

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



The Morton Arboretum

## Perfil de la Especie: *Quercus brandegeei*

Daniel W. Pérez Morales, Kate Good, Silvia Alvarez-Clare

### EN PELIGRO CRÍTICO

*Quercus graciliformis*  
*Quercus mulleri*

### EN PELIGRO

*Quercus galeanensis*  
*Quercus hintonii*  
*Quercus hirtifolia*  
*Quercus insignis*  
*Quercus macdougallii*  
*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*

# Quercus brandegeei Goldman

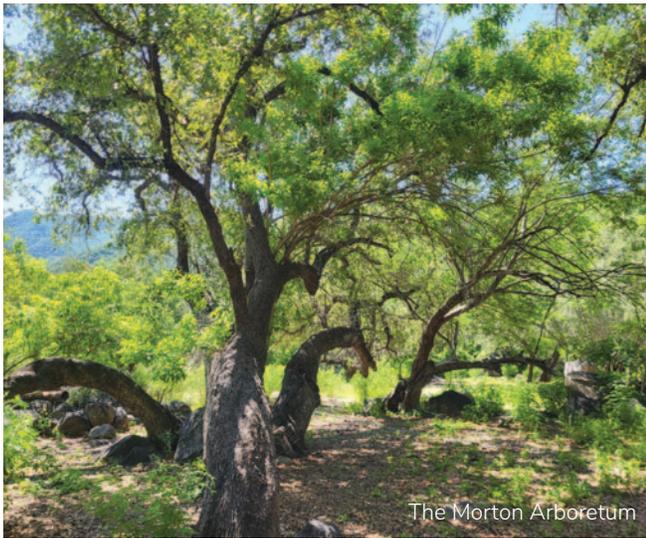
Nombres Comunes, Español: Encino Arroyero

Estado de la Lista Roja de la UICN: En Peligro: B1ab(iii,v)c(iv)+2ab(iii,v)c(iv)

Expertos en el perfil de especie: Daniel W. Pérez Morales, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR); Silvia Alvarez-Clare, The Morton Arboretum

Colaboradora: Ash Hamilton, The University of Chicago y The Morton Arboretum

Cita sugerida: Pérez Morales, D. W., Good, K., & Alvarez-Clare, S. (2024). *Quercus brandegeei* Goldman. 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 de Nativas Encinos Mesoamericanos*. (pp. 85-92). Lisle, IL: The Morton Arboretum.



## DISTRIBUCIÓN Y BIOLOGÍA

*Quercus brandegeei* es endémico de la Región del Cabo, ubicada en el extremo sur de la península de Baja California, México (Figura 1). Uno de los rasgos característicos de la fisiografía de la Región del Cabo es la Sierra de la Laguna, un macizo montañoso que se extiende de norte a sur con una altitud máxima de 2100 metros sobre el nivel del mar. A lo largo del gradiente altitudinal se desarrollan diferentes tipos de vegetación. En elevaciones más bajas se localiza matorral sarcocaulé. De 300 a 1000 m se encuentra el único bosque caducifolio de llanura o bosque seco tropical de la península, y por encima de los 1000 m se encuentran los encinares y el bosque de pino-encino. Además, existe vegetación ribereña desde aproximadamente 800 metros de altitud (Breceda, 1994; CONANP, 2003). Esta comunidad vegetal se caracteriza por el güeribo (*Populus brandegeei* var. *glabra*) y palmeras como la palma negra o palmilla (*Erythea brandegeei*) y la palma real o palma de hoja (*Washingtonia robusta*). Es en

este tipo de vegetación donde se distribuyen los individuos de *Q. brandegeei*. Las poblaciones de *Q. brandegeei* están escasamente distribuidas en parches a orillas de arroyos a altitudes no superiores a los 800 m. La mayoría de los casos conocidos se encuentran dentro de la zona de vida del monte espinoso subtropical (Figura 2).

*Quercus brandegeei* es un encino de hoja perenne de tamaño mediano que alcanza una altura promedio de 10–12 metros y hasta 20 m (Denvir & Westwood, 2016). Tiene la corteza gris surcada y una copa ancha y extendida que puede medir una media de 20 m<sup>2</sup>. En esta especie se ha observado un ciclo de maduración del fruto principalmente anual, completándose la maduración en otoño e invierno. Es una especie que alterna entre abundante y escasa, o incluso nula producción de bellotas. Presenta gran polimorfismo en forma, coloración y dimensiones tanto de las hojas como de sus frutos. Las bellotas miden entre 3–4.5 cm de largo, entre 1–1.2 cm de ancho, son fusiformes y presentan en el ápice un pico atenuado, glabro y marrón opaco en el ápice (Muller, 1961; Cavender-Bares et al., 2015; Pérez-Morales, 2021).

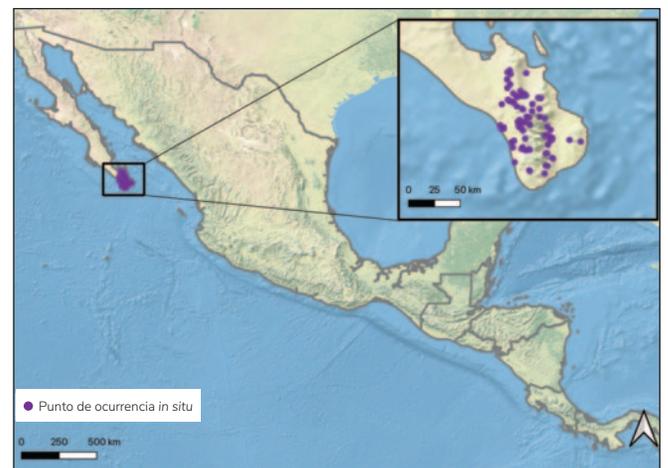
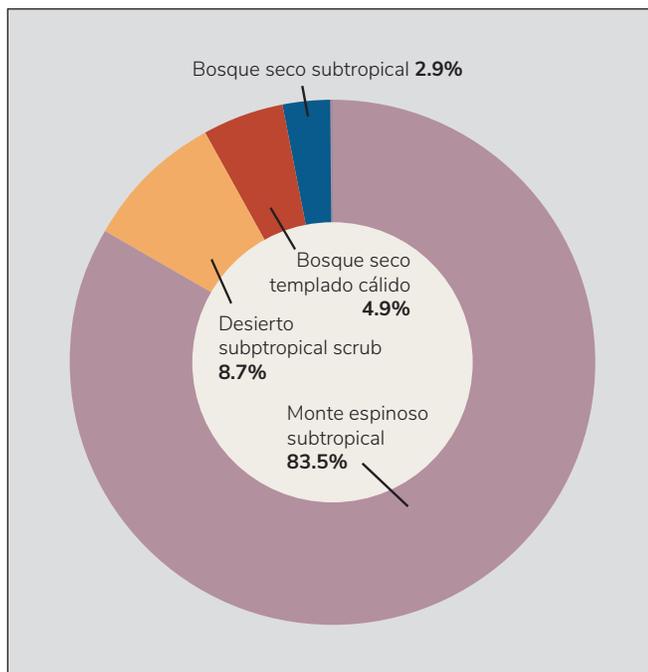


Figura 1. Puntos de ocurrencia in situ de *Quercus brandegeei*



**Figura 2.** Distribución del porcentaje de puntos de ocurrencia silvestre en cada zona de vida de Holdridge para *Quercus brandegeei*. 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).

## THREATS TO WILD POPULATIONS

**Uso humano de especies — recolección silvestre:** Las bellotas de *Q. brandegeei* se utilizan para alimentar al ganado y también se muelen para hacer harina y hacer atole (Brinckwirth et al., 2023). La madera se utiliza para carbón, combustible y postes para cercas (Pérez-Morales, 2021).

**Uso humano del paisaje — agricultura, silvicultura, ganadería y/o pastoreo:** Dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna existen poco menos de un centenar de estancias principalmente ganaderas. También existen ranchos a orillas de arroyos que cuentan con pequeños huertos donde se cultivan frutas y verduras, además de ganado (Castorena & Breceda, 2008). Los efectos de la ganadería sobre la vegetación del bosque bajo caducifolio ha resultado en la pérdida de diversidad de especies herbáceas (Breceda et al., 1997; 2012).

**Uso humano del paisaje — desarrollo residencial/comercial, minería, y/o carreteras:** Hay minas y canteras dentro del hábitat de *Q. brandegeei*. La arena se extrae de los arroyos y se utiliza para la construcción.

**Uso humano del paisaje — turismo y/o recreación:** El ecoturismo es una actividad cada vez más popular dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, con aproximadamente 1,340 turistas mexicanos y 540 turistas extranjeros cada año (UNESCO, 2018). Faltan educación ambiental y regulación de las actividades recreativas.

**Modificación antropogénica de los sistemas naturales — alteración de los regímenes de fuego, contaminación, erradicación:** Los incendios forestales suponen una gran amenaza para la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna. Grandes incendios que pueden durar meses ocurren al menos una vez por siglo (León-de la Luz & Domínguez-Cadena, 2010). Los incendios a nivel del suelo son los más comunes, pero es posible que se produzcan incendios más destructivos a nivel de las copas debido a la acumulación de madera muerta y escombros. La mayoría de los árboles viejos del bosque de pinos y encinos dentro de la reserva muestran cicatrices de incendio.

**Modificación antropogénica de los sistemas naturales — competencia y/o perturbación de especies invasoras:** La enredadera del caucho (*Cryptostegia grandiflora*) es una especie parásita invasora que afecta a los encinos. Esta especie, registrada por primera vez en Baja California Sur en 1935, ha causado un gran impacto ecológico en la zona (Rodríguez-Estrella et al., 2010). Es una maleza agresiva con alto potencial de propagación y se ha observado que cubre individuos de *Q. brandegeei*.

**Cambio climático — cambio de hábitat, sequía, temperaturas extremas y/o inundaciones:** En la península de Baja California se estima un aumento de la aridez con una reducción de las precipitaciones invierno-primavera en el norte y de verano en el centro y sur (Cavazos & Arriaga-Ramírez, 2012). A corto plazo, estas proyecciones climáticas pueden provocar una disminución en la producción de bellota y, a más largo plazo, esto puede aumentar el intervalo entre años de bellota (Brinckwirth et al., 2023). Independientemente del mecanismo exacto que impide la regeneración natural de la especie, la pérdida de hábitat causada por la desecación de los lechos de arroyos efímeros sigue siendo una gran amenaza para la especie. Investigadores que han trabajado con esta especie proponen que este secado podría ser causado por un cambio climático a largo plazo (Cavender-Bares et al., 2015; Alvarez-Clare y León de la Luz, comunicación personal, 2023). Otros estudios que modelan predicciones de cambio climático para México corroboran esta teoría al predecir una reducción en las precipitaciones en el sur de Baja California causada por el calentamiento global de las temperaturas (Cavazos & Arriaga-Ramírez, 2012). Se necesita más investigación sobre los efectos que la sequía y el cambio climático tendrán en este tipo de hábitat.

### Pérdida de material genético — endogamia y/o introgresión:

*Quercus brandegeei* tiene una diversidad genética menor que otras especies de encinos relacionadas (Cavender-Bares et al., 2015).

**Plagas y/o patógenos:** Actualmente, esto no se considera una amenaza en el momento de la publicación.

### Población extremadamente pequeña y/o restringida:

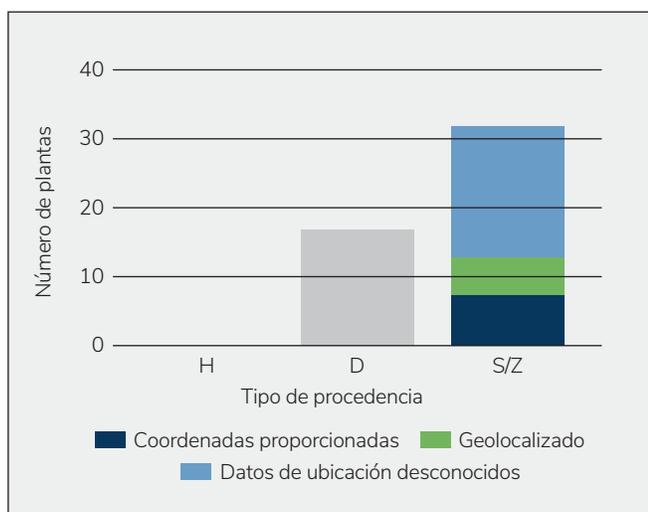
*Quercus brandegeei* está restringido al extremo sur de la península de Baja California, México.

## 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. brandegeei* (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.

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

Número de colecciones ex situ para esta especie	10
Número de plantas en colecciones ex situ	49
Número promedio de plantas por institución	5
Porcentaje de plantas ex situ de origen silvestre	65%
Porcentaje de plantas de origen silvestre con localidad conocida	41%

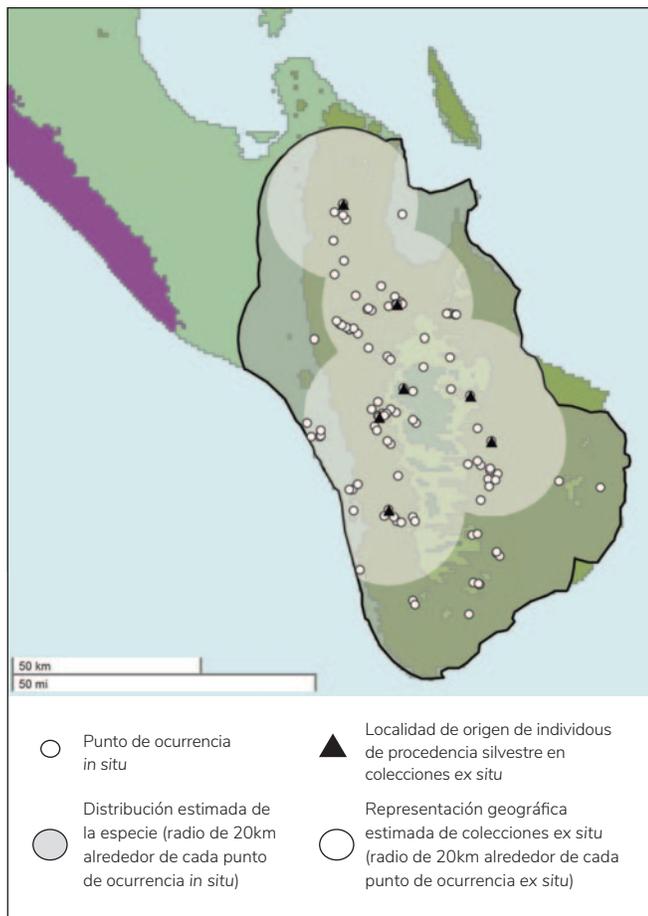


**Figura 3.** Número y origen de plantas de *Quercus brandegeei* en colecciones ex situ. Tipos de procedencia: H = hortícola; D = desconocida; S = silvestre; Z = propagado de forma silvestre.

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 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.

**Tabla 2.** Puntajes de conservación ex situ para *Quercus brandegeei* 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	63
Cobertura ecológica ex situ	100
Representación en colecciones ex situ	60
Puntuación final de conservación ex situ	74



**Figura 4.** Puntos de ocurrencia silvestre de *Quercus brandegeei* y localidades de origen de la recolección ex situ. Las regiones coloreadas son zonas de vida de Holdridge. Todas las localidades de origen de la recolección ex situ también son puntos de ocurrencia silvestre.

Utilizando métodos modificados de Khoury et al. (2020), estimamos el grado de representación de *Q. brandegeei* 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.

**Protección de la tierra:** Dentro del rango nativo inferido de *Q. brandegeei*, el 26% se encuentra dentro de áreas protegidas (Figura 5). Las dos áreas protegidas dentro del área de distribución nativa de la especie en Baja California Sur son la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna y el Sistema Ripario de la Cuenca y Estero de San José del Cabo.

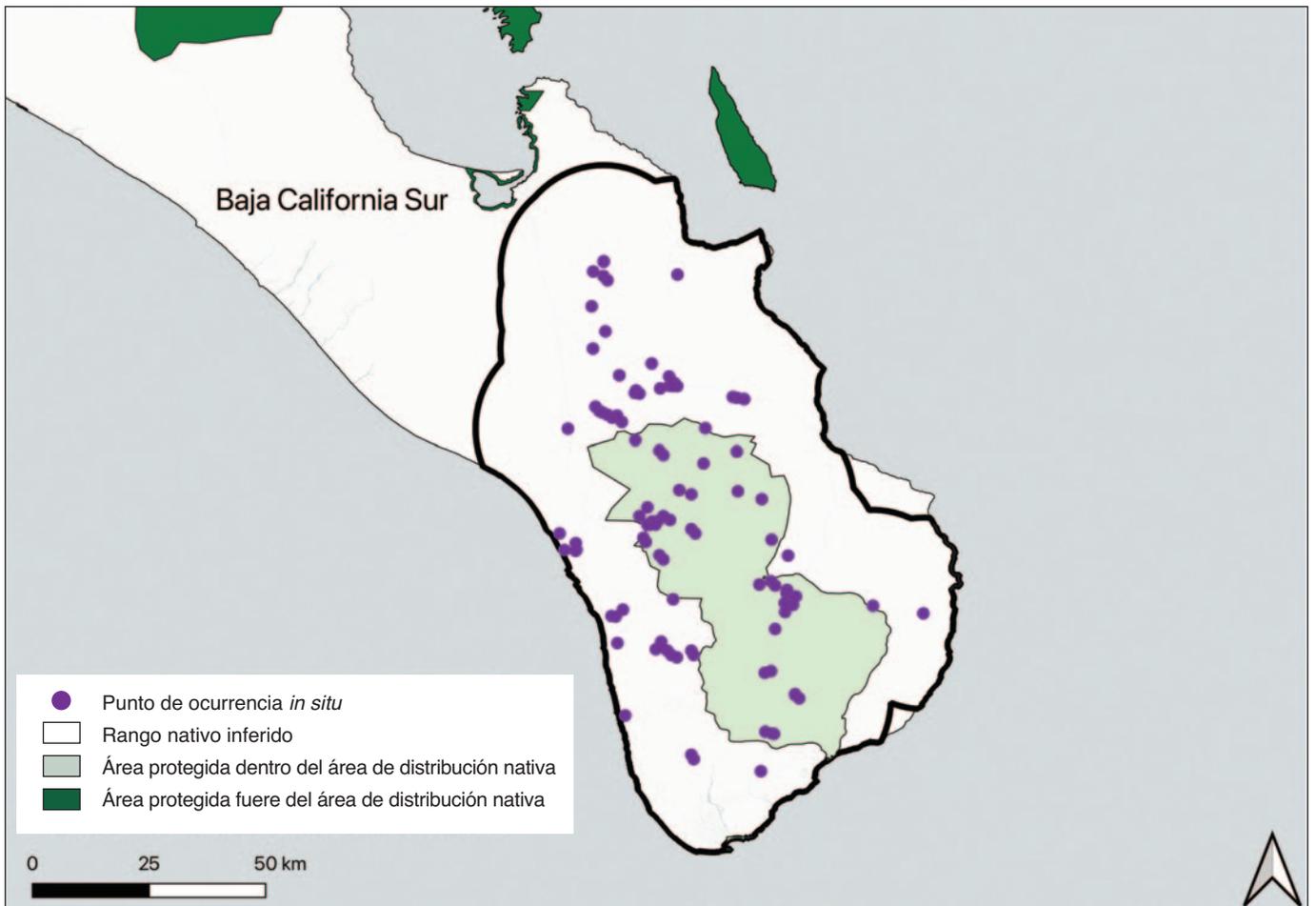
**Manejo sostenible de la tierra:** Gran parte de la población de *Q. brandegeei* se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. Todas las reservas de biosfera en México deben tener un plan de manejo que regule las actividades en el área y asegure que se logren los objetivos de la reserva.

**Monitoreo de la población y/o expediciones botánicas:** Desde 2018 se han realizado visitas a seis poblaciones diferentes de *Q. brandegeei* dentro de su rango de distribución, durante las cuales se registran datos de población, localización y producción. En 2023 se realizó un censo en tres poblaciones (San Dionisio, La Cobriza y Las Matancitas) para estimar el número de individuos de cada población y determinar su diversidad genética.

**Colecciones botánicas y/o curación ex situ:** Según los resultados de nuestros estudios ex situ, esta especie se encuentra actualmente en 10 colecciones ex situ. Actualmente se están realizando actividades de divulgación en los jardines botánicos de la región para identificar nuevas instituciones ex situ potenciales que puedan agregar *Q. brandegeei* a sus colecciones.

**Tabla 3.** Puntajes de conservación in situ para *Quercus brandegeei* 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 in situ	26
Cobertura ecológica in situ	100
Representatividad de especies in situ	45
Puntuación final de conservación in situ	57



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

**Programas de propagación y/o mejoramiento:** Se han reproducido más de 5,500 árbolitos en viveros locales.

**Reintroducción, refuerzo y/o translocación:** Se ha conformado una sólida red de protectores de la especie bajo el programa “Salvemos al Encino Arroyero”. Se han adoptado más de 1500 encinos en 26 ranchos en 12 localidades. Además, las plántulas se propagan en viveros locales y se llevan a cabo plantaciones de enriquecimiento en lugares estratégicos dentro del área de distribución de la especie, garantizando que una nueva cohorte de árboles crezca de forma segura.

**Investigación:** En 2018, se realizaron estimaciones de viabilidad de las poblaciones de *Q. brandegeei* a partir del análisis de la semilla. Se realizaron estudios de laboratorio e invernadero donde se evaluó la viabilidad de las bellotas y su morfología (Pérez-Morales, 2021).

En 2019 se estableció un experimento en el que se monitoreó la mortalidad de 700 plántulas de *Q. brandegeei* en las orillas de un arroyo en la comunidad de San Dionisio, dentro de la

Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. Las plántulas se trasplantaron dentro y fuera de las exclusiones y en presencia y ausencia de dosel. En cada sitio, se instaló una cámara trampa para cuantificar la intensidad y frecuencia de la actividad de los mamíferos. Como era de esperar, la evidencia de pastoreo fue significativamente menor dentro de las exclusiones, lo que confirma que las partes y tejidos de las plántulas removidos fueron causados por el pastoreo y el pisoteo de animales domésticos. Las cámaras trampa instaladas en cada sitio capturaron un total de 27 vacas diferentes (*Bos taurus*), 27 cabras (*Ovis aries*) y 26 cerdos (*Sus scrofa domestica*), que fueron registradas pastando o pisoteando plántulas regularmente. Después de un año, casi todas las plántulas trasplantadas (624 de las 700 plántulas plantadas inicialmente) estaban muertas o desaparecidas, lo que revela las condiciones extremadamente duras que enfrentan las plántulas de *Q. brandegeei*, al menos cuando se cultivan cerca de ranchos. Un estudio de 2023 realizado por Brinckwirth et al. investigó la agregación espacial en *Q. brandegeei* y descubrió que se trata de una especie muy agrupada, con la agregación más pronunciada entre 0–25 m.

Un proyecto de investigación actual realizado por un candidato a doctorado en la Universidad de Chicago tiene como objetivo realizar una catalogación y un muestreo genético más intensivo de poblaciones *in situ* seleccionadas, así como de individuos *ex situ* que han sido plantados como parte de los esfuerzos de restauración. El objetivo es explicar la dinámica evolutiva histórica, contemporánea y potencial futura (por ejemplo, cambios en el tamaño de la población, flujo de genes y ocupación de nichos bioclimáticos) de *Q. brandegeei* en un esfuerzo por evaluar mejor la efectividad de los esfuerzos de conservación pasados, así como evaluar cómo mejorar los futuros esfuerzos de conservación.

**Educación, difusión y/o capacitación:** El conocimiento sobre la importancia y estado de conservación de *Q. brandegeei* ha sido compartido con más de 50 personas, entre miembros de comunidades y grupos sociales, guardaparques y tomadores de decisiones con conocimientos suficientes sobre la especie, garantizando su adecuado manejo y conservación.

Los jóvenes de la zona han sido informados sobre la importancia de conservar *Q. brandegeei* a través de talleres comunitarios, así como del documental “Salvemos al Encino Arroyero” y un festival anual “Festival Comunitario de Conservación del Encino Arroyero”.

**Políticas para la protección de especies:** No existe un marco legal para proteger a *Q. brandegeei* en México. Sin embargo, se ha desarrollado un Plan de Acción, Manejo y Conservación para *Q. brandegeei* a través de un proceso participativo con actores locales (Morton Arboretum, 2023). Este plan identifica las amenazas más urgentes que enfrenta *Q. brandegeei*, así como las acciones específicas necesarias para abordar cada amenaza con el objetivo final de rescatar y regenerar la especie.



## ACCIONES PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN

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

### Investigación

Es necesario realizar más estudios genéticos de las poblaciones presentes en la región. Esta información podría usarse para crear corredores que permitan la conexión y el flujo de genes entre poblaciones, priorizando áreas donde hay menos variabilidad genética. También es necesario realizar estudios de composición florística y estructural en la región donde se encuentra la especie para establecer el estado de conservación del área. Finalmente, debería ser una prioridad realizar más investigaciones sobre los efectos del cambio climático en *Q. brandegeei*.

### Educación, difusión y/o capacitación

Se necesita educación y divulgación para permitir el intercambio de conocimientos, valores y experiencias entre quienes estudian *Q. brandegeei* y la comunidad. También es necesario promover el manejo sostenible de *Q. brandegeei* para mejorar la calidad del hábitat sin impactar negativamente las necesidades básicas de la comunidad.

### Reintroducción, refuerzo y/o translocación

La conservación *in situ* es necesaria para mejorar poblaciones con problemas estructurales, de salud y de hábitat. También puede ser una estrategia para apoyar a poblaciones sanas, preservando su dinámica y prolongando su permanencia en el tiempo.

### Monitoreo de la población y/o expediciones botánicas

Es necesario establecer protocolos de seguimiento. Esto permitiría cuantificar el éxito de las actividades de conservación, así como identificar el estado actual de las arboledas o parches donde está establecida la especie.

## REFERENCIAS

- Breceda, A. 1994.** La selva baja caducifolia y la vegetación de fondo de Canadá en la Sierra de la Laguna, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Breceda, A., Arriaga, L., & Maya, Y. 1997.** Forest resources of the tropical dry forest and riparian communities of Sierra de la Laguna Biosphere Reserve, B.C.S., México. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 30(1):1–16. <https://www.jstor.org/stable/40022434>
- Breceda, A., Castorena, L. & Maya, Y. 2012.** Transformaciones del paisaje de una selva seca por actividades humanas. *Investigación Ambiental: Ciencia y Política Pública. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT* 4(2): 141-150.
- Brinckwirth, C., Klimas, C. A., Cortez, C., Nuñez, J., Perez-Morales, D. W., Breceda, A., González-Rodríguez, A., & Álvarez-Clare, S. 2023.** Environmental factors can influence spatial aggregation and acorn production in the endemic and endangered oak *Quercus brandegeei* in Mexico. *Botanical Sciences* 101(3): 761–774. <https://doi.org/10.17129/botsci.3309>
- Castorena, L. & Breceda, A. 2008.** Remontando el Cañón de la Zorra: Ranchos y rancheros de la Sierra La Laguna. *Gobierno del Estado de Baja California Sur. La Paz, B.C.S.*
- Cavazos, T. & Arriaga-Ramírez, S. 2012.** Downscaled Climate Change Scenarios for Baja California and the North American Monsoon During the Twenty-First Century. *Journal of Climate* 25: 5904–5915. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00425.1>
- Cavender-Bares, J., González-Rodríguez, A., Eaton, D. A. R., Hipp, A. L., Beulke, A. & Manos, P. S. 2015.** Phylogeny and biogeography of the American live oaks (*Quercus* subsection *Virentes*): A genomic and population genetics approach. *Molecular Ecology* 24(14): 3668–3687. <https://doi.org/10.1111/mec.13269>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAP). 2003.** Programa De Manejo Reserva De La Biosfera Sierra La Laguna. Disponible en [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/pdf/programas\\_manejo/sierra\\_la\\_laguna.pdf/](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/sierra_la_laguna.pdf/) Visitado en 2023.
- Denvir, A. & Westwood, M. 2016.** *Quercus brandegeei*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T30726A2795363. Disponible en <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T30726A2795363.en>. Visitado en febrero de 2024.
- 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.



- Leon-de la Luz, J. L., & Domínguez-Cadena, R. 2010.** Analysis of forest types and estimates of biomass in the Sierra de La Laguna Reserve, Baja California Sur, Mexico. *Canadian Journal of Forest Research* 40(10): 2059–2068. <https://doi.org/10.1139/X10-121>
- Morton Arboretum. 2023.** Plan de Acción, Conservación y Manejo para el Encino Arroyero (*Quercus brandegeei*) en la Región del Cabo, Baja California Sur, México. La Paz, Baja California Sur, México.
- Muller, C. H. 1961.** The live oaks of the series *Virentes*. *The American Midland Naturalist* 65:17–39. <https://doi.org/10.2307/2422999>
- Pérez-Morales, D. W. 2021.** Evaluación de la regeneración y propagación del encino arroyero (*Quercus brandegeei*) en la Región del Cabo, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. México.
- Rodríguez-Estrella, R., Navarro, J. J. P., Granados, B., & Rivera, L. 2010.** The distribution of an invasive plant in a fragile ecosystem: the rubber vine (*Cryptostegia grandiflora*) in oases of the Baja California peninsula. *Biological Invasions* 12: 3389–3393. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9758-z>
- UNEP-WCMC & IUCN. 2023.** Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) [Online] Cambridge, UK. Available at [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net). Accessed 2023.
- UNESCO. 2018.** Sierra La Laguna Biosphere Reserve, Mexico. Disponible en <https://en.unesco.org/biosphere/lac/sierra-la-laguna>. Visitado en enero de 2024.

