QUERCUS BRANDEGEEI PLAN DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN 2025-2030

Este plan sigue los Principios y Pasos del CPSG de la UICN

The Morton Arboretum | THE CHAMPION of TREES

Global Conservation Consortium Oak

TREES Center for Species Survival

BOTANIC GARDENS CONSERVATION INTERNATIONAL

IUCN SSC CONSERVATION PLANNING SPECIALIST GROUP Principles & Steps

Franklinia

iies INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD UNAM

SIERRA LA LAGUNA RESERVA DE LA BIOSFERA

CONSERVATION LEADERSHIP PROGRAMME

CIB CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C.

Agradecimientos

Agradecemos a The Morton Arboretum, al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), a la Universidad DePaul y al IIES-UNAM por el apoyo institucional. Al personal de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna por su apoyo y colaboración clave en todas las etapas de este esfuerzo. CONANP, CONAFOR y CODEMA AC también apoyaron este esfuerzo de varias maneras. Abelino Cota, Fany Reyes, Christian Silva, Mariana Fuentes y Yoshio Shiba apoyaron los esfuerzos de investigación, la organización de talleres y contribuyeron con su conocimiento y experiencia local a través del desarrollo de este plan. Agradecemos a la delegación de Santiago y a sus representantes Elizabeth Rosas (2018-2021) y Óscar Manríquez (2021-2024), y a los subdelegados de San Dionisio, Carolina Castro (2018-2021) y Refugio Manríquez (2021-2024) por su apoyo. Agradecemos también a toda la comunidad de San Dionisio por recibirnos y brindarnos las instalaciones para desarrollar el taller en la explanada de la Comunidad, en especial a Don Víctor Castro y familia del Rancho "La Acacia", Don Herlindo Castro (in memoriam) y familia, y Don Catarino Rosas del Rancho "El Refugio" y familia. Finalmente, a cada uno de los asistentes al taller y simposio, gracias por compartir con nosotros sus conocimientos y apoyar este plan.

Siglas y acrónimos

(BGCI)	Botanic Gardens Conservation International
(CIBNOR)	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
(CONABIO)	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
(CONAFOR)	Comisión Nacional Forestal
(CONANP)	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
(CPSG)	Conservation Planning Specialist Group
(GCCO)	Global Conservation Consortium for Oak
(IIES)	Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad
(SEMARNAT)	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
(UICN)	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

En memoria

Este plan de acción está dedicado a la memoria de la Dra. Aurora Margarita Breceda Solís-Cámara, cuya pasión por la ecología, la conservación y el apoyo a la identidad de los "*rancheros subcalifornianos*" inspiró y guió la creación de este plan de acción.

~ Un alma grande nunca muere, y la tuya vive en nuestros corazones y en la Sierra La Laguna, por siempre. ~

Autores:
Daniel W. Pérez-Morales[1],
Aurora M. Breceda Solís-Cámara[1],
Antonio González-Rodríguez[3], Christie Klimas[4],
Christian Silva Bejarano[1], Sean Hoban[2], Kate Good[2]
y Silvia Alvarez-Clare[2].

[1] Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur; La Paz, B.C.S. México; C.P. 23096. dwperezm@gmail.com and silvab@cibnor.mx
[2] The Morton Arboretum. 4100 Illinois Route 53 Lisle, IL 60532. salvarezclare@mortonarb.org, shoban@mortonarb.org, and kgood@mortonarb.org
[3] Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES). Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, IIES-UNAM, 58190 Morelia, Michoacán, México. agrodrig@cieco.unam.mx
[4] DePaul University. 1110 West Belden Avenue, Chicago, IL 60614. cklimas@depaul.edu

Para obtener más información sobre este plan y su implementación, comuníquese con:
Daniel W. Pérez-Morales en dwperezm@gmail.com
Silvia Alvarez-Clare en salvarezclare@mortonarb.org
O visite mortonarb.org/arroyo

Cita recomendada:
Pérez-Morales, D. W., Breceda Solís-Camara, A. M., González-Rodríguez, A., Klimas, C., Bejarano Silva, C., Hoban, S., Good, K., y Alvarez-Clare, S. (2024) *Quercus brandegeei* Plan de acción para la conservación 2025-2030.

CONTENIDO

Resumen Ejecutivo **4**

Introducción **5**
La importania de los encinos 5
Nombre y descripción de la especie 6
Información ecogeográfica 6
Importancia ecológica y económica 7
Estado de conservación 7

Resumen/Brechas de Investigación y Conocimiento **8**

Amenazas y sus Impulsores **11**

Acciones de Conservación Pasadas y Actuales **13**

Estrategia para la Conservación **15**
Visión 16
Acciones 17

Próximos Pasos **22**

Referencias **23**

Apéndice A **24**

Equipo de Planeación de Acciones en el taller de 2021 en la comunidad de San Dionisio, Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México. Fila de atrás, de izquierda a derecha: Sean Hoban, Antonio González-Rodríguez, Daniel Pérez Morales y Matthew Taylor. Fila de adelante: Christine Klimas, Silvia Álvarez-Clare, Fanny Reyes y Aurora Breceda Solís. No fotografiados: Abelino Cota, Christian Silva y Mariana Fuentes. (The Morton Arboretum)

RESUMEN EJECUTIVO

Taller comunitario sobre conservación de *Quercus brandegeei* en la comunidad de San Dionisio, Baja California Sur. (The Morton Arboretum)

Quercus brandegeei está clasificado como En Peligro (EN) según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), principalmente debido a la ausencia de regeneración y distribución restringida en el estado de Baja California Sur, México. También es una de las 32 especies amenazadas destacadas en el *Análisis de Vacíos de Conservación de Especies Nativas de Encinos Mesoamericanos* (Good et al., 2024) y una especie prioritaria para la región mesoamericana del Consorcio Global para la Conservación del Encino, o Global Conservation Consortium for Oak por sus siglas en inglés (GCCO). Desde 2016, un equipo transdisciplinario de múltiples sectores ha trabajado en conjunto para recopilar datos genéticos, fenológicos y ecológicos sobre *Q. brandegeei* para determinar amenazas específicas e identificar necesidades de conservación. Con el fin de planificar de manera efectiva las acciones de conservación para *Q. brandegeei* se llevaron a cabo un taller de dos días y un simposio en la comunidad de San Dionisio, Baja California Sur, en octubre de 2021. Asistieron 50 participantes de una variedad de sectores, incluidos el gobierno, la academia, los jardínes botánicos y los miembros de la comunidad. Este plan de acción resume los resultados del taller y el simposio de planificación de la conservación.

En este plan de acción de conservación, se proponen acciones prioritarias para la conservación de esta especie prioritaria e identifican formas en las que podemos trabajar juntos a nivel nacional a través de la red establecida del GCCO. Este plan identifica cuatro objetivos principales para una conservación eficaz durante un período de cinco años, centrados en: el monitoreo, la gestión de áreas protegidas, las campañas de educación y la investigación. Se identifican acciones específicas e indicadores de éxito para cada objetivo. Este plan cubre todo el rango de distribución de *Q. brandegeei*. El plan se considera en construcción por lo que está abierto a los comentarios de otros contribuyentes que no participaron en los talleres del plan de acción de conservación.

INTRODUCCIÓN

La importancia de los encinos

El género *Quercus* es muy diverso, e incluye alrededor de 450 especies en todo el mundo. El centro de la diversidad de encinos se encuentra en México, donde se estima que existen 160 especies. Muchas de estas especies presentan un alto grado de hibridación, lo que da lugar a una alta variación, radiación acelerada, adaptación a nuevos hábitats y diversificación. Esto, aunado a una taxonomía complicada, hace de los encinos un "sistema modelo" para comprender los aspectos evolutivos, biogeográficos y ecológicos de las plantas. Los encinos representan uno de los grupos de plantas leñosas más exitosos en los bosques templados del hemisferio norte.

En México y América Central, los encinos o robles se utilizan como fuente de leña y carbón. La corteza se utiliza con fines medicinales y las bellotas se utilizan para el consumo humano, la alimentación de animales domésticos y la elaboración de artesanías. También se obtienen de los encinos los taninos que se utilizan para curtir telas y pigmentos para teñir el cuero. Los encinos se pueden encontrar en las banderas de muchas naciones, incluída la de México, y tienen un valor cultural y religioso para personas de todo el mundo. Aunque los encinos tienen una gran importancia ecológica, económica y cultural, muchas especies de encinos están amenazadas de extinción. En México, el cambio climático y la pérdida de hábitat debido a la agricultura y el desarrollo urbano y rural son las mayores amenazas para los encinos.

Según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en México hay 32 especies de encino evaluadas como amenazadas. Además, 27 especies de encinos mexicanos están categorizadas como Datos Insuficientes (DD), lo que significa que no hay información adecuada para evaluar su riesgo de extinción. Las especies amenazadas y DD requieren investigación y acciones de conservación para garantizar que no solo sobrevivan, sino que sean resilientes a las amenazas que enfrentan ahora y en el futuro. Esto requiere la protección de las poblaciones silvestres en sus hábitats naturales (es decir, conservación *in situ*), así como en jardines botánicos y bancos de semillas (es decir, conservación *ex situ*). Los encinos son especies con semillas recalcitrantes, lo que significa que sus bellotas no toleran la desecación por lo que no sobreviven a las condiciones de baja temperatura y humedad de un banco de semillas estándar. Estas "especies excepcionales" requieren métodos alternativos para una conservación *ex situ* eficaz de la diversidad genética.

Dada la gran distribución mundial de los encinos y sus numerosas amenazas, se creó el Consorcio Global para la Conservación de Encinos (GCCO). Este grupo es parte de Botanic Gardens Conservation International (BGCI), y tiene el objetivo de coordinar una red de instituciones y expertos para implementar de manera colaborativa estrategias integrales de conservación para prevenir la extinción de las especies de encinos del mundo. El GCCO está dirigido por The Morton Arboretum y ha establecido con éxito la red en los Estados Unidos de Norte América, México, América Central, China, el Sudeste Asiático, y recientemente Europa, Asia occidental y África del Norte.

Semillas de *Quercus brandegeei*. (José L. León de la Luz)

Nombre y descripción de la especie

Nombre de la especie: *Quercus brandegeei* (Goldman, 1916)
Sinónimos: N/A
Nombres comunes: Encino arroyero (arroyo oak), Encino bellotero

Descripción:
Quercus brandegeei es un encino perennifolio de tamaño mediano. El tronco es de moderado a grande con una altura entre 18–20 m, con corteza surcada de color gris y una copa amplia y extendida que en promedio puede medir 20 m^2. Presenta un tipo de polinización anemófila, en la que las flores masculinas y femeninas aparecen en inflorescencias separadas (monoicas) en los meses de marzo y abril. Las flores masculinas se disponen en amentos colgantes y las femeninas son solitarias o en grupos de dos o tres. En esta especie se ha observado un ciclo de maduración de los frutos principalmente anual, completando la maduración en otoño e invierno. *Quercus brandegeei* alterna entre producir bellotas abundantes, escasas, o nulas. Presenta un gran polimorfismo tanto en las hojas como en sus frutos, con diferencias fundamentalmente en forma, coloración y dimensiones. Las bellotas miden 3–4.5 cm de largo por 1–1.2 cm de ancho, y son fusiformes. Las hojas grandes, elípticas, generalmente de márgenes lisos, miden entre 4 y 6.5 cm de largo por 1 a 2 cm de ancho y son agudas en la punta (Muller, 1961; Cavender-Bares et al., 2015; Pérez-Morales, 2021).

Quercus brandegeei en floración. (Daniel W. Pérez)

Figura 1: Mapa de las poblaciones conocidas de *Quercus brandegeei* en Baja California Sur. (Brinckwirth et al., 2023).

Información ecogeográfica

Quercus brandegeei es una especie endémica del estado de Baja California Sur, México (Fig. 1). Se distribuye en el área conocida como Región del Cabo (aproximadamente 8,500 km^2). Los tipos de clima en la Región del Cabo son seco y templado subhúmedo en las zonas de alta montaña. La temporada de lluvias es principalmente en verano, durante los meses de agosto a octubre. Los huracanes son una de las principales fuentes de precipitación, la cual varía entre 100–600 mm anuales (Coria, 1988; González et al., 2010).

Uno de los rasgos característicos de la fisiografía de la región es la Sierra de la Laguna, una cadena montañosa que corre de norte a sur con una altitud máxima de 2,100 metros. Diferentes tipos de ecosistemas ocurren a lo largo de un gradiente altitudinal. En altitudes bajas a medias se encuentra vegetación de matorral y el único bosque caducifolio de tierras bajas (selva baja caducifolia) en la península. En elevaciones altas se pueden encontrar bosque de encino y bosques de pino-encino. También existe vegetación ribereña, que es un sistema de comunidades vegetales que se localizan a lo largo de ríos y arroyos en los principales cañones. Las poblaciones de *Q. brandegeei* se limitan a parches en las orillas de estos ríos y arroyos, a altitudes no superiores a los 800 m.

Importancia ecológica y económica

Como ocurre con la mayoría de los *Quercus*, esta especie es de gran importancia ecológica para la fauna de la región. Sus troncos sirven de refugio a los animales silvestres, su copa frondosa proporciona sombra y sus bellotas son consumidas por una variedad de animales, como roedores (ratas y ratones), aves, insectos y animales domésticos (cerdos, cabras y vacas). Debido a su distribución a lo largo de las riberas estacionales de los arroyos, *Q. brandegeei* estabiliza el suelo y evita la erosión durante huracanes o lluvias intensas. Esta especie genera hojarasca y se caracteriza por tener una "alfombra de rebrotes" en la base, creando un suelo con mayor materia orgánica y potencialmente capturando nutrientes que de otra manera serían arrastrados al suelo arenoso de esta región (CONANP, 2003). Se desconoce el beneficio ecológico de esta "cobertura del suelo" para *Q. brandegeei* y otras especies de encino.

El encino arroyero es muy valorado por los pobladores. Su madera se utiliza para leña y para la elaboración de artesanías y herramientas. Es una fuente importante de alimento para cerdos y ganado vacuno, además de proporcionar sombra. Las bellotas se pueden preparar en forma de atole, harina y aceite. También es una especie con alto significado cultural y estético que destaca en medio del matorral xérico (León de la Luz et al., 2014; Pérez-Morales, 2021).

Hojas y bellotas de *Quercus brandegeei*. (The Morton Arboretum)

Limpieza y corte de bellotas para tostarlas y prepararlas en "atole". (The Morton Arboretum)

Estado de conservación

Quercus brandegeei está clasificada como una especie en peligro de extinción (EN) según el criterio B1ab(iii,v)c(iv)+2ab(iii,v)c(iv) según la Lista Roja de la UICN (Denvir & Westwood, 2016) y la Lista Roja de Encinos (Carrero et al., 2020). Esta categoría de amenaza se basa en la pequeña área de ocupación (AOO = 104 km^2) y la extensión de ocurrencia (EOO = 1.660–3.052 km^2), así como en el pequeño número de poblaciones y la falta de regeneración natural (Denvir & Westwood, 2016). Aunque la evaluación del Estado Verde por la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza para *Q. brandegeei* indica que esta especie está en gran parte agotada, el potencial de recuperación es alto con esfuerzos de conservación continuos (Alvarez-Clare et al., 2021).

Plántulas jóvenes (~1 a.) de *Quercus brandegeei* en el vivero casero del Señor Refugio en Santiago, Baja California Sur, México. (The Morton Arboretum)

RESUMEN/BRECHAS DE INVESTIGACIÓN Y CONOCIMIENTO

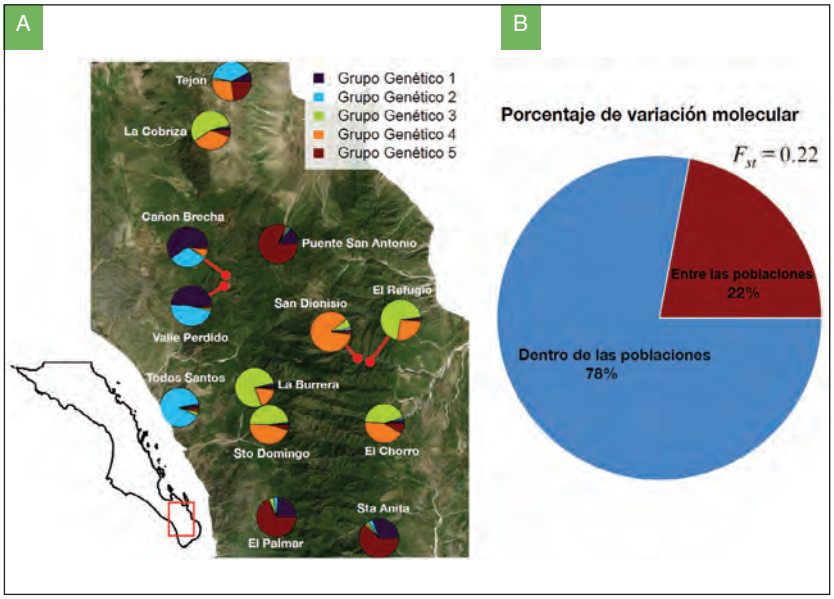
Quercus brandegeei en su hábitat cerca de la orilla del arroyo en el cañón de San Dionisio, Baja California Sur. (The Morton Arboretum)

Filogenia: Cavender-Bares et al. (2015) generaron una filogenia calibrada del clado del encino americano (sección *Quercus* Virentes), que se distribuye en las regiones templadas y tropicales de América del Norte y Mesoamérica (Nixon & Muller, 1997; Manos et al., 1999; Cavender-Bares et al., 2011). Utilizando datos de RADseq para estimar los tiempos de divergencia junto con microsatélites nucleares, examinaron la diversidad genética dentro de las especies, las tasas de flujo genético entre especies y el tamaño de la población ancestral de especies hermanas separadas.

Según este estudio, *Q. brandegeei* y *Q. fusiformis* forman un clado que es el grupo hermano del resto de las especies de Virentes, lo que a su vez es congruente con la distribución geográfica más occidental de estas dos especies. Los microsatélites indicaron que *Q. brandegeei* es genéticamente distinta, mientras que las secuencias de cloroplastos revelaron que la especie alberga un haplotipo de cloroplasto único que está a una mutación de distancia de un haplotipo ancestral que está ampliamente distribuido dentro de Virentes y también se encuentra dentro de *Q. fusiformis*.

Estudios más detallados de la variación genética intraespecífica de *Q. brandegeei* indican que la especie ha estado sujeta a procesos significativos de deriva genética, como se puede interpretar a partir de los niveles comparativamente bajos de diversidad genética (Fig. 2a) y la alta diferenciación entre poblaciones (González-Rodríguez et al. en prep; Fig. 2b). La propagación clonal también parece haber jugado un papel importante en la permanencia de la especie, ya que se identificaron varios individuos con genotipos idénticos.

Figura 2: Estructura genética en *Quercus brandegeei*: a) distribución geográfica de los cinco grupos genéticos identificados mediante microsatélites nucleares y un análisis de agrupamiento genético, y b) porcentaje de variación genética encontrada dentro y entre poblaciones. F_{ST} es el índice de fijación de Wright, que indica que el 22% de la variación genética corresponde a diferencias entre poblaciones. Este valor es superior a los valores encontrados generalmente en especies de encinos, lo que puede deberse al limitado flujo genético entre poblaciones y a la acción de la deriva genética, promovida por tamaños poblacionales reducidos. (González-Rodríguez et al. en prep)



Según González-Rodríguez et al. (en prep) las poblaciones ancestrales de *Q. brandegeei* y *Q. fusiformis* eran al menos 30 veces más grandes que las estimaciones actuales para las poblaciones de ambas especies combinadas. El modelo de aislamiento con migración también muestra evidencia muy clara de retracción de la distribución, probablemente debido al cambio climático a largo plazo. La evidencia de la falta de reclutamiento sugiere que el tamaño de la población podría disminuir significativamente en la próxima generación, aunque se desconoce el alcance de esa disminución (Cavender-Bares et al., 2015).

Brinckwirth et al. (2023) evaluaron el patrón de agregación espacial y los factores que determinan la producción de bellotas de *Q. brandegeei*. Los autores plantearon la hipótesis de que habría una mayor agregación en regiones con mayor precipitación y que la producción de bellotas depende de los atributos individuales de los árboles progenitores y de las variables climáticas. El análisis mostró que los individuos están altamente agregados, observándose la mayor agregación a distancias de 0 a 25 m. La presencia de bellotas dependía más de la región geográfica que de las variables climáticas. La alta agregación y la baja evidencia de producción de bellotas en algunas poblaciones sugiere que existe una reducción del nicho para *Q. brandegeei*, que se limita a micrositios muy específicos a lo largo de lechos de ríos efímeros. Las áreas adecuadas de reclutamiento podrían reducirse aún más con el clima más cálido y seco pronosticado para la región.

Consumo por animales domésticos: En 2019, se estableció un experimento en donde se evaluó la sobrevivencia de 700 plántulas de *Q. brandegeei* plantadas en diferentes condiciones ambientales y

Un habitante local trasplanta plántulas para el experimento de exclusiones. (The Morton Arboretum)

Trasplante de plántulas y recolección de datos para evaluar los efectos del pastoreo de animales en la supervivencia y el crecimiento de las plántulas. (The Morton Arboretum)

físicas. El experimento se realizó en la comunidad de San Dionisio, dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. Las plántulas se trasplantaron dentro y fuera de exclusiones cercadas con y sin cobertura del dosel de adultos de *Q. brandegeei*. Se instaló una cámara trampa en cada sitio para cuantificar la intensidad y frecuencia de la actividad de los mamíferos. Las plántulas trasplantadas fuera de las exclusiones tuvieron mayor mortalidad, independientemente de la apertura del dosel del sitio. Para las plántulas dentro de las exclusiones, la tasa de mortalidad fue 2.6% más alta en promedio en sitios con dosel abierto que en sitios con cobertura de dosel. Las plántulas tuvieron menor mortalidad cuando no se secaron y estuvieron bajo la sombra del dosel. Al final del estudio (día 356), los árboles en el ambiente abierto tuvieron una mortalidad significativamente mayor que los que crecían a la sombra (Alvarez-Clare et al., en prep.).

Como se esperaba, 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 los animales domésticos. Se registró que las vacas, las cabras y los cerdos pastaban o pisoteaban las plántulas con regularidad. Las plántulas trasplantadas a sitios abiertos se secaron significativamente más que las de los sitios sombreados al final del estudio (día 356). Después de un año, casi todas las plántulas trasplantadas (624 de las 700 plántulas plantadas inicialmente) estaban muertas o desaparecieron, lo que revela las condiciones extremadamente duras que enfrentan las plántulas de *Q. brandegeei*, al menos cuando se plantan cerca de ranchos.

Riesgo de desecación y cambio climático: Para la península de Baja California se pronostica un incremento en la aridez, con una reducción en las precipitaciones de invierno-primavera en el norte y de verano en el centro y sur de la misma (Cavazos & Arriaga-Ramírez, 2012). En el corto plazo, estas proyecciones climáticas pueden llevar a una disminución en la producción de bellota, y en el largo plazo, esto puede aumentar el intervalo entre años de producción de la misma (Brinckwirth et al., 2023). Independientemente del mecanismo exacto que esté impidiendo la regeneración natural de la especie, la pérdida de hábitat causada por la desecación de los cauces efímeros de los arroyos de la región sigue siendo una amenaza importante.

Las y los investigadores han propuesto que la desecación de los canales efímeros podría ser causada por el cambio climático de largo plazo (Cavender-Bares et al., 2015; Alvarez-Clare & León de la Luz, comunicación personal). Otros estudios que modelan las predicciones del cambio climático para México corroboran esta teoría al predecir una reducción en la precipitación en el sur de Baja California causada por el calentamiento global (Cavazos & Arriaga-Ramírez, 2012). Se necesita más investigación sobre los efectos que tendrán la sequía y el cambio climático en este tipo de hábitat.

Todavía existen varias lagunas en nuestro conocimiento sobre esta especie. Por ejemplo, se desconoce el tamaño de la población. Necesitamos más información sobre cómo mejorar la propagación, ya que la supervivencia ha sido muy baja en campo. Tampoco comprendemos completamente la ecología de la bellota y las especies que dependen de ella, y es necesario comprender mejor el valor socioeconómico y el potencial hortícola de la especie.

Quercus brandegeei (Victor Garcia Balderas)

AMENAZAS Y SUS IMPULSORES

Las investigaciones realizadas por el Morton Arboretum, el CIBNOR y otros, han confirmado y ampliado las amenazas descritas en la evaluación de la Lista Roja para Q. *brandegeei* (Tabla 1). Tres amenazas surgieron como las más urgentes después del taller participativo y un taller posterior con expertos

1.Poblaciones pequeñas inherentes y hábitat relicto

Al igual que otras especies de vida silvestre en el área de Sierra La Laguna, Q. *brandegeei* es una especie relicta que no logró adaptarse a las condiciones secas y cálidas de la región del Cabo después de que se formó el Mar de Cortés hace 4 a 5 millones de años. Su hábitat restante es extremadamente pequeño, restringido a las orillas de los arroyos efímeros en la base de la cordillera. Los estudios de campo anteriores a 1998 y nuevamente en 2015 no reportan regeneración para la especie en varios sitios, y las y los investigadores no observaron árboles más jóvenes de 100 años en el campo. Se cree que la disminución de la calidad del hábitat causada por la desecación de los canales de los ríos efímeros es la causa de la falta total de regeneración en los últimos 100 años y como resultado, se proyectan disminuciones de la población y fluctuaciones extremas en el número de individuos maduros para el futuro (Cavender-Bares et al., 2015; Brinckwirth et al., 2023).

2.Consumo de bellotas por animales domésticos

Un estudio realizado por Alvarez-Clare et al. (en preparación), así como las observaciones compartidas por las partes interesadas durante el taller de acciones de conservación de 2021, confirmaron que el consumo de bellotas por parte del ganado (vacas, cerdos y cabras) es un problema importante para la regeneración de esta especie. Las cabras y las vacas también pastan sobre las plántulas y pisotean árboles jóvenes cuando aprovechan la sombra de árboles adultos. Debido a que la mayoría de los ranchos se encuentran a lo largo de los arroyos, que es el hábitat de Q. *brandegeei*, el ganado tiene un impacto directo en la especie.

3.Aumento de la mortalidad de plántulas y adultos debido a anomalías por el cambio climático

El aumento de la fuerza y la frecuencia de los huracanes y las tormentas tropicales provoca lluvias intensas en las montañas, que causan graves inundaciones y fuertes corrientes a lo largo de los arroyos. Estas inundaciones pueden arrancar o dañar los árboles adultos que crecen a lo largo de las orillas. Los participantes del taller mencionaron haber observado una mayor mortalidad de árboles adultos en los últimos años. Esto es coherente con los datos científicos sobre tormentas y clima para la Región del Cabo. Las altas temperaturas extremas en el verano también han demostrado ser perjudiciales para el establecimiento de plántulas (Alvarez-Clare et al., en prep.).

Otras amenazas potenciales que se discutieron durante el taller de acciones de conservación son la explotación minera y de materiales de construcción, la escasa o nula regulación de las actividades recreativas, la falta de conciencia ambiental, el desarrollo residencial y comercial, y las actividades turísticas y recreativas. Se requiere más investigación para determinar la intensidad y el impacto de estas amenazas potenciales.

Consumo de bellotas de Quercus *brandegeei* por parte del ganado. (The Morton Arboretum)

Tabla 1. Clasificación y jerarquía de las amenazas a *Quercus brandegeei* y su grado de impacto según el esquema de clasificación de amenazas de la UICN.

CLASIFICACIÓN DE AMENAZAS	TEMPORALIDAD			IMPACTO
AMENAZA	PASADO	ACTUAL	FUTURO	ALCANCE
Desarrollo residencial y comercial • Áreas turísticas y de recreación	✓	✓	✓	Desconocido
Agricultura y acuicultura • Agricultura en pequeña escala • Ganado y pastoreo	✓	✓	✓	Afecta a la mayor parte de la población (50-90%)
Producción de energía y minería • Minería y explotación de canteras (extracción de materiales de los arroyos para la construcción)	✓	✓	✓	Afecta a la minoría de la población (<50%)
Uso de recursos biológicos • Recolección de bellotas para uso intencional • Tala y extracción de madera	✓	✓	✓	Afecta a la mayor parte de la población (50-90%)
Intrusiones y perturbaciones humanas • Falta de educación ambiental y regulación de actividades recreativas			✓	Afecta a la minoría de la población (<50%)
Modificaciones del sistema natural • Posibles incendios • Gestión y uso del agua: sobreexplotación de aguas subterráneas		✓	✓	Afecta a la mayor parte de la población (50-90%)
Especies invasoras y otras especies problemáticas • El clavel alemán (*Cryptostegia grandiflora*), una especie parásita invasora • Cerdo salvaje (*Sus scrofa*)	✓	✓	✓	Afecta a la mayor parte de la población (50-90%)
Cambio climático e inclemencias meteorológicas • Cambio y alteración del hábitat • Sequías • Temperaturas extremas • Tormentas e inundaciones	✓	✓	✓	Afecta a la mayor parte de la población (50-90%)

ACCIONES DE CONSERVACIÓN PASADAS Y ACTUALES

Las actividades de conservación que afectan a Q. *brandegeei* y su hábitat se remontan a 1994, con el decreto de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. Desde entonces, se han llevado a cabo varias actividades de conservación específicas de la especie, como educación y concientización, manejo del sitio, propagación e investigación (Tabla 2). Una variedad de sectores, incluidos la academia, el gobierno, los jardines botánicos, las instituciones de investigación y la comunidad local, desempeñan un papel crucial en la conservación de esta especie.

Tabla 2. Acciones de conservación pasadas (desde 1994) y actuales para *Quercus brandegeei*. Las categorías de acciones se basan en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.

ACCIONES DE CONSERVACIÓN	PARTE RESPONSABLE	FECHA DE ACCIÓN
Protección del agua y la tierra • Protección del sitio/área • Protección de recursos y hábitats	Gobierno federal-SEMARNAT	**1994:** Decreto de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. (Nota: El programa de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna no ha sido actualizado desde 1994)
Gestión de tierras y aguas • Gestión de sitios/áreas • Control de especies • Restauración de hábitats y procesos naturales	Gobierno federal-SEMARNAT, CONANP, CIBNOR, comunidad	**2007-2012:** Trabajos para controlar *Cryptostegia grandiflora*. Se necesita más trabajo. **2007:** Trabajos para controlar cerdos (*Sus scrofa*). Se necesita más trabajo.
Recuperación de especies • Reintroducción de especies • Conservación *ex situ*	The Morton Arboretum, CIBNOR, CONANP, jardines botánicos, comunidad	**2018-2023:** Conservación de la diversidad genética en 10 jardines botánicos. **2021:** Inicio del programa de adopción de árboles “Salvemos al encino arroyero”. Programa que actualmente está activo. **2022:** Elaboración de un análisis multicriterio para priorizar las áreas de conservación. Proyecto de conservación del equipo CLP-CIBNOR-Morton. **2023:** Se elabora el borrador del Plan de Acción y Manejo de la especie, pero no se publica.

Tabla 2. Continued

ACCIONES DE CONSERVACIÓN	PARTE RESPONSABLE	FECHA DE ACCIÓN
Educación y Concientización • Difusión y capacitación • Concientización y comunicación	The Morton Arboretum, CIBNOR, UNAM, CONANP	**2017:** Primer trabajo de campo dirigido por Morton Arboretum para encontrar árboles y evaluar el estado de la población. **2019:** Investigación, propagación, entrevistas con la comunidad como parte del proyecto Franklinia a través de la subvención de la Campaña Global de Árboles a BGCI. **2021:** Producción de filmación documental del proyecto "Salvemos al Encino Arroyero". **2021:** Taller comunitario de planificación de acciones de conservación en San Dionisio y Simposio de conservación de *Quercus brandegeei* en La Paz. **2022:** Primer Festival de Conservación del Encino de Arroyero en Santiago. **2023:** Segundo Festival de Conservación del Encino de Arroyero en Santiago.
Derecho y política • Legislación a nivel nacional • Políticas y regulaciones	Gobierno federal-SEMARNAT, CONANP	**2022:** Se exploró la posibilidad de incluir la especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El equipo suspendió el seguimiento.
Incentivos económicos, de subsistencia y de otro tipo • Pagos de conservación	Gobierno federal SEMARNAT, CONANP, CIBNOR, The Morton Arboretum	**2021:** Explorar posibles proyectos para promover el uso sostenible de la especie y alternativas a su explotación económica. Este proyecto no fue financiado ni ejecutado.

ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN

La estrategia de conservación para Q. *brandegeei* se basa en las acciones de conservación recomendadas en la evaluación de la Lista Roja de la UICN, así como en la información recopilada en entrevistas, talleres y mesas redondas, y está adaptada a las características específicas de la región del Cabo y de distribución de Q. *brandegeei*. En octubre de 2021, se llevó a cabo un taller y un simposio sobre la conservación de Q. *brandegeei* en la comunidad de San Dionisio, que se encuentra dentro del Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. Un total de 50 participantes asistieron a ambos eventos. El taller y el simposio se llevaron a cabo con el propósito de compartir conocimientos entre la comunidad e investigadoras e investigadores locales e internacionales. Las personas participantes unieron sus experiencias y perspectivas únicas para identificar amenazas y posibles acciones de recuperación, así como las partes responsables. Para obtener una lista de participantes, consulte el Apéndice A.

Intercambio de conocimientos en el taller comunitario sobre conservación de *Quercus brandegeei* en San Dionisio, Baja California Sur. (Christie Klimas)

Taller comunitario sobre la conservación de *Quercus brandegeei* en San Dionisio, Baja California Sur. (The Morton Arboretum)

Identificación de amenazas, acciones de conservación y compromisos para la conservación de la especie en el Primer Simposio de Conservación de *Quercus brandegeei* en La Paz, Baja California Sur. (The Morton Arboretum)

VISIÓN

Para 2030, las poblaciones de *Q. brandegeei* estarán mapeadas, monitoreadas y manejadas de manera sostenible mediante el desarrollo y la ejecución de acciones de protección y restauración basadas en datos, en coordinación y colaboración con las comunidades locales y otras partes interesadas clave.

OBJETIVOS

Estos cuatro objetivos describen los temas generales para la conservación de *Quercus brandegeei* durante los próximos cinco años.

OBJETIVO 1:
Desarrollar y ejecutar investigaciones que apoyen una mayor comprensión de las amenazas que enfrenta *Q. brandegeei* y proporcionen la información necesaria para su conservación.

OBJETIVO 2:
Mejorar la calidad del hábitat de *Q. brandegeei*, apoyando al mismo tiempo los medios de vida sostenibles dentro de su área de distribución, trabajando en estrecha colaboración con los administradores de áreas protegidas y otras partes interesadas.

OBJETIVO 3:
Implementar acciones directas que resulten en poblaciones recuperadas de *Q. brandegeei* en su área de distribución nativa, así como promover colecciones botánicas vivas como póliza de seguro contra la extinción.

OBJETIVO 4:
Informar y empoderar a las partes interesadas y a los miembros de la comunidad en la región del Cabo quienes apoyan la conservación de *Q. brandegeei* a través del intercambio de conocimientos, el apoyo a las políticas públicas, la participación en actividades comunitarias y el compromiso con programas de educación ambiental.

Acciones

ACCIÓN #1

OBJETIVO: Desarrollar y ejecutar investigaciones que apoyen una mayor comprensión de las amenazas que enfrenta *Q. brandegeei* y proporcionen la información necesaria para su conservación.

FUNDAMENTO: La investigación y el seguimiento son de vital importancia para desarrollar una estrategia exitosa de recuperación y manejo de cualquier especie. En el caso de *Q. brandegeei*, aún existen importantes lagunas de conocimiento que deben abordarse para tomar decisiones informadas y precisas para su conservación.

OBJETIVOS	ACCIONES	INDICADORES DE ÉXITO
1) Mejorar la comprensión de la genética de poblaciones y la conectividad genética entre poblaciones.	a. Identificar diferencias entre poblaciones en términos de su diversidad genética y la viabilidad de sus poblaciones.	• Artículo publicado sobre genética de poblaciones y conectividad entre poblaciones de la especie.
2) Mejorar la comprensión del hábitat de *Q. brandegeei*.	a. Realizar estudios florísticos. b. Identificar el grado de perturbación de los parches donde se establece la especie. c. Determinar las áreas prioritarias que necesitan acciones de restauración.	• Información sobre el estado de fragmentación de los remanentes forestales donde se encuentra la especie. • Inventario florístico actualizado de Sierra La Laguna.
3) Evaluar la edad, el tamaño, la estructura y la viabilidad de las poblaciones restantes.	a. Crear un modelo de estructura poblacional para determinar la viabilidad de las poblaciones restantes. b. Evaluar la viabilidad de las bellotas mediante experimentos de laboratorio e invernadero. c. Estudiar la fenología y productividad de las especies.	• Información analizada de las estimaciones de viabilidad de las poblaciones de la especie en la región. • Artículo sobre la fenología de la especie y un manual sobre métodos de propagación.
4) Establecer protocolos de monitoreo para las poblaciones de *Q. brandegeei*.	a. Monitoreo de la productividad de la población. b. Estudiar los posibles efectos del cambio climático sobre las poblaciones de las especies.	• Metodología de monitoreo de especies. • Documento sobre el efecto de las sequías y las inundaciones en las poblaciones.

Responsables y colaboradores: CIBNOR, The Morton Arboretum, IIES-UNAM, CONANP - REBIOSLA. Se necesitan más colaboradores.

ACCIÓN #2

OBJETIVO: Mejorar la calidad del hábitat de *Q. brandegeei*, apoyando al mismo tiempo los medios de vida sostenibles dentro de su área de distribución, trabajando en estrecha colaboración con los administradores de áreas protegidas y otras partes interesadas.

FUNDAMENTO: La mayoría de las poblaciones restantes de *Q. brandegeei* se encuentran en áreas protegidas (AP). Sin embargo, la presencia de ganado en estas reservas representa una amenaza directa a la regeneración de plántulas y la recuperación de la población. Las especies invasoras como *Cryptostegia grandiflora* también representan una amenaza significativa, tanto dentro como fuera de las AP. Proponemos trabajar con los administradores de tierras para desarrollar e implementar medidas innovadoras que reduzcan el impacto de los agentes de perturbación en las poblaciones de *Q. brandegeei* y, al mismo tiempo, consideren las necesidades de los ganaderos locales y otros miembros de la comunidad. Es necesario comprender mejor los usos etnobotánicos y explorar los posibles usos comerciales de la especie.

OBJETIVOS	ACCIONES	INDICADORES DE ÉXITO
1) Sensibilizar a los actores locales dentro y cerca del AP sobre los servicios ecosistémicos proporcionados por *Q. brandegeei*.	a. Promover las tradiciones y conocimientos locales para el uso y conservación de la especie. b. Cuantificar a través de un modelo ecológico/económico los beneficios que brinda la especie a los habitantes locales. c. Trabajar con ONG locales para incluir *Q. brandegeei* en los programas de divulgación existentes.	• Número de personas conscientes de los beneficios de *Q. brandegeei* y que participan en programas de divulgación dentro de la AP. • Modelo ecológico/económico publicado.
2) Fortalecer los instrumentos legales que regulen el manejo adecuado de la especie y promuevan sus usos y servicios de manera sostenible.	a. Trabajar con administradores de AP para desarrollar sitios seguros para el ganado dentro de la AP. b. Crear exclusiones sin ganado dentro de la AP. c. Incluir medidas de gestión en el próximo plan de trabajo de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna d. Explorar la posibilidad de incluir a *Q. brandegeei* como especie prioritaria (NOM-059 SEMARNAT-2010) e. Incluir *Q. brandegeei* como especie detonante para las Áreas Clave de Biodiversidad (KBA) existentes en la región.	• Número de sitios seguros dentro del AP. • Número de programas dentro de las AP que consideran los efectos de la ganadería en la diversidad y regeneración de las plantas. • Número de árboles en sitios seguros. • *Q. brandegeei* incluida en el programa de manejo actualizado de la Sierra La Laguna.

OBJETIVOS	ACCIONES	INDICADORES DE ÉXITO
3) Proporcionar recomendaciones respaldadas por la ciencia que garanticen la salud y el estado físico de las poblaciones restantes de Q. *brandegeei*.	a. Trabajar con administradores de AP en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna para gestionar el ganado existente. b. Promover la eliminación de especies invasoras que beneficie la regeneración de Q. *brandegeei*.	• Proporcionar la información y las herramientas para comprender mejor la vegetación en cada una de las poblaciones de Q. *brandegeei* para informar futuros esfuerzos de restauración. • Monitorear más de tres poblaciones de Q. *brandegeei* que han sido restauradas mediante la eliminación de especies invasoras. • Crear pautas para compartir con los propietarios sobre cómo cuidar y manejar Q. *brandegeei* en sus propiedades.

Responsables y Colaboradores: CIBNOR, The Morton Arboretum, CONANP-REBIOSLA, "Proyecto Salvemos al Encino Arroyero", residentes de las comunidades, SEMARNAT-CONAFOR, Departamento de Ecología y Educación Ambiental de los municipios de Los Cabos y La Paz, CODEMA A.C.

Cañón de San Dionisio dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna, Baja California Sur. (The Morton Arboretum)

ACCIÓN #3

OBJETIVO: Implementar acciones directas que resulten en poblaciones recuperadas de *Q. brandegeei* en su área de distribución nativa, así como promover colecciones botánicas vivas como póliza de seguro contra la extinción.

FUNDAMENTO: Debido a que las poblaciones de *Q. brandegeei* están disminuyendo y su distribución y hábitat son extremadamente limitados, se necesitan acciones directas para recuperar las poblaciones. Esto requiere una variedad de recursos y técnicas que contribuyan a la recuperación de individuos o poblaciones tanto *in situ* como *ex situ*. Proponemos trabajar con jardines botánicos y otros lugares para crear una metacolección de *Q. brandegeei* que sea genéticamente representativa.

OBJETIVOS	ACCIONES	INDICADORES DE ÉXITO
1) Establecer programas de reintroducción y forestación urbana.	a. La reintroducción se enfoca en sitios que fortalecen a las poblaciones restantes y abordan problemas de conectividad. b. Ejecutar un programa de adopción y cuidado de plántulas "Salvemos al Encino Arroyero" en colaboración con la comunidad y guardaparques. c. Trabajar con municipios y propietarios privados para plantar *Q. brandegeei* en áreas urbanas de la región del Cabo.	• Semillas recolectadas por año y plántulas producidas. • Número de programas y/o proyectos de reintroducción de la especie ejecutados. • Número de árboles plantados en la región.
2) Promover el establecimiento de colecciones vivas en jardines botánicos.	a. Elaborar un manual de propagación de la especie. b. Aprovechar la red GCCO para establecer y fortalecer colaboraciones con viveros, jardines comunitarios, jardines botánicos y arboretos. c. Compartir semillas y plántulas con jardines para establecerlas en sus colecciones vivas. d. Trabajar con GCCO para establecer una metodología para gestionar y rastrear la metacolección.	• Manual de propagación creado. • Número de semillas propagadas para colecciones *ex situ*. • Número de colecciones establecidas en jardines botánicos. • Sistema de gestión de datos de metacolección implementado con datos actualizados. • CIBNOR registrado como administrador oficial de especies de *Q. brandegeei*.

Responsables y Colaboradores: CIBNOR, The Morton Arboretum, CONANP, "Salvemos al Encino Arroyero", residentes de las comunidades, Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB), Red Nacional de Huertos Etnobiológicos y ArbNet.

ACCIÓN #4

OBJETIVO: Informar y empoderar a las partes interesadas y a los miembros de la comunidad en la región del Cabo quienes apoyan a *Q. brandegeei* a través del intercambio de conocimientos, el apoyo a políticas, la participación en actividades comunitarias y la participación en programas de educación ambiental.

FUNDAMENTO: Este Plan de Acción busca el intercambio de conocimientos, valores y experiencias entre actores clave para la conservación de *Q. brandegeei*. El conocimiento científico se comparte a través de la difusión de materiales educativos y de divulgación, que permiten a las personas comprender mejor las principales funciones biológicas y ecosistémicas de la especie. También se planea utilizar múltiples redes y vías para activar a las partes interesadas clave y difundir la información relacionada con este plan.

OBJETIVOS	ACCIONES	INDICADORES DE ÉXITO
1) Desarrollar materiales educativos y de divulgación que generen conciencia sobre la existencia de *Q. brandegeei* y sobre las amenazas que esta enfrenta.	a. Promover la participación de universidades, fundaciones y organizaciones civiles en actividades de educación ambiental. b. Crear materiales de divulgación para difundir información (p. ej., video de Encino arroyero, festival).	• Número de comunidades y centros educativos capacitados y materiales didácticos producidos. • Número de instituciones involucradas en el proceso de educación ambiental.
2) Informar y capacitar a activistas ambientales y administradores de AP en la Región del Cabo sobre la importancia de la conservación de la especie.	a. Realizar talleres para informar e intercambiar conocimientos y experiencias sobre la conservación de la especie en la región. b. Promover las tradiciones y conocimientos locales para el uso y conservación de la especie. c. Desarrollar capacidades para propagar la especie entre el personal de la AP y otras partes interesadas.	• Número de capacitaciones realizadas a miembros de comunidades o grupos sociales, guardaparques, prestadores de servicios turísticos y tomadores de decisiones. • Número de partes interesadas con mayor conocimiento y comprensión del estado de conservación de *Q. brandegeei*.
3) Crear conciencia y compartir información a nivel local, regional y global.	a. Aprovechar socios y redes para difundir información en las redes sociales y en otros lugares relevantes, como reuniones científicas, talleres comunitarios, charlas y presentaciones.	• Número de charlas, artículos, presentaciones, etc. • Número de personas y diferentes actores clave alcanzados.

Responsables y Colaboradores: CIBNOR, The Morton Arboretum, CONANP-REBIOSLA, "Salvemos al Encino Arroyero", residentes de las comunidades, SEMARNAT-CONAFOR, Departamento de Ecología y Educación Ambiental de los municipios de Los Cabos y La Paz, Kumutú-STEAM, Rancho Cacachilas, CODEMA A.C., Urbanería y Ecology Project International (EPI).

PRÓXIMOS PASOS

Fotografía de equipo en el Primer Festival Comunitario de Conservación de *Quercus brandegeei* en la Delegación Santiago, Baja California Sur. (The Morton Arboretum)

Este documento representa un resumen del plan de acción que se inició en septiembre/octubre de 2021 como resultado del taller para la conservación de *Quercus brandegeei*. El grupo de trabajo lo revisa anualmente. Este plan sigue un cronograma de cinco años, pero se actualiza periódicamente a través de comunicaciones por correo electrónico y reuniones, y se realizan talleres anuales para evaluar el plan general, discutir los cambios y actualizarnos mutuamente sobre los logros y las brechas en nuestros esfuerzos. Se puede agregar información adicional en cualquier momento, siempre que sea revisada y aceptada por todos los que participaron en los talleres y quienes llevarán a cabo las actividades establecidas en el plan. Para obtener actualizaciones de este plan, visite mortonarb.org/arroyo.

Cada tabla de acción ha identificado a los responsables y colaboradores. Esto finalmente formará un grupo de trabajo que se reunirá y se comunicará trimestralmente para garantizar que las actividades se ejecuten en el plazo establecido. En general, un mayor apoyo a través de colaboraciones, recursos y financiación será fundamental para la implementación y el éxito de estas actividades. Para obtener más información sobre cómo participar o apoyar estos esfuerzos, comuníquese con la Coordinadora del GCCO y quien administre el Plan de Acción de la especie.

REFERENCIAS

Alvarez-Clare, S. A. C., Carrero, C. & Pérez-Morales, D. W. (2021). *Quercus brandegeei* (Green Status assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T30726A3072620221.

Brinkwirth, C., Klimas, C.A., Cortez, C., Nuñez, J., Pérez-Morales, D.W., Breceda, A., González-Rodríguez, A., & Alvarez-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.

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-Ávalos, S., & Westwood, M. (2020). The Red List of Oaks 2020. The Morton Arboretum. Lisle, IL.

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. 10.1175/JCLI-D-11-00425.1.

Cavender-Bares, J., Gonzalez-Rodriguez, A., Pahlich, A., Koehler, K., & Deacon, N. (2011). Phylogeography and climatic niche evolution in live oaks (*Quercus* series *Virentes*) from the tropics to the temperate zone. Journal of Biogeography, 38, 962–981.

Cavender-Bares, J., González-Rodríguez, A., Eaton, D. A. R., Hipp, A. 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: 3668 – 3687.

CONANP. (2003). Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. D.F. México.

Coria R. (1988). Climatología. En Arriaga L. & A. Ortega (Eds). La Sierra la Laguna de Baja California Sur. Centro de Investigaciones biológicas de Baja California Sur. A.C., La Paz, Baja California Sur, México. 45-52 p.

Denvir, A. & Westwood, M. (2016). *Quercus brandegeei.* The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T30726A2795363. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T30726A2795363.en.

González, A., Charlotte, E., Garcillan, P., & Ezcurra, E. (2010). Ecorregiones de la Península de Baja California: Una síntesis. Boletín Sociedad Botánica de México. 87:69–82.

León de la Luz, J.L., Domínguez-Cadena, R., Domínguez-León, M., & Coria-Benet, R.C. (2014). Flora iconográfica de Baja California Sur 2. La Paz: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Manos, P. S., Doyle, J. J., & Nixon, K. C (1999) Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus subgenus Quercus* (Fagaceae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 12, 333–349.

Muller, C. H. (1961). The live oaks of the series *Virentes*. American Midland Naturalist 65: 17 – 39.

Nixon K. C, & Muller, C. H. (1997). *Quercus Linnaeus* sect. *Quercus* White oaks. In: Flora of North America North of Mexico (eds Committee FoNAE), pp. 436–506. Oxford University Press, New York City, New York.

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.

APÉNDICE A

Listado de participantes en el primer taller comunitario “Conservación del Encino Arroyero (*Quercus brandegeei*)” en San Dionisio, Los Cabos, Baja California Sur y el simposio en La Paz, Baja California Sur, octubre de 2021.

Participantes del taller	
Nombre	Organización
Víctor M. Anguiano H.	CONAP/RBSL
Osiel A. Flores Rojas	CONAP/RBSL
Alejandra Y. Barrios S.	CONAP/RBSL
Elizabeth Álvarez Rosas	Municipio de Santiago
Leticia Lizbeth García C.	Subdelegación Zacatal II
Daniel Cota Castillo	Municipio de Santiago
Inés Núñez Cosío	Comunidad
Jazmín Itzel Núñez N.	Comunidad
Linet Núñez	Comunidad
Estefana González	Comunidad
Herlindo Castro C.	Comunidad
Karminia Carolina Castro G.	Comunidad
Rosario G. Rosas López	Comunidad
Aurora Breceda Solís	CIBNOR
Francisco Gómez M.	CODEMA AC
Gloria Carillo	Comunidad
Rogelio Rosas López	Comunidad
Antonio González R.	UNAM
Christie Klimas	DePaul University
Sean Hoban	The Morton Arboretum
Abelino Cota Castro	Comunidad/CIBNOR
Fanny Reyes Bolaños	Comunidad/CIBNOR
Silvia Alvarez-Clare	The Morton Arboretum
Aranza Mendoza Sánchez	UABCS
Diana Larua Martínez Lugo	UABCS
Obed Rafael Caballero Martínez	UABCS
Manuel Osuna Flores	UABCS
Karina M. Bailon Grijalva	UABCS
Matthew Taylor	The Morton Arboretum
Daniel Pérez Morales	CIBNOR/Proyecto Encino Arroyero

Participantes del simposio	
Nombre	Organización
Silvia Alvarez-Clare	The Morton Arboretum
Daniel Pérez Morales	CIBNOR/Proyecto Encino Arroyero
Christie Klimas	DePaul University
Sean Hoban	The Morton Arboretum
Marco A. Gonzales Viscarra	CONANP/RBSL
Aurora Breceda Solís	CIBNOR
Victor M. Anguiano Huerta	CONANP/RBSL
Fany Reyes Bolaños	Comunidad/CIBNOR
Roberto Mendía Santana	CONAFOR
José Luis León de la Luz	CIBNOR
Consuelo Bonfil	UNAM
Juan A. Hernandez S.	CODEMA AC
Carlos U. McGregor B.	CODEMA AC
Elizabeth Álvarez Rosas	Municipio de Santiago
Maria Rosas Espinoza	Comunidad
Karminia Carolina Castro	Comunidad
Antonio Gonzalez R.	UNAM
Mariana Fuentes Zarco	Proyecto Encino Arroyero

The Morton Arboretum | THE CHAMPION of TREES

The Morton Arboretum

4100 Illinois Route 53
Lisle, IL 60532

treeconservation@mortonarb.org
www.mortonarb.org

Cover photos:
Quercus brandegeei in its native habitat (The Morton Arboretum)

Design: John Morgan
www.seascapedesign.co.uk