

# Análisis de Vacíos de Conservación de Especies Nativas de Encinos Mesoamericanos



## Perfil de la Especie: *Quercus macdougalii*

Kate Good, Susana Valencia-A, Nelly Pacheco-Cruz, Silvia Alvarez-Clare

### EN PELIGRO CRÍTICO

*Quercus graciliformis*  
*Quercus mulleri*

### EN PELIGRO

*Quercus galeanensis*  
*Quercus hintonii*  
*Quercus hirtifolia*  
*Quercus insignis*  
***Quercus macdougalii***  
*Quercus miquihuanensis*  
*Quercus nixoniana*  
*Quercus radiata*  
*Quercus runcinatifolia*  
*Quercus tomentella*

### VULNERABLE

*Quercus acutifolia*  
*Quercus ajoensis*  
*Quercus cedrosensis*  
*Quercus costaricensis*  
*Quercus gulielmi-treleasei*  
*Quercus hintoniorum*  
*Quercus meavei*  
*Quercus rubramenta*  
*Quercus tuitensis*  
*Quercus vicentensis*



THE  
CHAMPION  
of TREES



# Quercus macdougallii Martínez

**Nombres Comunes:** Yaa dua yu (Zapotec), 'Ma kue (Chinantec)

**Estado de la Lista Roja de la UICN:** En Peligro B1ab(iii)+2ab(iii)

**Expertas en el perfil de especie:** Susana Valencia-A, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Nelly Pacheco-Cruz, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

**Cita sugerida:** Good, K., Valencia-A, S., Pacheco-Cruz, N., & Alvarez-Clare, S. (2024). *Quercus macdougallii* Martínez. En Good, K., Coombes, A. J., Valencia-A, S., Rodríguez-Acosta, M., Beckman Bruns, E., & Alvarez-Clare, S. *Análisis de Vacíos de Conservación de Especies Nativas de Encinos Mesoamericanos*. (pp. 237-244). Lisle, IL: The Morton Arboretum

## DISTRIBUCIÓN Y BIOLOGÍA

*Quercus macdougallii* es una especie microendémica en La Sierra Juárez, Oaxaca, México (Figura 1). Se distribuye en las laderas del Cerro Zacate (San Pedro Yólox) y Humo Grande (Santiago Comaltepec) en elevaciones de 2,400–3,040 msnm (González-Espinosa et al., 2011; Clark-Tapia et al., 2018). Recientemente, se han descubierto más individuos en Ixtlán de Juárez en la montaña Shia Rua Via

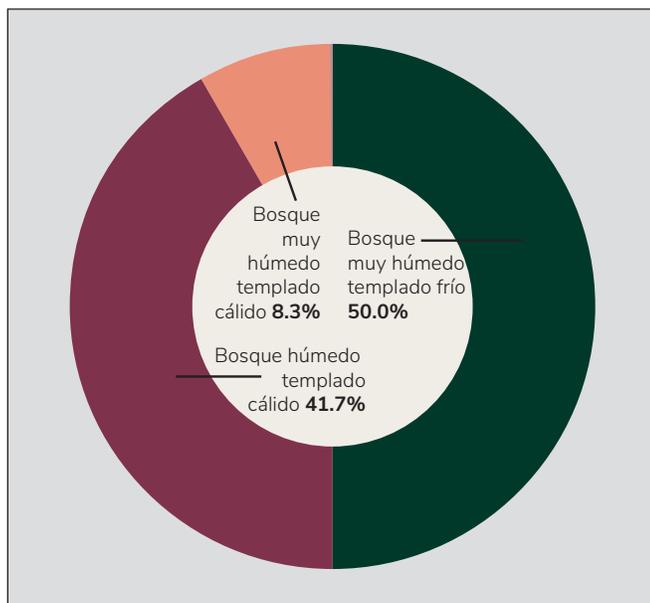


(también conocida como “Los Pozuelos”; Pacheco-Cruz, 2019). En su rango de elevación más bajo (<2600 msnm) hay poca abundancia de individuos principalmente jóvenes de seis metros o menos de altura. En elevaciones más altas (2750–2950 msnm) hay mayor abundancia y se encuentran todas las clases de edad, incluidos árboles maduros grandes (Clark-Tapia et al., 2018). Donde crece, *Q. macdougallii* puede dominar el bosque (Pacheco-Cruz, 2022). Se encuentra principalmente en dos zonas de vida de Holdridge: bosque húmedo templado frío y bosque húmedo templado cálido (Figura 2).

*Quercus macdougallii* varía mucho en tamaño y hábito. Puede crecer hasta 40 m de altura mostrando un hábito arbóreo, o crecer como un arbusto relativamente pequeño (González-Espinosa et al., 2011). Las hojas también tienen una forma variable, siendo las hojas jóvenes típicamente oblongas-elípticas, coriáceas y brillantes (Pacheco-Cruz, 2022).



**Figura 1.** Puntos de ocurrencia in situ de *Quercus macdougallii*.



**Figura 2.** Distribución del porcentaje de puntos de ocurrencia silvestre en cada zona de vida de Holdridge para *Quercus macdougalii*. Para obtener más información sobre el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, consulte el informe principal de análisis de vacíos de conservación (Good et al., 2024).

## AMENAZAS A LAS POBLACIONES SILVESTRES

**Uso humano de especies — recolección silvestre:** Desconocida.

**Uso humano del paisaje — agricultura, silvicultura, ganadería y/o pastoreo:** Las áreas donde crece *Q. macdougalii* se han utilizado históricamente para la agricultura, la ganadería y la silvicultura.

**Uso humano del paisaje — desarrollo residencial/comercial, minería, y/o carreteras:** Algunas poblaciones de *Q. macdougalii* han sido fragmentadas por la construcción de caminos y carreteras.

**Uso humano del paisaje — turismo y/o recreación:** En Ixtlán de Juárez se realizan actividades de ecoturismo en la montaña Shia Rua Via para visitar el bosque nuboso y el “árbol sagrado” que es un individuo de *Q. macdougalii*. En la parte más alta del Cerro Zacate, rodeado de ejemplares de *Q. macdougalii*, los habitantes de San Pedro Yólox construyeron una iglesia católica.

**Modificación antropogénica de los sistemas naturales — alteración de los regímenes de fuego, contaminación, erradicación:** Se ha informado que el área de distribución de *Q. macdougalii* ha sufrido incendios y nevadas. También hay raleo de bosques y eliminación de árboles de *Q. macdougalii* en favor del establecimiento de especies con importancia económica como *Pinus patula*.

**Modificación antropogénica de los sistemas naturales — competencia y/o perturbación de especies invasoras:** Desconocida. Se ha observado que la proliferación del género *Cuscuta* cerca del hábitat de *Q. macdougalii* daña los pinos dentro del área, pero aún no se sabe si afecta a los encinos.

**Cambio climático — cambio de hábitat, sequía, temperaturas extremas y/o inundaciones:** La especie se distribuye a gran altura y es susceptible al cambio climático, debido a la reducción de sitios con condiciones de temperatura y humedad adecuadas para su desarrollo. Dentro del rango nativo inferido de *Q. macdougalii*, se espera que el área del bosque húmedo templado frío disminuya en un promedio del 100% para los años 2061–2080 en relación con las condiciones actuales (Good et al., 2024).

**Pérdida de material genético — endogamia y/o introgresión:** La diversidad genética y alélica encontrada en estudios previos se considera relativamente baja en comparación con otras especies de encinos (Molina, 2011). La secuenciación masiva de 79 individuos identificó 8186 polimorfismos de un solo nucleótido (*single nucleotide polymorphism* o SNP en Inglés) y confirmó una baja diversidad genética. Se reportó que la especie se comporta como una sola población con un gradiente de variación genética hacia el sur de su distribución, sugiriendo un posible grupo genético incipiente (Pacheco-Cruz, 2019).

**Plagas y/o patógenos:** Se ha informado cierta infestación de bellotas por larvas de insectos y *Curculionidae*, lo que reduce la viabilidad de las bellotas.

**Población extremadamente pequeña y/o restringida:** *Quercus macdougalii* es una especie microendémica de la Sierra Norte de Oaxaca. En el área de Cerro Zacate-Humo Grande, *Q. macdougalii* sólo se encuentra en elevaciones superiores a los 2600 m, principalmente alrededor de los 2900 m, y algunas poblaciones sólo tienen 150 árboles por hectárea. Rara vez se observan individuos jóvenes y plántulas en Sierra Juárez, Oaxaca (Nelly Pacheco-Cruz, comunicación personal, 2024).

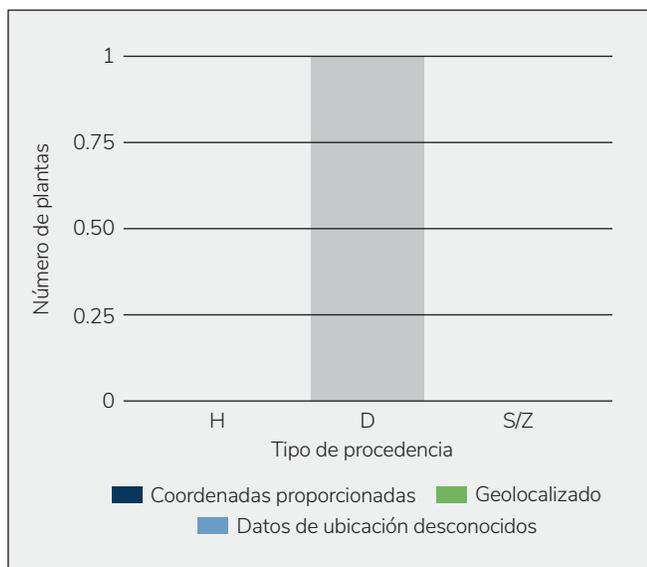
## ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN

Una vez al año, entre 2017 y 2022, se solicitaron datos de accesiones de *Quercus* de colecciones ex situ a nivel mundial. Un total de 197 instituciones de 27 países presentaron datos sobre especies de encinos Mesoamericanos, incluida *Q. macdougalii* (Tabla 1, Figura 3). También se examinaron las actividades de conservación pasadas, presentes y planificadas para las especies de encino Mesoamericanos de interés mediante revisión de literatura y consultas a expertos.

Se realizó un análisis espacial para estimar la cobertura geográfica y ecológica de colecciones ex situ utilizando métodos modificados de Khoury et al. (2020; Figura 4). Se trazó un radio de 20 kilómetros alrededor de cada punto de ocurrencia silvestre, y en las ocurrencias de origen ex situ. Se referirá a esta área como área de amortiguamiento de aquí en adelante en el texto. En conjunto, el área de amortiguamiento alrededor de los puntos de ocurrencia silvestre representa el área de distribución nativa inferida de la especie. El área de

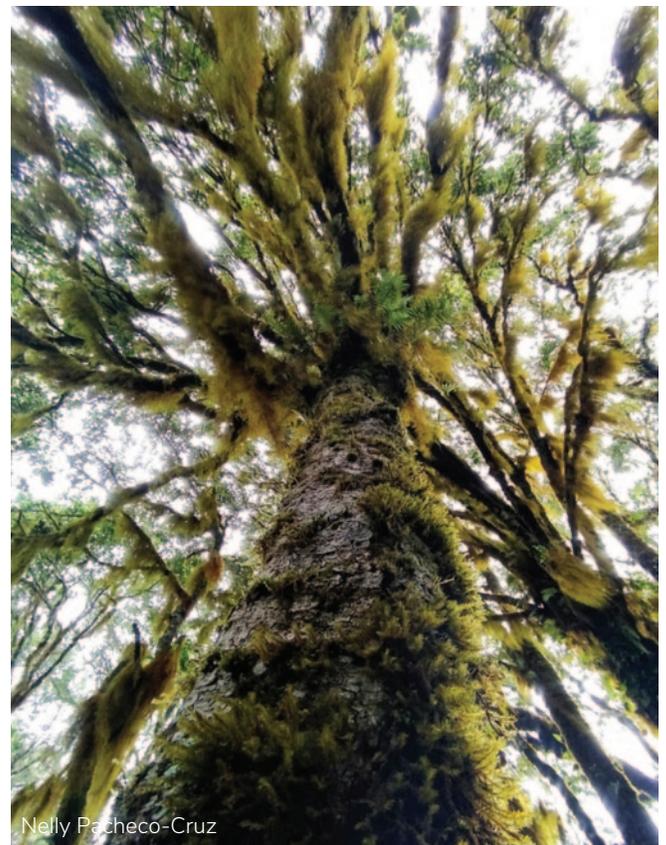
**Tabla 1.** Resultados de los estudios ex situ 2017–2022.

Número de colecciones ex situ para esta especie	1
Número de plantas en colecciones ex situ	1
Número promedio de plantas por institución	1
Porcentaje de plantas ex situ de origen silvestre	0%
Porcentaje de plantas de origen silvestre con localidad conocida	0%

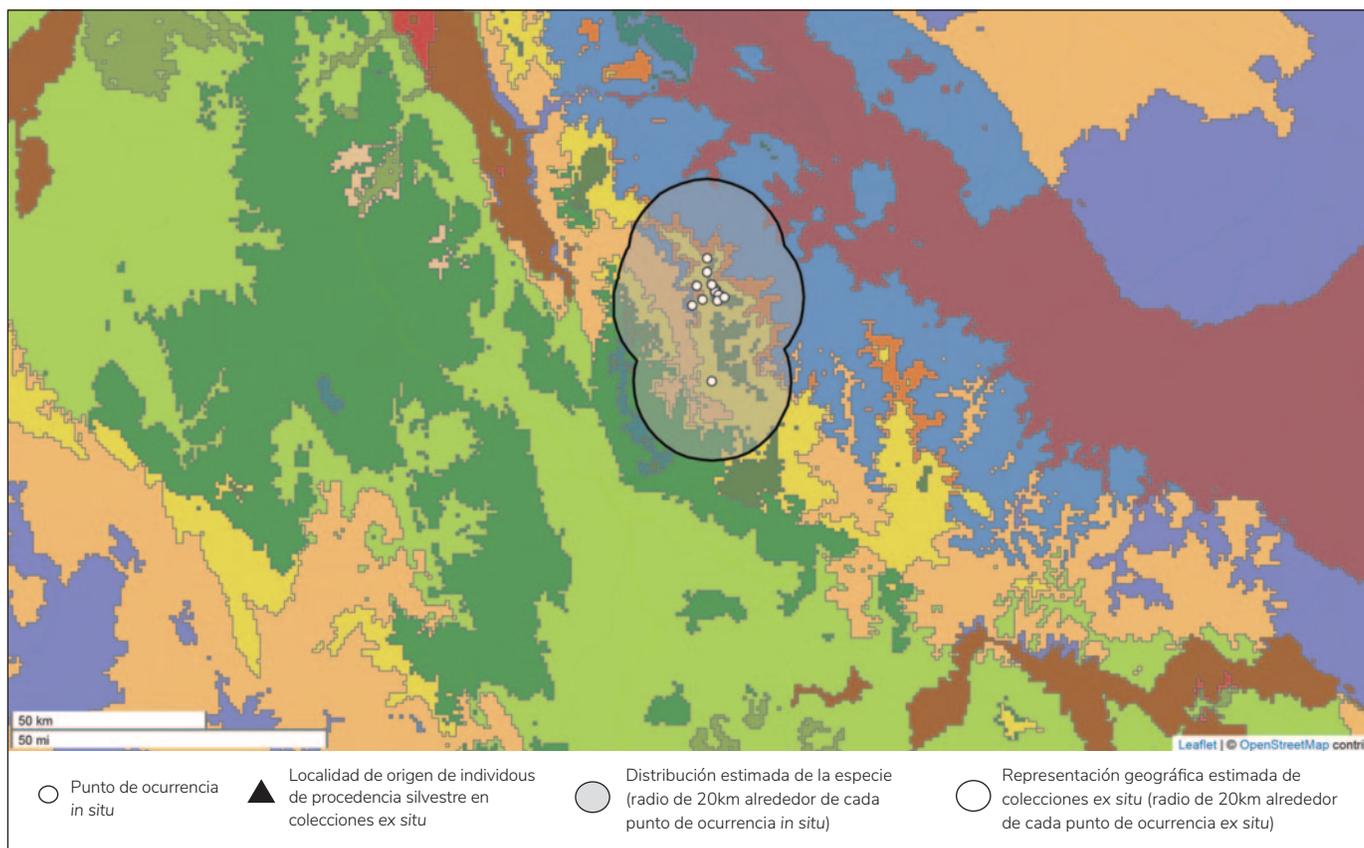


**Figura 3.** Número y origen de plantas de *Quercus macdougalii* en colecciones ex situ. Tipos de procedencia: H = hortícola; D = desconocida; S = silvestre; Z = propagado de forma silvestre.

amortiguamiento alrededor de los puntos ex situ sirve como área de distribución nativa representada en las colecciones ex situ. La cobertura geográfica de las colecciones ex situ se estimó dividiendo el área de amortiguamiento ex situ por el área del área de distribución nativa inferida. La cobertura ecológica de las colecciones ex situ se estimó dividiendo el número de zonas de vida de Holdridge presentes bajo la zona de amortiguamiento ex situ por el número de zonas de vida de Holdridge bajo el área de distribución nativa inferida. La representatividad de la especie ex situ se calculó contando el número de instituciones ex situ que actualmente tienen uno o más individuos vivos de procedencia silvestre en sus colecciones, hasta un máximo de diez. Para mantener una escala consistente en todas las puntuaciones, este número se multiplicó por diez. Las tres puntuaciones oscilan entre 0–100. Se calculó una puntuación final de conservación ex situ tomando un promedio de las tres puntuaciones anteriores. Las puntuaciones finales varían de 0–100, donde las puntuaciones cercanas a 100 indican una conservación ex situ integral y las puntuaciones cercanas a 0 indican una conservación ex situ deficiente (Tabla 2). Como referencia, los encinos Mesoamericanos amenazados con mayor puntaje de conservación ex situ son *Q. engelmannii* con un puntaje de 76/100 y *Q. brandegeei* con un puntaje de 74/100. Hay 10 encinos amenazados con puntuaciones finales ex situ de 10 o menos.



Nelly Pacheco-Cruz



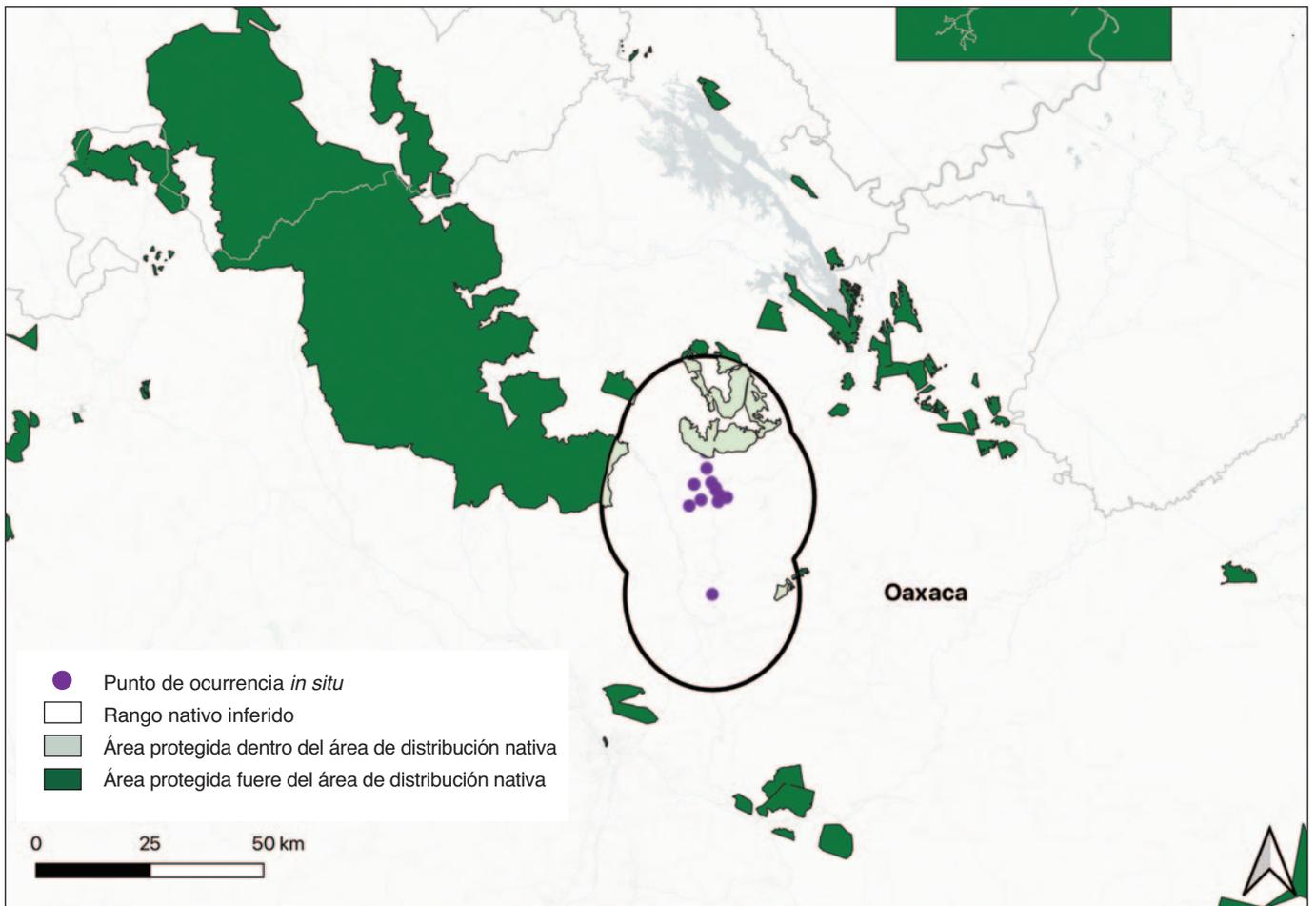
**Figura 4.** Puntos de ocurrencia silvestre de *Quercus macdougallii*. Las regiones coloreadas son zonas de vida de Holdridge.

**Tabla 2.** Puntajes de conservación ex situ para *Quercus macdougallii* con todos los puntajes entre 0–100. Una puntuación final de 100 indica una conservación ex situ integral y una puntuación de 0 representa una conservación ex situ deficiente.

Cobertura geográfica ex situ	0
Cobertura ecológica ex situ	0
Representación en colecciones ex situ	0
Puntuación final de conservación ex situ	0

Utilizando métodos modificados de Khoury et al. (2020), estimamos el grado de representación de *Q. macdougallii* en áreas protegidas para identificar vacíos de conservación in situ. Los puntos de ocurrencia silvestre se mapearon y se superpusieron con áreas protegidas de la *World Database on Protected Areas* (Figura 5; UNEP-WCMC & IUCN, 2023). Se trazó un radio de 20 kilómetros alrededor de cada punto de ocurrencia para representar el rango nativo inferido de la especie. La cobertura geográfica in situ se estimó calculando la proporción del área de distribución nativa inferida presente

dentro áreas protegidas. La cobertura ecológica in situ se estimó identificando el número de las zonas de vida de Holdridge donde la especie se encuentra, y calculando el porcentaje de estas zonas de vida de Holdridge dentro de las áreas protegidas. La representatividad de las especies in situ se estimó calculando el porcentaje de puntos de ocurrencia dentro del área de distribución nativa de la especie que se encuentran dentro de áreas protegidas. Las tres puntuaciones oscilan entre 0–100. Se calculó una puntuación final de conservación in situ tomando un promedio de las tres puntuaciones anteriores. Las puntuaciones finales oscilan entre 0–100, donde las puntuaciones cercanas a 100 indican una conservación in situ integral y las puntuaciones cercanas a 0 indican una conservación in situ deficiente (Tabla 3). Como referencia, los encinos Mesoamericanos amenazados con mayor puntaje de conservación in situ son *Q. carmenensis* con un puntaje de 99/100 y *Q. costaricensis* con un puntaje de 94/100. Hay dos encinos amenazados con puntuaciones finales in situ de 10 o menos.



**Figura 5.** Puntos de ocurrencia *in situ* y área de distribución nativa inferida de *Quercus macdougallii* en relación con áreas protegidas. Las áreas protegidas son de la World Database on Protected Areas (UNEP-WCMC & IUCN, 2023).

**Tabla 3.** Puntajes de conservación *in situ* para *Quercus macdougallii* con todos los puntajes entre 0–100. Una puntuación final de 100 indica una conservación *in situ* integral y una puntuación de 0 representa una conservación *in situ* deficiente.

Cobertura geográfica <i>in situ</i>	9
Cobertura ecológica <i>in situ</i>	78
Representatividad de especies <i>in situ</i>	9
Puntuación final de conservación <i>in situ</i>	32

**Protección de la tierra:** Dentro del área de distribución nativa inferida de la especie, el 9% está cubierto por áreas protegidas (Figura 5). Las áreas protegidas cercanas son principalmente Áreas de Conservación Voluntaria e incluyen el Área de Conservación Nopalera del Rosario y La Tierra del Faisán.

**Manejo sostenible de la tierra:** Desconocida.

**Monitoreo de la población y/o expediciones botánicas:**

Anacleto-Carmona (2015) estudió, como tesis de licenciatura, la abundancia de árboles de diferentes edades de *Q. macdougallii* en su área de distribución. En un estudio de 2018 sobre la reproducción de *Q. macdougallii* realizado por Clark-Tapia et al., se inspeccionó el área de distribución para tomar muestras y recolectar bellotas. Además, *Q. macdougallii* recibió recientemente una subvención del Fondo IOS Oak Conservation and Research (OC&R; Byrne, 2023). Este proyecto se centrará en estudiar *Q. macdougallii* para comprender mejor la distribución y la estructura de la población, así como identificar las variables que impactan su abundancia.

**Colecciones botánicas y/o curación ex situ:**

Según los resultados de nuestros estudios *ex situ*, esta especie se encuentra actualmente en una colección *ex situ* de procedencia desconocida.



Francisco Garín

**Programas de propagación y/o mejoramiento:** Desconocidas.

**Reintroducción, refuerzo y/o translocación:** El estudio de Clark-Tapia et al. (2018) reintrodujo plántulas en diferentes elevaciones desde donde se distribuye la especie, encontrando que el mayor porcentaje de supervivencia se produjo a 2850 m.

**Investigación:** Se han realizado investigaciones sobre *Q. macdougallii* centrándose en la reproducción (Clark-Tapia, et al., 2018), la diversidad genética (Molina, 2011) y la anatomía de la madera (Ruiz-Aquino et al., 2020). Actualmente se están investigando los posibles genes asociados con la adaptación local mediante análisis bioinformáticos utilizando datos de secuenciación de 79 individuos. Además, actualmente se realiza un análisis descriptivo del suelo donde se encuentra la especie (Pacheco-Cruz, en preparación).

**Educación, difusión y/o capacitación:** La educación y la divulgación son parte del fondo IOS OC&R 2023 para crear conciencia sobre esta especie amenazada en la comunidad local.

**Políticas para la protección de especies:** *Quercus macdougallii* es el único encino endémico mexicano que figura como amenazado en la Lista Federal de Especies en Peligro de Extinción de México (NOM-59). Como resultado, es muy difícil recolectar *Q. macdougallii* y se requieren permisos especiales para trabajar con esta especie.

## ACCIONES PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN

Para conservar *Q. macdougallii*, las actividades de conservación a las que se deben dar la máxima prioridad son:

### Protección de la tierra

Hay muy pocas áreas protegidas dentro del área de distribución nativa inferida de *Q. macdougallii*. Es necesario el establecimiento de áreas protegidas para evitar pérdidas adicionales de árboles de esta especie.

### Educación, difusión y/o capacitación

La educación que permita involucrar a la comunidad local en el cuidado de la especie debe ser una prioridad.

### Programas de propagación y/o mejoramiento

La recolección silvestre y el establecimiento de un programa de propagación son necesarios para sustentar esta especie tan restringida.

### Reintroducción, refuerzo y/o translocación

El hábitat y la altitud donde se desarrolla esta especie estarán entre los más afectados por el cambio climático. Como resultado, se necesita la migración asistida de plántulas a sitios con condiciones ambientales futuras adecuadas para el desarrollo de la especie.

## REFERENCIAS

Anacleto-Carmona, E. 2015. Abundancia y distribución de *Quercus macdougalii* (Fagaceae), especie endémica de la Sierra Juárez. Tesis de Licenciatura. Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

Byrne, A. 2023. "OC&R Committee Announces Second Round of Grant Funding". International Oak Society. Disponible en <https://www.internationaloaksociety.org/content/ocr-committee-announces-second-round-grant-funding>. Visitado en abril de 2024.

Clark-Tapia, R., Mendoza Ochoa, A., Aguirre-Hidalgo, V., Antúnez, P., Campos Contreras, J. E., Luna-Krauletz, M. D., & Alfonso-Corrado, C. 2018. Reproducción sexual de *Quercus macdougalii*, un encino endémico de la Sierra Juárez, Oaxaca. *Madera y bosques* 24(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421617>

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

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

Khoury, C. K, Carver, D., Greene, S. L., & Frances, A. 2020. Crop wild relatives of the United States require urgent conservation action. *PNAS* 117(52): 33351–33357.

Molina, G. C. 2011. Diversidad genética y estructura poblacional de *Quercus macdougalii*, encino endémico de Oaxaca, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 71 pag.

Pacheco-Cruz, N. 2019. Variación genómica y distribución potencial de *Quercus macdougalii* Martínez, especie endémica de Oaxaca. Tesis de Maestría, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 108 pag.

Pacheco-Cruz, N. 2022. Species Spotlight: *Quercus macdougalii* Martínez. International Oak Society. Disponible en <https://www.internationaloaksociety.org/content/species-spotlight-quercus-macdougallii-mart%C3%ADnez>



Ruiz-Aquino, F., Bautista, L. L., Bautista, A. E. L., Santiago-García, W., Pintor-Ibarra, L. F., & Rutiaga-Quiñones, J. G. 2020. Anatomical characterization, physical, and chemical properties of wood of *Quercus macdougalii* Martínez, endemic species of the Sierra Juárez of Oaxaca, Mexico. *BioResources* 15(3): 5975-5998.

UNEP-WCMC & IUCN. 2023. Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) [Online] Cambridge, UK. Disponible en [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net). Visitado en 2023.