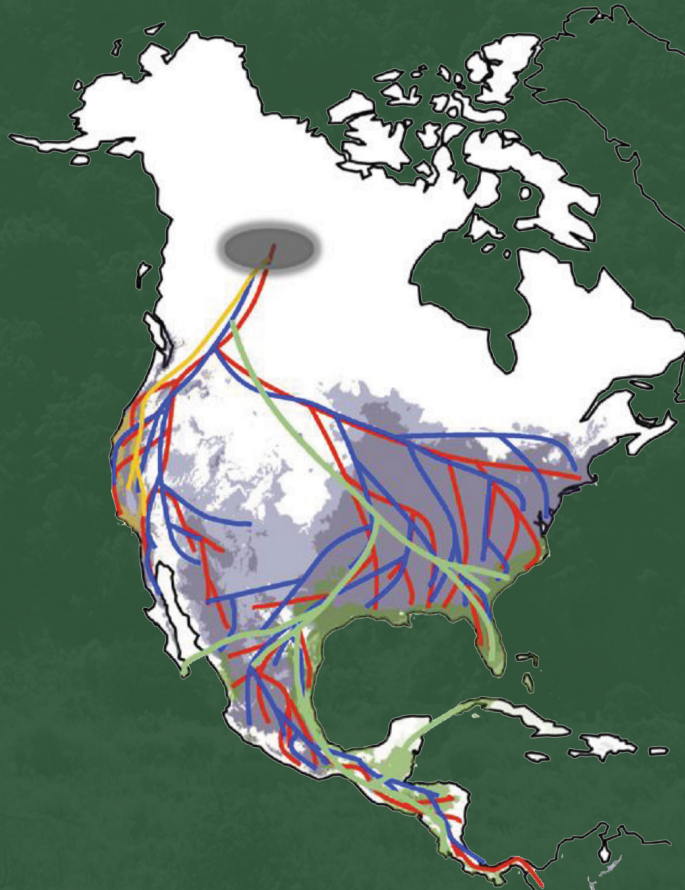


Figura 1 / Origen y radiación del género *Quercus* en América (Cavender-Bares, 2019).

En México, los encinos se desplazaron a través de sus principales cadenas montañosas, estableciéndose en una gran diversidad de hábitats que hacen de los encinos elementos importantes, resilientes y especies clave en el ecosistema. Se ha propuesto que la alta variación genética de los encinos (producto de su capacidad de hibridar), ha jugado un papel importante en su adaptación a nuevos hábitats (Valencia-A., 2021), lo que aunado a las características fisiográficas de México proporcionan hábitats muy diversos.

Lo anterior, ha originado la alta riqueza de especies de *Quercus* en el país que según Rodríguez-Acosta y Coombes (2020) es de 168 especies. A este número hay que adicionar *Q. purhepecha*, y *Q. salasiae*, especies recientemente descritas, la primera por Luna-Bonilla y colaboradores (2024), y la segunda por Valencia-A. y Soto (2025), actualizando la cifra a 170 especies para México. De ellas, 105 son endémicas, es decir ca. 62 % (Rodríguez-Acosta y Coombes, 2020) y el 19% (32) del total de especies mexicanas se encuentran en un grado de amenaza (Carrero et al., 2020; Rodríguez-Acosta y Coombes, 2020).

Los encinos se encuentran principalmente en las zonas montañosas, forman parte de los bosques de pino, pino-encino, encino-pino y encinares. Sin embargo también son elementos predominantes de los bosques mesófilos de montaña, de bosques secos y matorrales en zonas más bajas (Figura 2).



Figura 2 / Zonas montañosas en donde se encuentran extensos encinares. a) Alrededores del Volcán Popocatepetl en Puebla, b) Encinar de la Sierra de Taxco, Guerrero y c) Matorral de encino en Baja California.

Sin embargo, de todas las comunidades vegetales donde podemos encontrar encinos, la más amenazada por las condiciones climáticas que requiere para su existencia y continuidad, es la del bosque mesófilo de montaña, conocido también como bosque nublado, bosque de niebla, o selva nublada que ocupa menos del 1% de la superficie del país, lo que coloca a esta comunidad vegetal como una de las más frágiles y amenazadas en México.

Este bosque se caracteriza por presentar una alta humedad atmosférica todo el año, baja luminosidad, las temperaturas más frecuentes reportadas oscilan entre 12 y 23°C, (sin embargo hay reportes de temperaturas que van de los 0° a los 35°C en Cerro de la Bufo en Tamaulipas, Gual-Díaz y González-Medrano, 2014); la precipitación de esta comunidad vegetal va de 1.000 a 3.000 mm anuales

(aunque se reportan hasta 6.000 mm de precipitación en Santiago Comaltepec, Oaxaca), lluvias abundantes durante casi todo el año, pudiendo presentarse de 0 a 4 meses secos (Rzedowski, 1978; Gual-Díaz y González-Medrano, 2014).

Es precisamente en estos bosques en donde preferentemente habita *Quercus hirtifolia*, una especie adaptada a los estratos medios y bajos del bosque mesófilo de montaña, aunque también la podemos encontrar en menor proporción en encinares húmedos en terrenos con grandes pendientes y suelos ricos en humus. Las formas arbustivas de esta especie amortiguan la caída del agua de lluvia y sus raíces extensas retienen el suelo y absorben el agua que les permite sobrevivir los meses secos del año (Figura 3).



Figura 3 / Vista del bosque nublado en Tenango de Doria, Hidalgo.

El mantenimiento de este microambiente permite que otras especies de *Quercus* de porte alto prosperen durante su juventud llegando a convertirse en su madurez en árboles majestuosos que complementan las funciones ecosistémicas que los árboles proporcionan en el bosque. Los encinos aquí son elementos clave para la absorción de la humedad proveniente del Golfo de México, responsable de reabastecer el manto freático y los ríos que abundan en esta región.

CONOCIMIENTO ACTUAL SOBRE LA ESPECIE

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE Y SU HÁBITAT

Quercus hirtifolia M. L. Vázquez, S. Valencia & Nixon, conocido como encino negro, es una especie endémica de la parte sur de la Sierra Madre Oriental con pequeñas poblaciones en los estados de Hidalgo y Puebla principalmente, y quizás en el estado de Veracruz, esta especie habita en los bosques templados de pino-encino y bosques húmedos de montaña. *Q. hirtifolia* está asociado con especies como *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, *Q. corrugata*, *Q. delgadoana* y *Q. meavei* (Valencia-A. et al., 2017) (fotografía a la izquierda), y otras más. Ocurre en pendientes pronunciadas a una altura de 2.000 - 2.400 m s. n. m. (Vázquez et al., 2004) y crece a lo largo de las riberas de los arroyos o ríos.

Es un arbusto o árbol pequeño que alcanza entre 3–15 m de altura (Vázquez et al., 2004), ramificado desde la base. El fruto de *Q. hirtifolia* madura anualmente, y se forma sobre un pedúnculo de hasta 2.5 cm de largo (Vázquez et al., 2004). Estas características distinguen a *Q. hirtifolia* de otros encinos rojos de la región, que normalmente tienen frutos que maduran en dos años y con un pedúnculo mucho más corto. Sus hojas son ligeramente duras, como cuero fino (coriáceas), de 10 cm de largo y de 5 cm de ancho, con algunos dientes puntiagudos con extensiones agudas llamadas aristas en cada lado de la hoja, que resultan muy atractivas, principalmente en la forma arbustiva (Figura 4).

Recientemente, se ha ubicado su presencia de esta especie en dos zonas de vida de Holdridge: bosque húmedo templado cálido y bosque seco templado cálido (Good et al., 2024), sin embargo aún no se ha encontrado en la segunda, y los trabajos de colecta en campo realizados hasta este momento demuestran que es una especie típica de zonas húmedas templadas y frías.



Quercus meavei
Fotografía: Lucio Caamaño

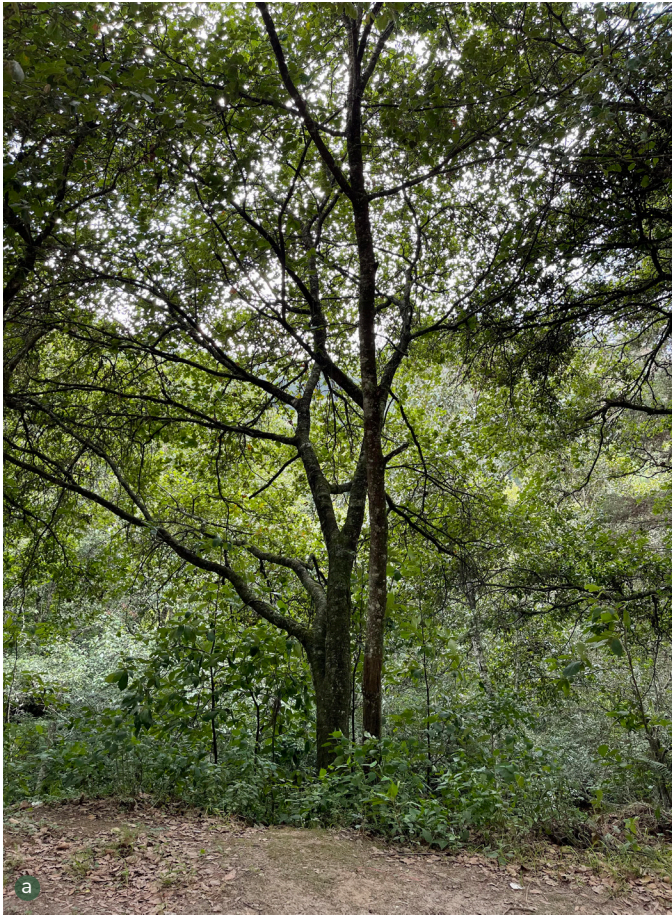


Figura 4 / *Quercus hirtifolia*. a) forma arbórea, b) ramas y frutos, c) bellotas maduras y d) flores masculinas

DISTRIBUCIÓN

Quercus hirtifolia se encuentra en la parte sur de la Sierra Madre Oriental de México, en los estados de Puebla e Hidalgo y recientemente reportada en Veracruz (Gallardo-Hernández, 2020) donde forma pequeñas poblaciones alopátricas (González-Espinosa et al., 2011).

Las exploraciones de campo realizadas para conocer su distribución con mayor precisión incluyen los municipios de: Honey, Huauchinango, Chignautla, Teziutlán, Xochiapulco, Zacapoaxtla en Puebla y Tenango de Doria en el Estado de Hidalgo (Figura 5). La población en Veracruz no ha podido ser corroborada hasta el momento por nuestro grupo de trabajo.

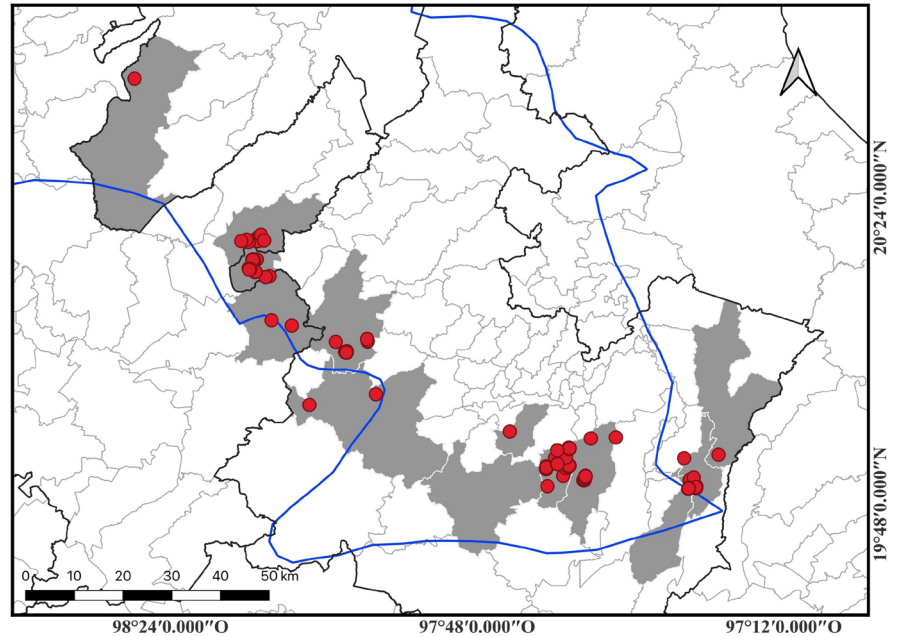


Figura 5 / Mapa de registros de *Quercus hirtifolia* en la SMO (círculos rojos). La SMO está indicada con línea azul. Los polígonos sombreados en gris corresponden a los municipios con registros de la especie.

De acuerdo a lo mostrado en la Figura 6, se puede observar un espacio intermedio sin puntos de colecta de *Q. hirtifolia*, en una zona con características climáticas correspondientes al bosque mesófilo de montaña. A pesar de reportar la existencia de varias especies de *Quercus* en esa zona, no se ha reportado *Q. hirtifolia*, por lo que se recomienda el realizar más exploraciones botánicas.

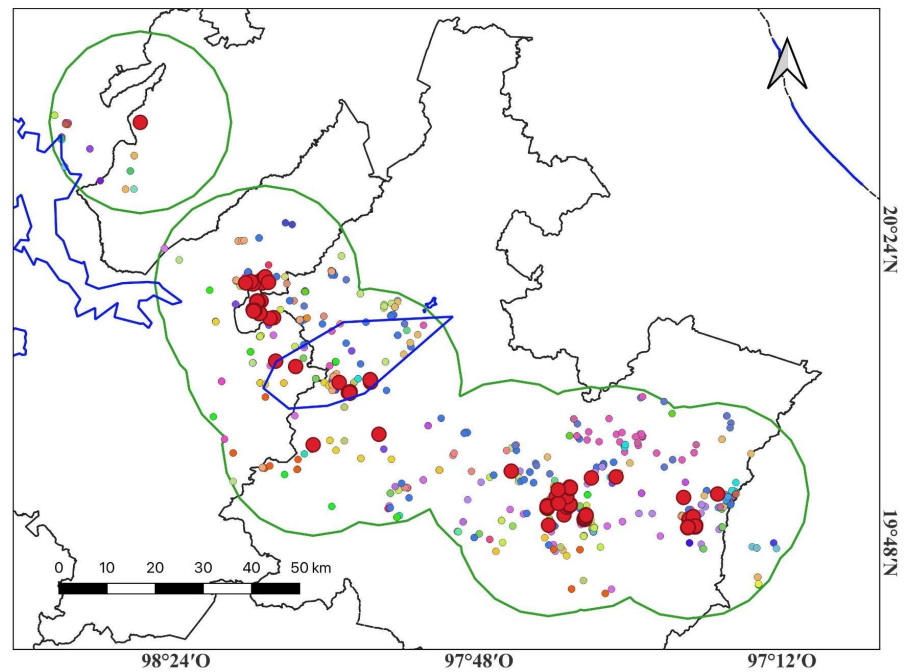


Figura 6 / Mapa de registros de *Quercus hirtifolia* y otras especies de *Quercus* con las que cohabita en una zona buffer de 20 km. Los círculos rojos indican la presencia de *Q. hirtifolia* y el resto de los puntos representan 43 especies de encino en la zona. El polígono azul indica el Área Natural Protegida.

AMENAZAS A SUS POBLACIONES Y HÁBITATS

Las amenazas que esta especie enfrenta en su hábitat natural son de tipo abiótico y biótico. Entre los factores abióticos se incluyen aquellos causados por el uso humano de esta especie y de su hábitat, así como por el cambio climático. A continuación se describen con mayor detalle las amenazas registradas durante el trabajo realizado con esta especie.

FACTORES ABIÓTICOS

Causas por la actividad humana.

Estas causas involucran principalmente el uso directo del recurso como la recolección y tala, así como el uso del hábitat o paisaje con fines económicos a través de la agricultura, el desarrollo residencial o el turismo por ejemplo.

USO HUMANO DE ESPECIES	USO HUMANO DEL PAISAJE	
<p>RECOLECCIÓN SILVESTRE</p> <p>La madera se recolecta localmente en pequeña escala para ser utilizada como combustible. En Hidalgo y Puebla es frecuente ver que en árboles pequeños las ramas de los tallos principales (10 cm diámetro aproximadamente) se cortan a una altura aproximada de 1 m del tallo principal (Figura 7a).</p> <p>Sin embargo se observa una gran tendencia a talar los árboles altos de especies como <i>Q. delgadoana</i> o <i>Q. meavei</i>, ya que los troncos grandes se utilizan en la construcción de viviendas y las ramas más pequeñas se venden como leña. Esto provoca un cambio en el microhábitat donde crece <i>Q. hirtifolia</i> (Figura 7b).</p>	<p>AGRICULTURA, SILVICULTURA, GANADERÍA Y/O PASTOREO</p> <p>El paisaje circundante se utiliza principalmente para la silvicultura, donde normalmente se plantan pinos preferentemente con respecto a encinos, disminuyendo la superficie de los encinares. <i>Quercus hirtifolia</i> crece a menudo en laderas muy pronunciadas no aptas para la agricultura o la silvicultura.</p> <p>Sin embargo, la agricultura existente amenaza el hábitat de esta especie debido a la competencia por el uso del agua en zonas planas para cultivar especies agrícolas de gran demanda como por ejemplo la papa (Figura 7c y d). El desvío del agua a diferentes alturas de los ríos, disminuye los cauces de los arroyos locales, afectando sus cauces principalmente en la época de primavera causando la sequía de las cascadas que representan el atractivo turístico en la zona.</p>	<p>DESARROLLO RESIDENCIAL/ COMERCIAL, MINERÍA, Y/O CARRETERAS</p> <p>Es frecuente observar bancos de materiales para construcción (grava y piedra) así como minas de arena a lo largo de los caminos de esta parte de la Sierra Norte de Puebla, en las laderas donde <i>Q. hirtifolia</i> habita, y es notable la rapidez con que las laderas y lomas desaparecen por esta actividad minera (Figura 7e y f).</p> <p>Recientemente se han sometido planes de aprovechamiento para desarrollar minas de arcilla en áreas de bosques privados bien conservados en el municipio de Honey, Puebla, lo que ha preocupado a algunos sectores de la población.</p>



Figura 7 / Causas de destrucción del bosque de *Quercus hirtifolia* por actividad humana. a) Tala de árboles pequeños, b) Tala de árboles altos, c) Cultivo de papa, d) Plantación extensiva de cultivos agrícolas, e) Banco de materiales, f) Mina de arena, g) Cultivo de trucha, h) Alteración del bosque e i) Incendios forestales.

USO HUMANO DEL PAISAJE

TURISMO Y/O RECREACIÓN

La zona habitada por *Q. hirtifolia* es una zona abundante en arroyos y con alta humedad ambiental. A lo largo de su franja de distribución se encuentran criaderos de trucha, creando una industria gastronómica local con impacto económico y turístico (Figura 7g).

El incremento en los criaderos y el número de visitantes si pueden impactar el bosque, pues al impacto directo que la visita tiene, se añade el impacto por la construcción de cabañas para el alojamiento y estancia de los visitantes, el cual debe minimizarse.

ALTERACIÓN DE LOS REGÍMENES DE FUEGO, CONTAMINACIÓN, ERRADICACIÓN

Se ha observado la tala de extensiones considerables en las partes bajas de la montaña, que han modificado el paisaje natural, alterado los regímenes de fuego y han promovido la contaminación por el uso de agroquímicos en suelos y arroyos (Figura 7h y i).

COMPETENCIA Y/O PERTURBACIÓN DE ESPECIES INVASORAS

Se ha detectado que algunas áreas aptas para *Q. hirtifolia* han sido modificadas mediante la plantación de pinos como *Pinus patula*, compitiendo por los espacios adecuados para *Q. hirtifolia*. *Pinus patula* es una especie que no es nativa en el área y es susceptible de enfermedades.

CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio del clima y microclima tiene una gran influencia en el cambio de hábitat de *Q. hirtifolia*, por sequía, temperaturas extremas y/o inundaciones: *Q. hirtifolia* crece muy bien a lo largo de ríos y zonas de alta humedad, y se ve especialmente afectada por la sequía inducida por el cambio en el régimen de lluvias y el incremento de temperaturas.

De acuerdo a los modelos de cambio climático dentro del rango nativo inferido de *Q. hirtifolia*, se predice que el área del bosque húmedo templado cálido disminuya del 64 al 84% para el 2050 y del 96.5 al 97.2% para los años 2061–2080 (Ortiz y Villaseñor, 2017) (Figura 8). Recientemente Good y colaboradores mencionan que el decremento en promedio puede ser de 85% con relación a las condiciones actuales (Good et al., 2024).

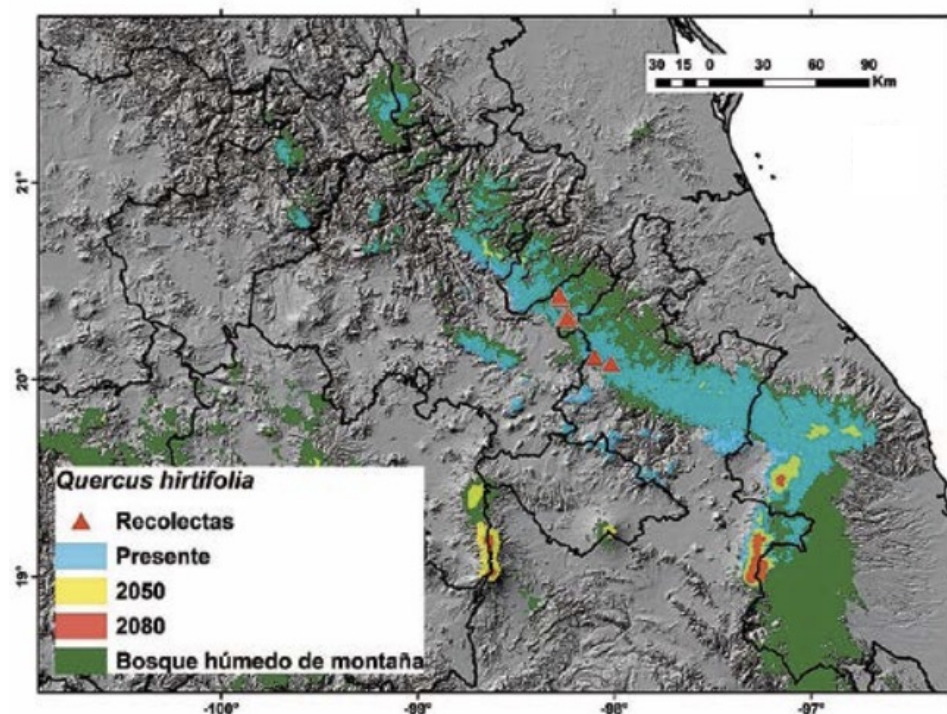


Figura 8 / Cambios predichos en la distribución de *Quercus hirtifolia* inferidos en la SMO para 2050-2080. Imagen tomada de Ortiz y Villaseñor (2017).

FACTORES BIÓTICOS

Dentro de los factores bióticos que representan una amenaza para *Quercus hirtifolia* se pueden mencionar los siguientes: Pérdida de material genético y las plagas y/o patógenos:

PÉRDIDA DE MATERIAL GENÉTICO

Endogamia y/o introgresión. Al menos tres poblaciones genéticas han sido claramente definidas mediante estudios genéticos preliminares realizados con muestras obtenidas en el área de distribución conocida (González-Rodríguez et al., 2022). En algunas áreas, particularmente cerca de Honey en Puebla, se puede observar una variación morfológica en la hoja, donde se observa la presencia de caracteres de *Q. acherdophylla*, mientras que en la zona de Apulco, se observan características de la hoja más cercanas a *Q. crassifolia*, lo que nos indica que es necesario continuar con el estudio de la variación genética entre poblaciones, y poder conocer la extensión de su hibridación con otras especies (Figura 9).

La existencia de hibridación de *Q. hirtifolia* con otras especies coexistentes con ella nos habla de la importancia de mantener sus poblaciones como un continuo y evitar su fragmentación.

La fragmentación de estas poblaciones causaría el aislamiento de las mismas y por ende disminuiría la diversidad genética. En el caso de *Q. hirtifolia* hemos detectado dos poblaciones muy pequeñas, una en Teziutlán y otra en Hueytamalco, cuyos estudios genéticos contribuirán a entender mejor la diversidad de estas poblaciones y su relación con aquellas poblaciones de mayor tamaño.



Figura 9 / Variación de hojas de *Quercus hirtifolia* en diferentes localidades de su área de distribución. a) Zacapoaxtla, b) Honey, Puebla, y c) y d) Tenango de Doria en Hidalgo.

PLAGAS Y/O PATÓGENOS

A pesar de que no se ha reportado una afectación en la especie en cuestión por plaga o enfermedad hasta este momento, es posible que una de las poblaciones de *Q. hirtifolia* que crece con *Q. acherdophylla* en Honey, esté infectada por un hongo que se ha observado en plantas de esta zona, sin embargo esto necesita ser investigado más a fondo.

Así también, se ha detectado la presencia de plantas hemiparásitas en algunas especies de *Quercus* y *Platanus*, las cuales están provocando la muerte de árboles maduros, con consecuencias devastadoras para el bosque. Estas especies hemiparásitas corresponden a los géneros *Struthanthus* de la familia Loranthaceae y *Phoradendron* de la familia Santalaceae (Figura 10). Sus daños han sido registrados en *Q. crassifolia* y en menor grado en *Q. hirtifolia*.

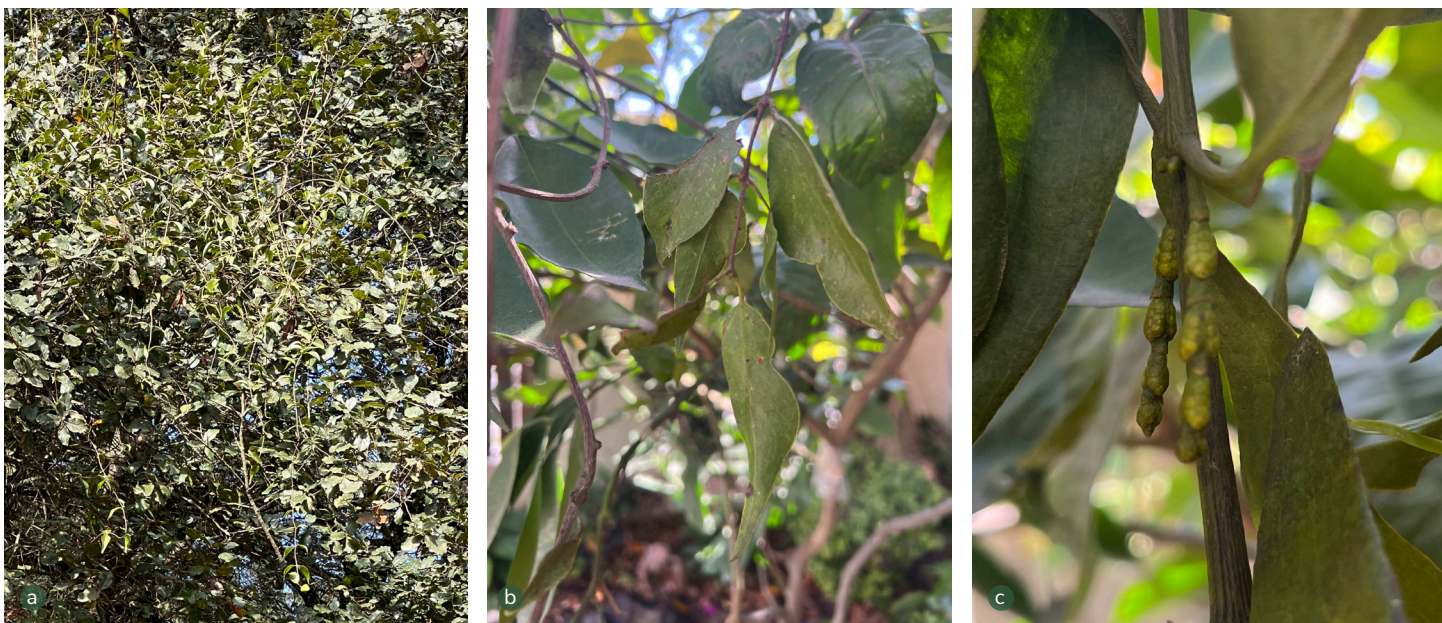


Figura 10 / Plantas hemiparásitas que afectan el bosque de encino-pino en Ejecayan, Zacapoaxtla, Puebla. a) Árbol de *Q. hirtifolia* afectado, b) *Struthanthus* sp. y c) *Phoradendron* sp.



TRABAJOS PREVIOS

Quercus hirtifolia es una especie que fue descrita en el año del 2004 por Vázquez y colaboradores (2004). En 2017 el Herbario de la Universidad Autónoma de Puebla (HUAP) inició los trabajos de expedición para conocer con mayor detalle su distribución.

Así que desde el 2018 se incrementó el número de accesos en el herbario, de 55 registros que se tenían, a 209 hasta el 2023.

De gran utilidad han sido los trabajos previos de evaluación para especies amenazadas que han realizado otros investigadores, cuyos resultados están incluidos en la Lista de especies amenazadas del bosque mesófilo, donde *Q. hirtifolia* se reporta como una especie CR (críticamente amenazada) (González-Espinosa et al., 2011) (<https://www.iucnredlist.org/es/resources/gonzalezespinoza2011>), y los publicados en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), donde la categoría asignada a la especie en cuestión es la de EN en peligro (Jerome, 2018) *Quercus hirtifolia*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018:e.T194138A2302405. (<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T194138A2302405.en>).

El estatus de amenaza que esta especie tiene, más la distribución exclusiva que la especie tiene en la SMO, ha sido la razón del porqué intensificar los estudios sobre esta especie, para lograr su conservación.

Dada la distribución endémica de esta especie en la SMO, se le ha incluido también junto con otras especies, en los estudios sobre la modelación de la distribución potencial con un panorama de cambio climático para el 2050 y 2080 resultando en una gran reducción del área de ocupación adecuada para que la especie esté presente (Ortiz y Villaseñor, 2017), (Ver resultados en Cambio Climático). Ya recientemente el año pasado (2024), se terminó la Tesis de Maestría de Reyes-Escobar, quien analizó los efectos del cambio climático de 16 especies endémicas o casi endémicas del bosque mesófilo de montaña en México, en donde se incluye *Q. hirtifolia*. Los resultados que obtuvo muestran una reducción del hábitat actual para *Q. hirtifolia* en el período 2061-2080 del 95.9% lo cual resulta extremadamente preocupante.

En lo que respecta a los trabajos genéticos realizados por el Dr. Antonio González y su equipo han mostrado la existencia de tres poblaciones con diferencias en las proporciones de los grupos genéticos, que quizás estén ligadas a las diferencias en el microhábitat en el que se encuentran, variando de una mayor humedad en el bosque húmedo en Tenango de Doria y Teopancingo, hasta una zona templada con mayor presencia de bosque de pino y una parte hacia una zona más tropical en Tepeyahualco, lo cual aún debe comprobarse.

Los resultados preliminares muestran mayor variación intrapoblacional que entre poblaciones, lo que habla de un buen flujo de genes propiciado por la dispersión del polen en esta zona. Sin embargo, aún falta culminar los trabajos que se están realizando en otras poblaciones recientemente colectadas, antes de poder sacar conclusiones de este estudio (Figura 11).

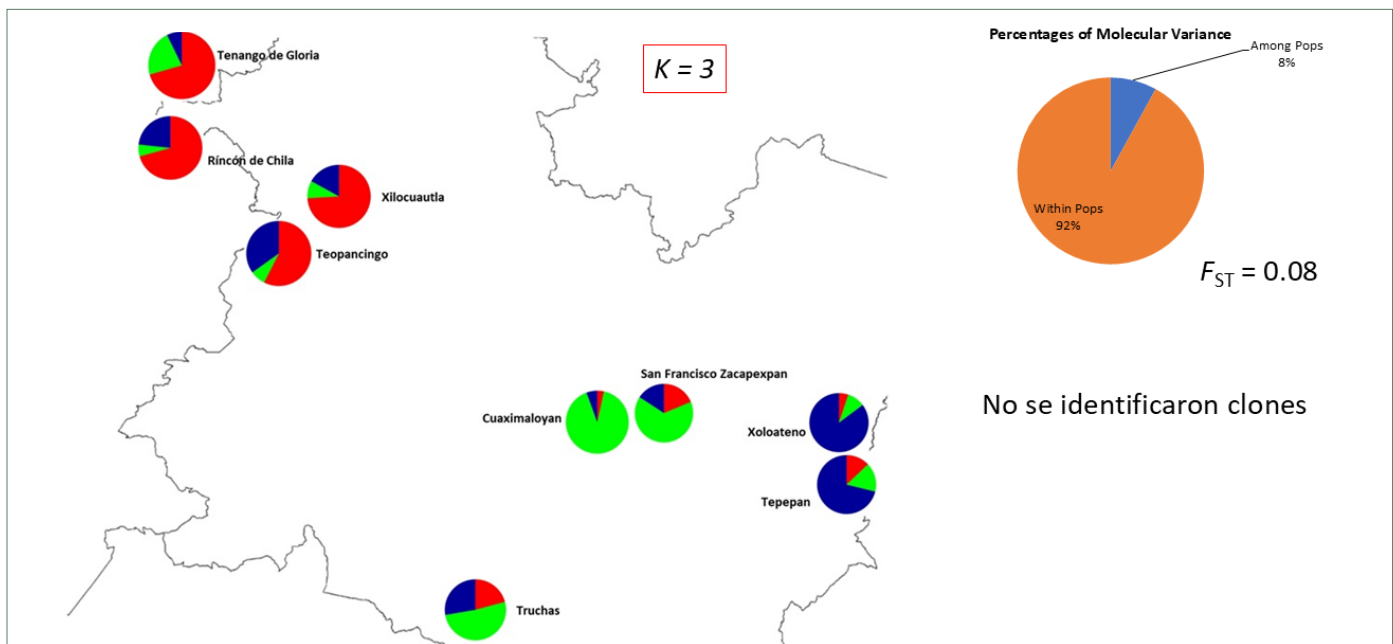


Figura 11 / Análisis de la variación genética en *Quercus hirtifolia* (González, et al. 2022).

Quizás el trabajo más reciente relacionado con la conservación de los encinos, lo constituye el Análisis de Vacíos para encinos mesoamericanos (Good et al., 2024), donde se hace un análisis del grado de protección que tienen los encinos en colecciones vivas *ex situ*, a través del conocimiento de su representatividad geográfica y ecológica en el mundo (utilizando métodos modificados de Houry et al., 2020), para determinar las áreas de proveniencia de su hábitat natural, que se requiere para apoyar sus acciones de conservación. Este trabajo involucra el análisis de 32 especies de encinos amenazados y 27 especies que cuentan con deficiencia de datos. De cada una de estas 59 especies se elaboró un perfil que describe las características de estas especies y algunas observaciones sobre sus amenazas, para poder determinar cuáles serían las actividades necesarias para apoyar su conservación en condiciones *ex situ*, y algunas recomendaciones para su conservación *in situ*. *Quercus hirtifolia* está incluida dentro de este grupo de especies y complementa este Plan de Acción.



ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN

Los esfuerzos de conservación de *Quercus hirtifolia* datan desde 2016, cuando se iniciaron los trabajos para la conservación del género *Quercus*, bajo la dirección de las Dras. Nicole Cavender y Murphy Westwood del Morton Arboretum (Chicago, EE.UU.) que condujeron a la formación del Grupo de Encinos de las Américas, el cual más tarde migró al Global Conservation Consortium for Oak.

Así, desde 2017 se han examinado los trabajos pasados, presentes y planificados para las especies de encinos mesoamericanos de interés mediante revisión de literatura y consultas a expertos (Figura 12). Se sabe que la SMO es una de las zonas de México prioritarias para la conservación, debido a que alberga el bosque mesófilo de montaña más grande de México, y por ende es de gran importancia su conservación (Arriaga *et al.*, 2000).



Figura 12 / Reuniones del grupo de expertos en *Quercus* (encinos). a) y b) En Morelia 2016, y c) y d) en Puebla 2017.

Desde esas fechas The Morton Arboretum y el JBU BUAP, en colaboración con el GCCO global y regional han estado trabajando en la extensión del conocimiento de su distribución mediante expediciones botánicas de esta especie, generando además conocimiento sobre la biología, ecología, y las amenazas que enfrenta *Q. hirtifolia*

y su hábitat, en el cual se ha registrado la presencia de 42 especies de encinos que coexisten con ella. Entre estas especies se puede encontrar 1 en peligro (*Q. delgadoana*) y 1 vulnerable (*Q. meavei*) (Figura 13a), las cuales se presentan en el mapa de biomas de la zona (Figura 13b).

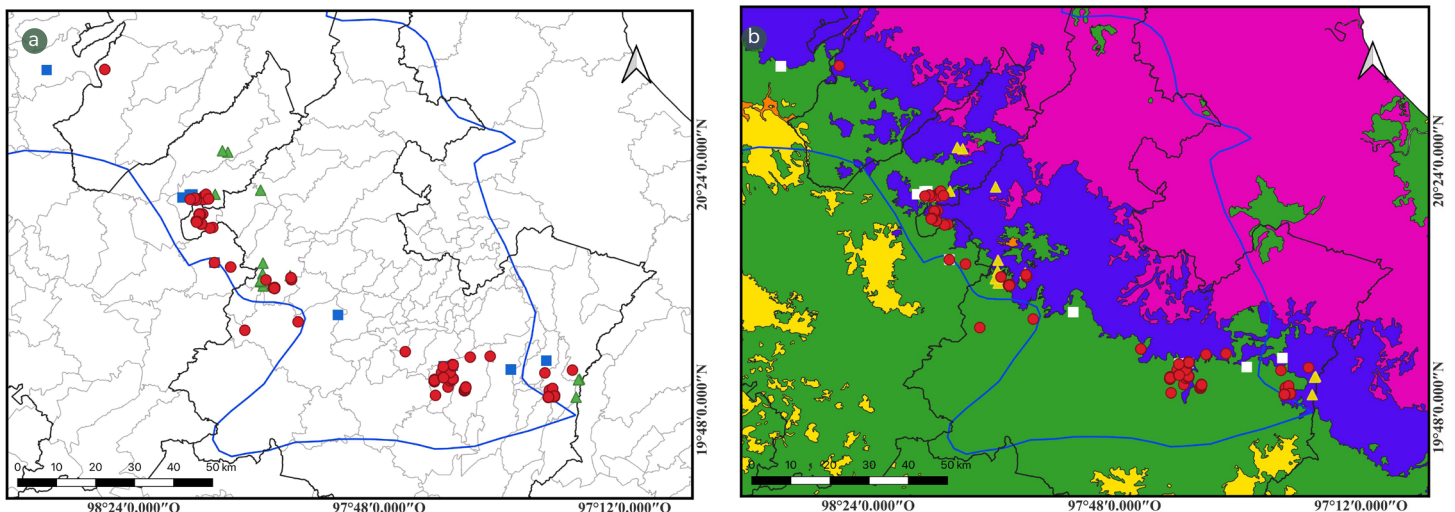


Figura 13 / Mapa de especies de *Quercus* amenazadas. a) *Q. delgadoana* (cuadros azules) y vulnerable *Q. meavei* (triángulos verdes) que cohabitan con *Q. hirtifolia* (círculos rojos), b) Mapa de biomas: bosque húmedo de montaña (color morado), bioma principal en el que se reportan los registros de estas especies, seguido del bosque templado (color verde) bioma en el que también se pueden encontrar estas especies.

Otra actividad importante para la conservación de *Q. hirtifolia* la constituye el proyecto “Salvaguardia de los Encinos del Bosque Nublado Tropical Montano amenazados en Mesoamérica” iniciado en 2022 (Alvarez-Clare, 2022). Se trata de un proyecto trinacional realizado por tres instituciones ubicadas en Costa Rica, y dos en México: Xalapa y Puebla, en los estados de Veracruz y Puebla respectivamente, liderado por The Morton Arboretum.

El objetivo principal de este proyecto es el de conservar especies de encino amenazadas en los bosques lluviosos, así como proteger otras especies arbóreas amenazadas. Parte sustancial de este proyecto lo constituye la

propagación de plantas de la especie para su plantación *in situ*, por lo que el desarrollo de viveros y la propagación de las especies incluidas en el proyecto, más otras especies amenazadas de la zona o de interés para las comunidades fueron incluidas en la lista de especies a propagar, como *Q. delgadoana*, *Q. meavei* y *Persea chamissonis*, etc.

La producción de plantas nativas correspondiente al mismo hábitat donde se encuentra *Q. hirtifolia* ha permitido el entrenamiento y capacitación de los pobladores locales usuarios y dueños de los bosques, también a la aportación de plantas prioritarias a diferentes Jardines Botánicos de México para el incremento de sus colecciones vivas con propósitos de conservación, educación e investigación (Figura 14).



Figura 14 / Capacitación en la propagación y cultivo de encinos en viveros locales. a) y b) Sitio de colecta y reconocimiento de *Q. meavei* en Tetlaxca, Veracruz, por parte de los integrantes del proyecto, c) Vivero local en Tetlaxca, y d) Vivero local en Ejecayan, Zacapoaxtla, Puebla.

Toda esta labor realizada ha generado un conjunto de información fundamental para la propagación, cultivo y reintroducción de estas especies, de gran utilidad para los pobladores asentados en la zona de distribución de esta especie (propagación, cultivo y reintroducción de *Q. hirtifolia*). Parte de este conocimiento se resumió en una guía visual de campo para facilitar fundamentalmente el reconocimiento de la especie en cuestión y de otras especies de encino propias de la zona, que se publicó como parte de los esfuerzos de conservación que se han realizado desde el 2017 (Rodríguez y Coombes, 2023).

Estas actividades han logrado despertar el interés entre algunos propietarios de los bosques de la región por reintroducir estas especies de encino en sus propiedades

proporcionando no solo un hábitat natural para ello sino que también para proporcionar un sitio seguro para la conservación a largo plazo de otras especies.

Un aspecto clave de este proyecto de conservación lo constituyó la necesidad de incrementar el número de individuos de esta especie en las poblaciones naturales, para lo cual se cultivaron 7.324 plantas en un periodo de dos años. Esto se logró a través del uso de diferentes invernaderos y sitios seguros para su plantación. En total se plantaron 1.211 individuos de *Q. hirtifolia*, 2.699 de *Q. delgadoana*, además de 4 especies de encino amenazadas, coexistentes con ella, incrementando con esto el número de individuos de especies prioritarias de *Quercus* en conservación (Figura 15).



Figura 15 / Plantación de *Quercus hirtifolia* y *Quercus delgadoana* en Apulco, Puebla. a) Finca Santa María Tres Arroyos, b) y c) Hostal Hacienda Apulco



PROPAGACIÓN, CULTIVO Y REINTRODUCCIÓN DE *Q. hirtifolia*

La propagación de encinos es un proceso muy sencillo, sin embargo tiene ciertos puntos claves que deben tomarse en cuenta para realizarla de manera exitosa. Una buena descripción del proceso de germinación y del cultivo de los encinos está incluida en el Manual de Propagación de *Quercus* realizada por el GCCO, publicado en 2020 (Rodríguez-Acosta y Coombes, 2020).

En este manual se incluye la información necesaria para poder propagar en condiciones básicas las especies del género *Quercus* existentes en México y Centroamérica, sin particularizar en una sola especie. Sin embargo, por experiencia se conoce que cada especie tiene ciertas particularidades que pueden contribuir al éxito o fracaso de la propagación de esta especie.

En este apartado, se comparten algunos detalles sobre la propagación de *Q. hirtifolia*, así como las experiencias en su cultivo y su reintroducción al terreno.

La propagación exitosa de los encinos comienza con una recolección de semillas maduras, listas para germinar, por lo que siempre es importante conocer con detalle su ciclo de vida y su fenología, es decir el período durante el cual esto estará ocurriendo (Figura 16). Por tal motivo se recomienda ampliamente que los interesados en este tema recurran a consultar los herbarios y conocer más sobre la morfología de las especies en particular.

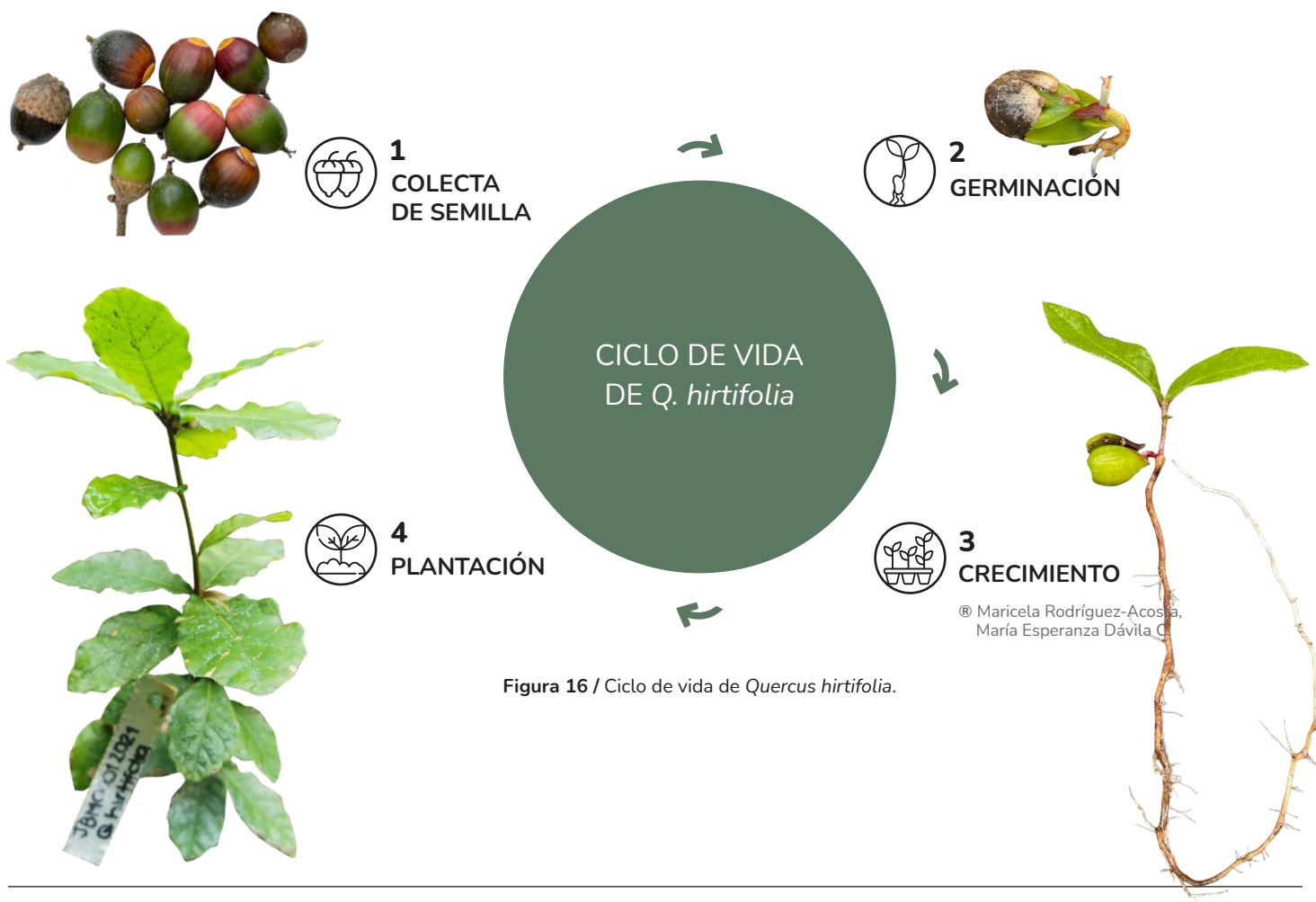


Figura 16 / Ciclo de vida de *Quercus hirtifolia*.



1
**COLECTA
DE SEMILLA**

Las semillas de *Q. hirtifolia* comienzan a caer a partir del mes de agosto, y de manera más abundante en el mes de septiembre, pudiéndose extender hasta noviembre. Es muy importante tomar en cuenta que una vez que caen del árbol, estas semillas germinan en el lapso de 1 a 2 semanas, por lo que es muy importante realizar esta actividad de preferencia en los meses de septiembre y octubre. En ocasiones, cuando la colecta se realiza en el mes de noviembre, se encontrará que la mayoría de las semillas ya están germinando en muchos casos o arraigadas en el terreno, lo cual debe evitarse, pues puede dañarse la semilla al trasladarla al vivero para su siembra. (Figura 17).



Figura 17 / Bellotas maduras de *Quercus hirtifolia* el árbol y bellotas caídas germinando en el suelo.



2 GERMINACIÓN



Una vez recolectada la semilla, es importante flotarla antes y separar aquellas semillas que flotan, que por lo general están dañadas. Las bellotas se siembran directamente en bolsa con un sustrato adecuado (Ver Manual de Propagación de *Quercus*), ligero y que retenga humedad, se debe colocar una etiqueta individual o por bloque, que indique el árbol del cual provienen, para de esta manera llevar su registro. Si las semillas se recolectan en el tiempo adecuado, habrá un 95-100% de germinación. Si la siembra se hace en tiempo y forma, las primeras plántulas emergerán en 2 meses. Es muy importante cuidar la emergencia de la radícula y plúmula, pues en esta etapa la semilla es susceptible de ser depredada por las aves y animales pequeños. Esta depredación ocurrirá más en semillas ligeras y pequeñas, que en las grandes.



3 CRECIMIENTO



Una vez emergidas las plántulas de *Q. hirtifolia*, éstas tendrán un buen crecimiento en los viveros que están localizados cerca de su hábitat natural, pues esta es una especie que gusta de la humedad y suelos ricos en materia orgánica. Se han hecho experimentos con la propagación de esta especie en climas fríos y secos con poco éxito, ya que a pesar de que están germinadas en buen porcentaje, su crecimiento no es tan rápido como se desea, por lo que no se recomienda propagarlas en este ambiente. Si las plantas se mantienen en su hábitat natural, éstas crecerán y llegarán a alcanzar los 30 cm que se recomienda para plantarse.

Para ayudar a las plantas en esta etapa de crecimiento, se recomienda aplicar una dosis de fertilización con la aplicación de micromódulos (Ver Manual de Propagación de *Quercus*) durante el mes de marzo, aplicando el riego necesario. Esto ayudará a que las plantas de esta especie alcancen al menos 40 cm de altura.



4 PLANTACIÓN



Durante el mes de julio, las plantas deberán separarse por tallas y dividir las por bloques para realizar su plantación en tiempos diferidos, para dar tiempo a que las plantas de menor talla alcancen el tamaño necesario para trasladarlas al terreno donde se plantarán, y dejar que el resto de las plantas que no hayan alcanzado la talla crezcan un poco más en el invernadero, y se planten posteriormente.

Para la plantación se recomienda cavar una cepa de 25x25 cm, remover la bolsa de plástico donde creció y plantar el encino. Este proceso será muy rápido ya que los suelos en el bosque donde ellos crecen son muy ligeros. Si la plantación se realiza correctamente y en los meses adecuados, las plantas de esta especie sobrevivirán el período de secas del próximo año. Es recomendable hacer un mapa de las plantaciones (figura 18).

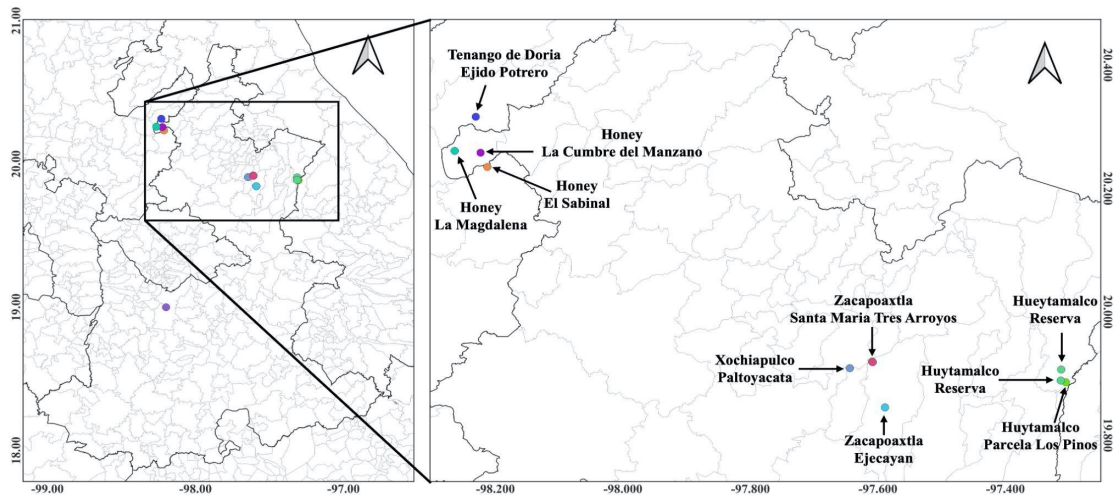


Figura 18 / Mapa de ubicación de las plantaciones de *Quercus hirtifolia* y otras especies de encinos asociadas.

MONITOREO

Es recomendable medir la sobrevivencia de las plantas en el terreno, ya que este dato es un indicador del establecimiento de la planta. Para esto se recomienda seleccionar del 10 al 20% de la plantación y medir su altura inicial, repitiendo esta medida al año de su plantación, y de esta manera poder conocer la tasa de crecimiento que tuvo durante este período.

En el caso de las plantas de *Q. hirtifolia* que se han plantado en años anteriores, éstas han alcanzado tallas de hasta 37 cm y un porcentaje de sobrevivencia del 64 %. Este tipo de datos son muy valiosos para poder realizar acciones de conservación y manejo de los hábitats donde esta especie habita (Figura 19).



Figura 19 / Medición de plántula reintroducida a terreno. a) *Q. meavei* a seis meses de plantada y b) *Q. hirtifolia* a dos años de plantada.



PROCESO DE DESARROLLO DEL PLAN DE ACCIÓN

El Plan de Acción de *Q. hirtifolia* se planeó siguiendo los procesos del Grupo de Especialistas en Planificación para la Conservación (Conservation Planning Strategic Group, CPSG) de la IUCN.

El desarrollo consistió en cuatro etapas, la primera se refiere al establecimiento del grupo organizador o grupo de trabajo, que incluye personas con conocimientos e interés en el tema, la segunda etapa consistió en llevar a cabo el primer taller con personas de la región y una reunión virtual, en la tercera etapa se realizó el segundo taller y durante la última etapa se llevó a cabo el ordenamiento de la información obtenida, así como la edición de este Plan de Acción.



PRIMERA ETAPA



En la primera etapa, la responsable del proyecto estableció el grupo de trabajo en una primera reunión virtual llevada a cabo en marzo de 2024. Además de dar a conocer los detalles del proyecto, en esa misma reunión se identificaron los agentes locales relevantes con influencia en el sitio, que pudieran sumarse para la elaboración de este Plan de Acción, y se les contactó posteriormente para participar en este proyecto.

El grupo de trabajo participó también en una serie de reuniones presenciales para trabajar en los pasos 2: Defina el éxito y 3: Entienda el sistema de la planificación; una vez recopilada la información y finalizada la preparación, se procedió a seguir con la siguiente etapa (Etapa 2).

SEGUNDA ETAPA



La segunda etapa consistió en la realización del primer taller presencial el 24 de abril de 2024, donde se logró reunir a participantes del sector educativo, gubernamental, asociaciones civiles, comunitarias, particulares así también personas interesadas en participar; a quienes mediante una presentación se les dio a conocer la especie de estudio, sus características e importancia para que de esta manera comprendieran cabalmente la necesidad de implementar un Plan de Acción para la Conservación de *Q. hirtifolia*.

Después de ejecutar las diferentes actividades planeadas para esta etapa se discutieron las amenazas, los impulsores que intervienen y las afectaciones a la especie, registrando toda la información para su análisis detallado por el grupo de trabajo.

Para avanzar en el Plan de Acción, se realizó una reunión virtual el 25 de junio de 2024 con personas clave (locales y especialistas) para trabajar en la propuesta de las acciones a realizar. En esta propuesta, la contribución del Lic. Ricardo Valerio del Centro Ecoturístico Ejecayan, de la Lic. Claudia Olvera de la Cooperativa Paltoyacata Rancho Integral y del Lic. Joaquín Varela de la Finca Santa María Tres Arroyos como actores locales, fue vital, ya que añadieron una perspectiva local.

Esta perspectiva enriqueció las opiniones del grupo de trabajo donde se incluyen los especialistas taxónomos en el género *Quercus*, M. Phil Allen James Coombes Curador de Colecciones Científicas del Herbario y Jardín Botánico de la BUAP, y la Dra. Susana Valencia Avalos del Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM, cuyo conocimiento detallado del género fue esencial para el establecimiento de los objetivos del Plan de Acción.





Así también, en esta etapa se analizaron con más detalle los impulsores y las afectaciones que provocan estas amenazas no solo en la especie objetivo, sino también a aquellas que cohabitan con la misma. De esta manera se identificaron enfoques alternativos y la identificación de los riesgos biológicos y antropogénicos, y cómo mitigarlos, coadyuvando al establecimiento de los objetivos; cumpliendo así con los pasos 4 y 5 de la planificación.

TERCERA ETAPA



Una vez que se tuvieron los objetivos definidos, la tercera etapa se efectuó el 19 de septiembre de 2024 al reunir a los colaboradores fundamentales en el segundo taller, a quienes con apoyo de una presentación se les dio a conocer los avances logrados del plan.



Se presentaron los objetivos para su revisión y complementación si fuera necesario y una vez aceptados se procedió a determinar las actividades a realizar con ayuda de las acciones propuestas previamente por los actores clave y así cumplir con los mismos, con ello se logró efectuar los pasos 6 y 7.

CUARTA ETAPA



La cuarta etapa incluye la organización de toda la información obtenida durante las tres etapas realizadas, el conocimiento generado a través de la revisión en la literatura, trabajo de campo dentro del proyecto y el conocimiento personal de los investigadores, para la elaboración de la versión inicial del plan de acción, la cual se sometió a revisión por parte de los especialistas, y posteriormente se discutió con el grupo de trabajo y colaboradores para culminar con la versión final del plan.



En los dos talleres presenciales realizados se contó con la participación de 32 representantes provenientes de 13 instituciones, de los cuales 3 son educativos, 2 gubernamentales, 3 asociaciones civiles, 3 comunitarias y 2 particulares.



PLAN DE CONSERVACIÓN

VISIÓN

Que el presente Plan de Acción proporcione la estrategia a implementar, los pasos a considerar, así como las acciones a realizar para lograr la conservación de *Quercus hirtifolia* y su hábitat, convirtiéndose en una herramienta útil y práctica que coadyuve al mantenimiento, estabilidad y salud de las poblaciones de *Q. hirtifolia*, de sus especies asociadas y hábitat a lo largo de su área de distribución para el año 2035.

OBJETIVOS

-
- OBJETIVO 1 Concientizar a través de la divulgación y educación la importancia que los encinos (*Quercus*) tienen a nivel global y regional, para concientizar a la población del papel que ellos tienen en el mantenimiento del equilibrio ecológico y los servicios ecosistémicos que proporcionan en las zonas donde las especies de este género se encuentran.
-
- OBJETIVO 2 Integrar el conocimiento científico a los saberes bioculturales que ayude a mejorar la información que se tiene del bosque y el funcionamiento de las especies que ahí habitan, para implementar un conjunto de procesos, procedimientos y prácticas que apoyen a las instituciones y organizaciones tomadoras de decisiones y administración de los mismos a mejorar sus procesos, procedimientos y prácticas sustentables que se realizan en estos.
-
- OBJETIVO 3 Elaborar una propuesta de plan de manejo de *Q. hirtifolia* y especies de encinos relacionadas que comparten hábitat, con el propósito de conservarlo y restaurarlo (considerando el mantenimiento de la biodiversidad desde una visión cultural en su diseño).
-
- OBJETIVO 4 Impulsar el reconocimiento de *Quercus hirtifolia*, como una especie bandera en todo su rango de distribución conocido y de esta manera realizar las actividades propuestas en el Plan de Acción. Lo anterior se logrará a través de la difusión intensiva y colaboración multidisciplinaria y establecimiento de proyectos aplicados que permitan la conservación del ambiente.
-
- OBJETIVO 5 Incrementar la colaboración entre los distintos actores asociados al manejo del bosque de *Quercus* para atender problemas relacionados con el desconocimiento del funcionamiento biológico de los bosques y las relaciones que existen entre ellos.
-
- OBJETIVO 6 Promover el desarrollo de estrategias para la captación de fondos para intensificar los programas de capacitación, educación e investigación ecológica y forestal en las universidades y tecnológicos de la región, y el trabajo en las comunidades locales para incrementar el conocimiento de *Quercus hirtifolia*, y otras especies de *Quercus* amenazadas.
-

VALORES

Este Plan de Acción se caracteriza por tener los siguientes valores:

Realista, cuyos objetivos son viables.

Coherente, ya que va de acuerdo a su contexto en el que se encuentra.

Práctico, ya que sus acciones son concretas y respaldadas con conocimiento en el tema.

Colaborativo, pues su implementación requiere de todos los sectores involucrados en el proceso de planificación.

Integral, pues involucra todas y cada una de las áreas del conocimiento requeridas en su concepción y su aplicación.

ALCANCE TEMPORAL

El Plan de Acción para *Q. hirtifolia* se propone realizar por 10 años (2025-2035), esperando que en un lapso de tres años, los actores participantes difundan el mensaje sobre este Plan de Acción y establezcan viveros de encino de las especies más relevantes. De dos a cinco años las comunidades involucradas plantarán encinos en las zonas más necesarias y gradualmente aprenderán el manejo del encino, culminando con el conocimiento, valoración y entendimiento comprensivo de la importancia y necesidad de proteger y conservar esta especie y aquellas relacionadas, así como sus hábitats. De 5 a 10 años los programas de restauración deben verse establecidos y los usos antropogénicos de los encinares será de acuerdo a lo estipulado en este Plan de Acción.

ALCANCE GEOGRÁFICO

Este Plan de Acción se implementará para conservar el hábitat donde crece *Q. hirtifolia* en los bosques mesófilos de montaña y templados de la Sierra Madre Oriental, perteneciente a la subprovincia del Carso Huasteco en México, espacio que corresponde a una extensión estimada de 6606.21 km².

EJES ESTRATÉGICOS

El Plan de Acción para *Q. hirtifolia* está compuesto de 6 ejes estratégicos inmersos en los objetivos, fundamentales para su implementación:

El Eje 1 incluye la divulgación y la educación como elementos importantes para concientizar a diferentes sectores sociales sobre la importancia que esta especie tiene en los ecosistemas.

El Eje 2 lo constituye la gobernanza, es decir el entendimiento del papel que las leyes de protección juegan para la conservación de especies con tan restringida distribución y su aplicación, así como la participación u organización social, donde los pobladores locales sean los encargados de cuidar y vigilar sus bosques de encino como parte de su responsabilidad como usuarios directos de este ecosistema y en coordinación con las autoridades correspondientes.

El Eje 3 incluye la investigación básica y aplicada, generando conocimiento que complementa al actualmente existente, a la vez que promueve la creación de alternativas de uso sustentable que favorezcan la reducción o eliminación de afectaciones a la especie y de aquellas asociadas a la misma.

El Eje 4 se enfoca en contribuir a la persistencia y conservación del hábitat, el manejo adecuado de sus bosques resulta ser indispensable en materia ambiental en el cual se incluye la realización de acciones que coadyuven al encuentro de alternativas de aprovechamiento en los hábitats donde crece *Q. hirtifolia*, obteniendo remuneraciones sin afectar a su entorno.

El Eje 5 se refiere a la colaboración y alianzas necesarias a todos los niveles, para poder implementar de manera práctica el Plan de Acción y dejar consolidados los objetivos de este plan y la importancia de darle seguimiento a los ejes estratégicos del mismo.

El Eje 6 corresponde a la búsqueda de obtención de recursos económicos, elemento vital para la ejecución de este plan. Esto implica la realización de acciones enfocadas al establecimiento de alianzas para el patrocinio de programas a corto y largo plazo.

Todas las acciones en este Plan de Acción deberán ser coordinadas por el GCCO Mex. y Am. Cen., con el apoyo del Morton Arboretum, apoyadas por las instituciones y organizaciones involucradas.

**ACCIONES
ESTRATÉGICAS
POR EJE**

EJE 1. DIVULGACIÓN Y EDUCACIÓN

Difundir la importancia de los bosques de encinos (*Quercus* spp.) a nivel global, regional y local, para concientizar a la población sobre la importancia de ellos en el mantenimiento del equilibrio ecológico de las zonas donde estas especies se encuentran, a través de medios impresos y digitales como cápsulas informativas, posters, elaboración de trípticos, foros de introducción, festivales y conferencias, considerando las creencias, conocimientos y prácticas de los pueblos originarios presentes en el Carso Huasteco. Así también se requiere impulsar programas educativos que permitan la capacitación forestal en instituciones locales, cuyo impacto directo permita entender la razón de la creación de este Plan de Acción y el valor de su ejecución.

ACCIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	ALIADOS
Difundir la importancia de los bosques de encinos y del bosque mesófilo de montaña a nivel global, regional y local.	Rueda de prensa y foros para dar a conocer el proyecto de conservación de <i>Q. hirtifolia</i> .	Años 1-10	Colaboradores locales JBU BUAP
	Promover el Festival de los encinos en la región estudiada.		
	Programa permanente de adopción de encinos.		
	Documental y videos dirigidos a público en general, sobre los encinos en el bosque nublado con énfasis en las especies prioritarias.		
	Promoción de senderos educativos para conocer las distintas especies de <i>Quercus</i> en diferentes localidades.		
Desarrollar un programa de capacitación continua sobre el valor de los encinos y su papel en el bosque y vida diaria de los pobladores locales.	Taller y cápsulas radiofónicas: Conociendo tus amigos los encinos.	Años 1-10	JBU BUAP ONG Organizaciones y colaboradores locales Universidades
	Talleres en el cultivo, cuidado, aprovechamiento y conservación de los encinos y su hábitat.		
Sensibilizar a los pobladores, autoridades locales y regionales correspondientes, sobre la conservación de la biodiversidad de los encinos.	Reunión con autoridades regionales para dar a conocer el Plan de Acción destacando el papel que desempeñan los encinares y la importancia de su conservación.	Años 1-10	Colaboradores locales CORDE Gov. estatal Gov. municipal JBU BUAP
	Campaña informativa permanente de los logros obtenidos en este Plan de Acción por parte de los colaboradores del proyecto.		
	Inclusión de temas relacionados a los encinos en los programas educativos oficiales de diferentes niveles educativos.		
	Capacitar mediante talleres a tomadores de decisiones sobre la importancia de los encinos.		

ACCIONES
ESTRATÉGICAS
POR EJE

EJE 2. GOBERNANZA

Fomentar el uso del conocimiento científico en las instituciones, organizaciones y encargados del uso y la reglamentación que ayude a mejorar el conocimiento del bosque y el funcionamiento de las especies que ahí habitan, para que de esta manera tengan mayor claridad en el entendimiento de las redes existentes y entre los componentes biológicos del mismo. Esta colaboración cognitiva dentro de un marco legal sobre la manera en que el bosque funciona, permitirá encontrar formas de trabajo que soporten su aprovechamiento a pequeña y gran escala de manera sustentable. Aquí se debe contar con la participación de distintos sectores públicos y privados en la adopción de políticas públicas. A través del diálogo, se debe coordinar la organización y evitar duplicidades para optimizar los recursos con los que se cuenta.

ACCIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	ALIADOS
Colaborar entre instituciones de diferentes sectores para atacar problemas relacionados con el desconocimiento del funcionamiento biológico de los bosques y su cuidado.	Difundir la importancia del bosque nublado y su funcionamiento.	Años 1-3	CONAFOR Gobierno federal JBU BUAP Organizaciones locales
	Legislar, reglamentar e informar sobre los riesgos de la introducción de plantas no nativas.		
	Solicitud de apoyo a instituciones para el equipamiento y capacitación a locales para prevenir incendios forestales.		
Fomentar la participación ciudadana en el cuidado, manejo y conservación de los bosques.	Impulsar la creación de reglamentos y vigilancia ciudadana de manera participativa.	Años 1-10	JBU BUAP CONAFOR CONANP Dueños de tierras Gobiernos locales SEMARNAT
	Solicitar a las autoridades, informar a los colaboradores y organizaciones locales sobre los programas de "Pago por Servicios Ambientales (PSA)" a través del fondo patrimonial de biodiversidad, compensación ambiental y programa desarrollo forestal sustentable para el bienestar.		
	Denuncia responsable de actividades ilegales de deforestación, y cómo evitarla.		
Apoyar la designación de <i>Q. hirtifolia</i> como especie bandera para su protección y la de sus especies coexistentes.	Solicitar la inclusión de especies de encino y de especies del bosque mesófilo de montaña a los programas oficiales ya establecidos.	Años 1-5	CONAFOR CONANP Dueños de tierras Gobiernos locales JBU BUAP SEMARNAT
	Colaborar con instituciones gubernamentales para la promoción de <i>Q. hirtifolia</i> como especie bandera.		

ACCIONES
ESTRATÉGICAS
POR EJE

EJE 3. INVESTIGACIÓN

El conocimiento de los encinares en México aún dista mucho de estar completo, por tal motivo se requiere de incrementar el trabajo de exploración que ayude a completar el rompecabezas que nos permita entender su distribución y extensión.

Por tal motivo en este Plan de Acción se impulsarán investigaciones que además de lo anterior nos ayuden al conocimiento de la ecología y la genética de las especies existentes en el bosque nublado, así como de aquellos posibles factores que afecten su presencia, con el fin de lograr su conservación, su restauración, el mantenimiento de su biodiversidad y el rescate de los saberes tradicionales. Así también la formación de recursos humanos para la investigación y resolución de los problemas antes mencionados, se destaca como prioritaria.

ACCIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	ALIADOS
Continuar la exploración de <i>Q. hirtifolia</i> , para complementar el conocimiento de su distribución y de esta manera afinar los modelos de distribución potencial con los que se cuenta para detectar las zonas más idóneas para su protección.	Realizar recorridos en campo para registrar los sitios con presencia de la especie en estudio. Interactuar con propietarios de tierras para contribuir al mantenimiento de los hábitats donde crece <i>Q. hirtifolia</i> . Realizar mesas de trabajo entre instituciones de diferentes sectores relacionados con el cambio de uso de suelo.	Años 1-5	Dueños de tierras JBU BUAP Instituciones académicas Instituciones nacionales Instituciones regionales Organizaciones locales
Identificar los factores que afectan la presencia y conservación de <i>Q. hirtifolia</i> .	Investigación fitosanitaria para la detección oportuna y combate de plagas y enfermedades. Monitoreo de los hábitats para detectar la presencia de bancos de material para construcción y desarrollo inmobiliario que afecten la presencia de la especie de estudio.	Años 1-3	CONAFOR CONANP Dueños de tierras ITSZ Organizaciones locales SICT Universidades locales, estatales y nacionales
Establecer la línea base para la restauración ecológica de los encinares y del bosque mesófilo de montaña.	Identificación de áreas para establecer estrategias de restauración activa y pasiva. Selección de áreas para realizar el análisis estructural de la vegetación, composición florística, disponibilidad de propágulos en el banco de semillas del suelo y en la lluvia de semillas.	Años 1-10	Dueños de tierras Ejidos de la región JBU BUAP

ACCIONES
ESTRATÉGICAS
POR EJE

EJE 4. AMBIENTAL

El reconocimiento de *Quercus hirtifolia* como especie bandera en toda su área de distribución es una estrategia necesaria para poder implementar las acciones incluidas en este Plan de Acción. Las acciones aquí propuestas surgen por la fragilidad del ecosistema donde esta especie habita y el alto número de especies del mismo género con las que cohabita, en comparación con otros casos en México.

La realización de varios modelos de distribución potencial teniendo como modelo esta especie indica que existen grandes posibilidades de que el cambio en las condiciones climáticas en la zona donde crece esta especie provocará una disminución de hasta en un 95% de su distribución actual. Como ya se mencionó anteriormente, en este Eje se incluye la realización de acciones de índole ambiental en sentido amplio, que coadyuven al encuentro de alternativas de aprovechamiento en los hábitats donde crece *Q. hirtifolia*, obteniendo remuneraciones sin afectar a su entorno.

ACCIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	ALIADOS
Elaboración de un plan de manejo de <i>Q. hirtifolia</i> y los demás encinos que habitan en el bosque mesófilo de montaña para contribuir a su conservación.	Formar y capacitar un equipo entrenado de trabajo a nivel nacional que pueda realizar e impulsar el manejo de los encinares.	Años 1-5	Dueños de tierras Guardianes de los encinos Institutos locales JBU BUAP Organizaciones locales Universidades locales Universidades nacionales Universidades regionales
	Realizar inventario florístico del área de bosque objeto de estudio para identificar las especies vulnerables.		
	Fomentar la propagación y plantación de encinos nativos y otras especies de plantas de la región en las zonas afectadas para su restauración ecológica activa y su protección como áreas prioritarias.		
	Fijar una meta de propagar y plantar 3000 plantas al año de diferentes especies y monitorear su desarrollo.		

ACCIONES ESTRATÉGICAS POR EJE

EJE 5. COLABORACIÓN Y ALIANZAS

El Eje estratégico 5 se refiere a la colaboración y alianzas necesarias a todos los niveles, para poder implementar de manera práctica el Plan de Acción, aquí se vislumbra iniciar con su presentación en los sectores gubernamental, social y empresarial, tanto a nivel estatal como local, para buscar aliados. Además, estas alianzas permitirán dar a conocer los objetivos, incorporar nuevos objetivos particulares que les sean de interés para cada grupo en específico, y seguir las acciones propuestas en el Plan de Acción; consolidar la adopción de los objetivos de este plan y el entendimiento de la importancia de darle seguimiento a los ejes estratégicos del mismo. Cabe mencionar que esta colaboración y establecimiento de alianzas es una forma de acceder a fondos y recursos para la conservación de los bosques, por lo que es fundamental su establecimiento.

ACCIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	ALIADOS
Establecer una red de colaboradores y aliados de diferentes sectores que contribuyan a conservar <i>Q. hirtifolia</i> y las especies relacionadas.	Identificar los posibles colaboradores y aliados.	Años 1-8	Gobierno estatal Gobierno federal Gobierno municipal ONG Sector empresarial nacional, estatal y regional
	Llevar a cabo foros y reuniones para dar a conocer el Plan de Acción.		
	Construir acuerdos y estrategias de trabajo.		

EJE 6. ECONÓMICO

El Eje estratégico final corresponde a la búsqueda de obtención de recursos económicos, elemento vital para la ejecución de este plan. Esto implica la realización de acciones enfocadas al establecimiento de alianzas para el patrocinio de programas a corto y largo plazo. Estas pueden variar y algunas quizás no son aplicables al ámbito en el que el Plan de Acción se desarrolla. Entre las más comunes se encuentran las donaciones o el apoyo de proyectos específicos, el financiamiento de los proyectos de carbono y el ecoturismo, así como la certificación de productos forestales. Algunas de estas deben ser evaluadas por el beneficiario directo del apoyo, pues puede no adaptarse cabalmente al objetivo y compromiso de la comunidad.

Debe recordarse que el impacto de este Plan de Acción incide directamente en el bosque y por lo tanto afecta a los propietarios de las tierras y a la comunidad local que hace uso de él, y en menor grado a las poblaciones que se encuentran a mayor distancia del punto geográfico de impacto.

Por tal motivo, los compromisos adquiridos a cambio de los apoyos económicos, pueden rebasar en determinado momento las capacidades de los beneficiarios, de aquí la importancia de trabajar de la mano con el Eje 5. referente a las Colaboraciones y Alianzas.

ACCIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO	ALIADOS
Solicitud de Donaciones y Subvenciones.	<p>Buscar financiamiento de proyectos de conservación de bosques.</p> <p>Solicitar a las ONG e instancias de Gobierno apoyo para acciones específicas.</p>	Años 1-10	GCCO IOS IUCN ONG SEMARNAT
Venta de bonos de carbono.	Someter proyectos para generar ingreso a través de la venta de carbono.	Años 2-5	Dueños de las tierras CONAFOR SEDATU SEMARNAT
Promoción del ecoturismo de calidad en lugares estratégicos de la región objeto de estudio.	<p>Creación de redes locales para garantizar servicios de turismo sustentable de calidad en un ambiente seguro.</p> <p>Turismo de naturaleza.</p> <p>Observación de aves.</p> <p>Talleres y actividades recreativas con la naturaleza.</p> <p>Gestión de proyectos ecoturísticos ante las instancias correspondientes.</p>	Años 1-10	Dueños de las tierras Investigadores de Universidades locales, estatales y nacionales Secretaría de Turismo local SEDATU
Impulsar la venta de productos forestales locales certificados.	<p>Impulsar el entrenamiento y capacitación en la calidad de elaboración y manufactura de productos derivados del bosque.</p> <p>Colecta y venta de semillas.</p> <p>Producción y venta de hongos.</p> <p>Elaboración y venta de artesanías.</p> <p>Elaboración y venta de aceites esenciales.</p> <p>Gestión de permisos de extracción de productos forestales no maderables.</p>	Años 1-10	JBU BUAP Dueños de tierras Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas Gobierno estatal Organizaciones locales Redes de comercio artesanal SEMARNAT
Promover el acercamiento a las agencias internacionales y al sector gubernamental para la búsqueda de apoyos económicos.	<p>Contactar a las instancias de gobierno que den financiamiento para la conservación de los bosques.</p> <p>Contactar y someter proyectos a Fundaciones Internacionales que apoyen la implementación de este Plan de Acción.</p> <p>Continuar la colaboración con el GCCO liderado por Morton Arboretum que dio lugar a este Plan de Acción.</p>	Años 1-10	GCCO Gobiernos local, estatal y nacional Organizaciones locales (ONG) Universidades y Tecnológicos



CONCLUSIONES

Este Plan de Acción constituye un documento que plasma la estrategia completa que se debe realizar para la conservación de la especie amenazada *Quercus hirtifolia*, que habita principalmente en los bosques nublados y fríos de la Sierra Norte del estado de Puebla e Hidalgo en México. El conocimiento biológico y social que se obtuvo durante el tiempo del proyecto, permitió detectar que este *Quercus* puede funcionar como una especie bandera, cuya protección está ligada a la conservación de un número significativo de especies que cohabitan con ella a lo largo de su distribución natural.

El trabajo colaborativo con la comunidad y diferentes organizaciones permitió conocer las amenazas para la conservación de este bosque, lo que afectará en gran medida la permanencia del bosque nublado en la zona y por ende el hábitat en el que prosperan. La amenaza más grande la representa la deforestación desmedida y el cambio de especies, que afectan en gran medida el microclima proporcionado por la presencia de neblina, la gran humedad, sombra y bajas temperaturas.

Así también, surgido de las discusiones grupales, se definieron los ejes estratégicos en los cuales se incluyen las acciones y actividades concretas a realizar en un periodo de 10 años, con la participación de todos los involucrados en la realización del mismo.

Dos ejes son fundamentales para la realización de este plan: la colaboración y alianzas estratégicas y la generación de fondos para poder desarrollarlo. Sin embargo, dada la importancia del hábitat en donde esta especie se encuentra (que representa menos del 1% del territorio nacional, e incluye 12% de la flora conocida) las opciones para lograrlo se ven muy positivas, tanto en el país como a nivel internacional, pues la prioridad para implementar este plan es con carácter de urgente.

Aquí, se destaca que la participación de GCCO es fundamental pues no solo es generador del movimiento para la conservación de los encinos en México y en el mundo, sino que su mérito principal es el involucramiento de la comunidad local, como ha quedado plasmado en este documento y en los resultados del Proyecto de Investigación del cual se originó.

REFERENCIAS

Alvarez-Clare, S. 2022. Project: Safeguarding threatened tropical montane cloud forest oaks in Mesoamerica. Proyecto Franklina. The Morton Arboretum. Illinois, US.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.

Carrero, C., Jerome, D., Beckman, E., Byrne, A., Coombes, A. J., Deng, M., González-Rodríguez, A., Hoang, V. S., Khoo, E., Nguyen, N., Robiansyah, I., Rodríguez-Correa, H., Sang, J., Song, Y-G., Strijk, J. S., Sugau, J., Sun, W. B., Valencia-Avalos, S. y Westwood, M. (2020). The Red List of Oaks 2020. The Morton Arboretum. Lisle, IL.

Cavender-Bares, J. 2019. Diversification, adaptation, and community assembly of the American oaks (*Quercus*), a model clade for integrating ecology and evolution. *New Phytologist* 221: 669-692.

Gallardo-Hernández, C. (2020). Los encinos (*Quercus* spp.) de Veracruz: una aproximación desde los herbarios a su taxonomía, diversidad y distribución. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional - Universidad Nacional Autónoma de México.

González-Espinosa, M., Meave, J. A., Lorea-Hernández, F.G., Ibarra-Manríquez, G. y Newton, A. C. (Eds). 2011. The Red List of Mexican Cloud Forest Trees. (pp. 152). FFI, BGCI, Cambridge, UK.

González-Rodríguez, A., Alvarez-Clare, S., Rodríguez, A. M., Lara, D.L.C. L., Mendoza, J. G., Xicoténcatl, L. M., Coombes, A., y Cavender-Bares, J. 2022. Conservation genetics of two threatened Mexican oak species. In Symposium S29. Conservation of Oak-Dominated Ecosystems in the Tropics: Opportunities and Challenges. 58th Annual Meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation. Cartagena, Col. July 10-14.

Good, K., Coombes, A. J., Valencia-A, S., Rodríguez-Acosta, M., Beckman Bruns, E., y Alvarez-Clare, S. 2024. Análisis de Vacíos de Conservación de Especies Nativas de Encinos Mesoamericanos. Lisle, IL: The Morton Arboretum.

Good, K., Coombes, A. J., Rodríguez-Acosta, M., Valencia-A, S., & Alvarez-Clare, S. 2024. *Quercus hirtifolia* M.L.Vázquez, S.Valencia & Nixon. En Good, K., Coombes, A. J., Valencia-A, S., Rodríguez-Acosta, M., Beckman Bruns, E., y Alvarez-Clare, S. Análisis de Vacíos de Conservación de Especies Nativas de Encinos Mesoamericanos. (pp. 221-228). Lisle, IL: The Morton Arboretum.

Gual-Díaz, M. y González-Medrano, F. 2014. Los Bosques Mesófilos de Montaña en México. En M. Gual-Díaz y M. González-Medrano (Ed.). Bosques Mesófilos de Montaña de México: Diversidad, Ecología y Manejo (27-68 pp.). México, D.F.: CONABIO.

Jerome, D. 2018. *Quercus hirtifolia*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018:e.T194138A2302405. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T194138A2302405.en>. Accessed on 12 January 2025.

Khoury, C. K., Carver, D., Greene, S. L., y Frances, A. 2020. Crop wild relatives of the United States require urgent conservation action. PNAS 117(52): 33351–33357. <https://doi.org/10.1073/pnas.2007029117> UNEP-WCMC & IUCN. 2023. Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) [Online] Cambridge, UK. Disponible en www.protectedplanet.net. Visitado en 2023.

Kremer, A., y Hipp, A. L. 2020. Oaks: an evolutionary success story. New Phytologist, 226(4), 987-1011.

Luna-Bonilla, O. A. D., A. González-Rodríguez, H. Rodríguez-Correa, J. Piña-Torres, A. J. Coombes y S. Valencia-A. 2024. *Quercus purhepecha* (Fagaceae), a new species of shrub oak endemic to the state of Michoacán, México. Phytotaxa 670 (4): 191-202.

Ortiz, E., y Villaseñor, J. L. 2017. Modelación de la distribución potencial del bosque húmedo de montaña en México. AGROProductividad, 10(1), 24-29.

Reyes-Escobar, L. M. 2024. Escenarios de cambio climático en la distribución potencial de especies endémicas del género *Quercus* (Fagaceae) en el bosque mesófilo de montaña de México. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Ciudad Universitaria, UNAM. 97 pag.

Rodríguez-Acosta, M. y A. J. Coombes (Eds.). 2020. Manual de propagación de *Quercus*: Una guía fácil y rápida para cultivar encinos en México y América Central. Jardín Botánico Universitario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

Rodríguez, A. M y Coombes, A. 2023. Guía Visual. *Quercus hirtifolia*. Serie Bosque nublado.

Rzedowski, J. 1978. La Vegetación de México. Limusa. México.

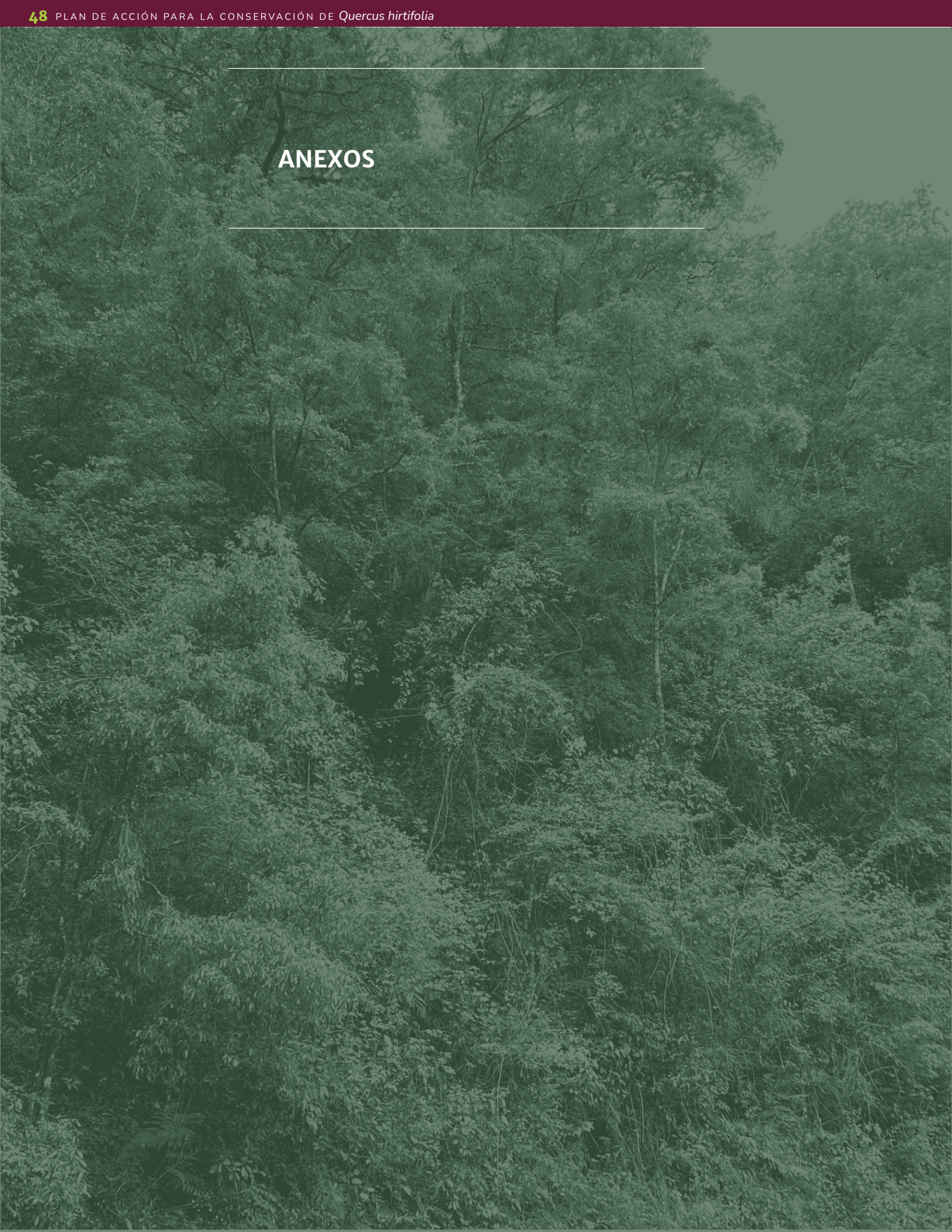
Valencia-A., S. 2021. Species delimitation in genus *Quercus*. Botanical Sciences 99(1): 01-12.

Valencia-A., S., Flores-Franco, G., Jiménez-Ramírez, J. y Mora-Jarvio, M. 2017. Distribution and diversity of Fagaceae in Hidalgo, Mexico. Botanical Sciences 96(4):660–721. <https://doi.org/10.17129/botsci.1020>.

Valencia-A., S. y O. Soto-Arellano. 2025. Notes on *Quercus salicifolia* and description of a new species of *Quercus* section Lobatae (Fagaceae) from Mexico. Phytotaxa 681 (1): 055–069.

Vázquez, M. L., Valencia-A., S. y Nixon, K. C. 2004. Notes on red oaks (*Quercus* Sect. Lobatae) in eastern Mexico, with description of a new species, *Quercus hirtifolia*. Brittonia 56(2): 136–142. [https://doi.org/10.1663/0007-196X\(2004\)056\[0136:NOROQS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0007-196X(2004)056[0136:NOROQS]2.0.CO;2).

ANEXOS



ANEXO 1

LISTA DE ESPECIES DE QUERCUS EN EL AREA DE ESTUDIO

BHM Bosque húmedo de montaña, BTEM Bosque templado, BTES Bosque tropical estacionalmente seco, BTHU Bosque tropical húmedo, MXER Matorral xerófilo

ESPECIES	SECCIÓN	CATEGORÍA IUCN	BIOMAS	INTERVALO ALTITUDINAL m s. n. m.
<i>Quercus acherdophylla</i> Trel.	L	DD	BHM, BTE	1500-2500
<i>Quercus acutifolia</i> Née	L	VU	BHM, BTEM, BTES, BTHU, MXER	300-2700
<i>Quercus affinis</i> Scheidw.	L	LC	BHM, BTEM	1250-2900
<i>Quercus ariifolia</i> Trel.	Q	NT	BTEM	1800-2700
<i>Quercus calophylla</i> Schlttdl. & Cham.	L	LC	BHM, BTEM	1000-2500
<i>Quercus castanea</i> Née	L	LC	BHM, BTEM, BTES, BTHU	500-3400
<i>Quercus corrugata</i> Hook.	Q	LC	BHM, BTEM, BTHU	300-2500
<i>Quercus cortesii</i> Liebm.	L	NT	BHM, BTEM, BTHU	600-2000
<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	L	LC	BHM, BTEM, BTES, MXER	10- 3200
<i>Quercus crassipes</i> Bonpl.	L	LC	BTEM, BTES, MXER	1900-3600
<i>Quercus delgadoana</i> S. Valencia, Nixon & L.M. Kelly	L	EN	BHM, BTEM	1400-2400
<i>Quercus depressa</i> Bonpl.	L	LC	BHM, BTEM	1900-3200
<i>Quercus deserticola</i> Trel.	Q	LC	BTEM, BTES, MXER	600-2800
<i>Quercus frutex</i> Trel.	Q	LC	BTEM, BTES, MXER	2100-2900
<i>Quercus germana</i> Schlttdl. & Cham.	Q	LC	BHM, BTEM, BTES, BTHU, MXER	800-2100
<i>Quercus glabrescens</i> Benth.	L	LC	BHM, BTEM, BTES, MXER	1100-3200
<i>Quercus grahamii</i> Benth.	L	DD	BHM, BTEM, BTES, MXER	1000-2800
<i>Quercus greggii</i> (A. DC.) Trel.	Q	LC	BTEM, MXER	800-3300
<i>Quercus grisea</i> Liebm.	Q	LC	BTEM, BTES, MXER	1200-2800
<i>Quercus laeta</i> Liebm.	Q	LC	BHM, BTEM, BTES, BTHU, MXER	400-3000
<i>Quercus lancifolia</i> Schlttdl. & Cham.	Q	LC	BHM, BTEM, BTES, BTHU	500-2200
<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	L	LC	BHM, BTEM, BTES, BTHU, MXER	1300-3300
<i>Quercus liebmannii</i> Oerst. ex Trel.	Q	LC	BTEM, BTES, MXER	1300-2500
<i>Quercus meavei</i> S. Valencia, Sabas & O.J. Soto	L	VU	BHM, BTEM	1400-2500
<i>Quercus mexicana</i> Bonpl.	L	LC	BHM, BTEM, BTES, MXER	1500-2900
<i>Quercus microphylla</i> Née	Q	LC	BHM, BTEM, BTHU, MXER	1500-3200
<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.	Q	LC	BTEM	700-3400
<i>Quercus oleoides</i> Schlttdl. & Cham.	V	NT	BHM, BTEM, BTES, BTHU	20-1400
<i>Quercus paxtalensis</i> C.H. Mull.	L	DD	BHM, BTEM, BTHU	800-1600
<i>Quercus peduncularis</i> Née	Q	LC	BHM, BTEM, BTES, BTHU, MXER	500-2600
<i>Quercus pinnativenulosa</i> C.H. Mull.	L	NT	BHM, BTEM	800-2400
<i>Quercus polymorpha</i> Schlttdl. & Cham.	Q	LC	BHM, BTEM, BTES, BTHU, MXER	300-1800
<i>Quercus repanda</i> Bonpl.	Q	LC	BHM, BTEM, BTES, BTHU, MXER	1800-3200
<i>Quercus rugosa</i> Née	Q	LC	BHM, BTEM, BTES, BTHU, MXER	20-3400
<i>Quercus salicifolia</i> Née	L	LC	BHM, BTEM, BTES, BTHU	600-2800
<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	L	LC	BHM, BTEM, BTHU	20-1900
<i>Quercus sartorii</i> Liebm.	L	NT	BHM, BTEM, BTES, BTHU	900-2500
<i>Quercus sebifera</i> Trel.	Q	LC	BHM, BTEM, BTES, MXER	1000-2600
<i>Quercus toxicodendrifolia</i> Trel.	Q	DD	BHM, BTEM	1400-2800
<i>Quercus trinitatis</i> Trel.	L	DD	BHM, BTEM, MXER	1500-3000
<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl.	L	LC	BHM, BTEM, BTES, BTHU	200-2400
<i>Quercus xyliina</i> Scheidw.	Q	NT	BHM, BTEM	2500-2300

