

RIQUEZA DE ESPECIES, ENDEMISMO Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXTINCIÓN DEL GÉNERO *BURSERIA* (BURSERACEAE) EN LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

 ABRAHAM SÁNCHEZ-ROMERO¹ Y  JUVENAL ARAGÓN-PARADA^{2*}

¹ Herbario HCIB, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, A.C., La Paz, Baja California Sur, México.

² Posdoctorado CONACYT - Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

*Autor para correspondencia: juvenal.aragon1804@gmail.com

Resumen

Antecedentes: *Bursera* es un género nativo de América tropical y agrupa 114 especies. El occidente de México es su principal centro de diversificación y el sur de la Península de Baja California es un centro de endemismo importante para el género.

Preguntas: ¿Cuántas especies de *Bursera* hay en la Península de Baja California? ¿Dónde se distribuyen? ¿Cuáles son sus estados de conservación?

Especies de estudio: *Bursera* Jacq. ex L.

Sitio y años de estudio: La Península de Baja California, México; de 2021 a 2022.

Métodos: Se generó una base de datos a partir de repositorios electrónicos, herbarios, colectas en campo y literatura especializada. Se calculó la riqueza por división política, provincia biogeográfica, ecorregión y una cuadrícula de 40 × 40 km. Se construyeron modelos de distribución de especies y se estimó el estado de conservación para cada taxón utilizando el criterio B2 de la IUCN que se basa en el área de distribución.

Resultados: Se documentaron 11 especies de *Bursera* en la Península de Baja California, de las cuales siete son endémicas de la misma. La riqueza de especies se concentró en los Matorrales Tropicales del Cabo a elevaciones entre los 0 y los 500 m. Cinco especies se clasificaron en alguna categoría de riesgo según los criterios de la IUCN.

Conclusiones: El presente trabajo amplía el conocimiento sobre la distribución y estado de conservación del género *Bursera* en la Península de Baja California.

Palabras clave: Biogeografía, conservación, modelos de distribución de especies.

Abstract

Background: *Bursera* is a genus native to tropical America and groups around 114 species. Western Mexico is its main center of diversification, and the south of the Baja California Peninsula is an important center of endemism for the genus.

Questions: How many species of *Bursera* are there in the Baja California Peninsula? Where are they distributed? Which is their status of conservation?

Studied species: The species of *Bursera* of the Baja California Peninsula.

Study site and dates: The Baja California Peninsula, Mexico; from 2021 to 2022.

Methods: A database was generated from electronic repositories, herbaria, field collections and specialized literature. Species richness was calculated by political division, biogeographic province, ecoregion, and a 40 × 40 km grid. Species distribution models were built, and the conservation status was estimated for each taxon using the IUCN B2 criterion.

Results: In the Baja California Peninsula 11 species of *Bursera* were documented, of which seven are endemic. Species richness was concentrated in the Cape Tropical Shrubland at elevations between 0 and 500 m. Five species were classified in some risk category.

Conclusions: The present work expands knowledge about the distribution and conservation status of *Bursera* in the Baja California Peninsula.

Key words: Biogeography, conservation, species distribution models.

La familia Burseraceae Kunth está conformada por 19 géneros y 700 especies (Daly *et al.* 2010). Tiene una distribución pantropical en Bosque Tropical Perennifolio, Bosque Tropical Subcaducifolio, Bosque Tropical Caducifolio (BTC) y Matorral Xerófilo (Weeks *et al.* 2005). En México está representada por los géneros *Bursera* Jacq. ex L., *Beiselia* Forman y *Protium* Burm.f., de los cuales, *Bursera* destaca por su diversidad (Rzedowski & Kruse 1979, De-Nova *et al.* 2012, Villaseñor 2016, Rzedowski 2019).

Bursera con 114 especies es un género americano que se distribuye desde el sur de los Estados Unidos de América hasta el norte de Perú, pero concentra su mayor diversidad en la vertiente del Pacífico en México (Rzedowski *et al.* 2005, Becerra & Yetman 2024). Es un componente distintivo en el BTC, con el que presenta una estrecha relación ecológica y comparte su historia evolutiva (De-Nova *et al.* 2012). Con alrededor del 90 % de especies endémicas, es el segundo género de árboles con mayor riqueza y endemismo en México (Téllez *et al.* 2020).

Bursera es un grupo monofilético compuesto por las secciones *Bursera* y *Bullockia* (Becerra & Venable 1999, Becerra 2003, 2005, Weeks *et al.* 2005, Espinosa *et al.* 2006, Becerra *et al.* 2012, De-Nova *et al.* 2012). El centro de diversificación de *Bursera* está en el occidente de México y se estima que se dio durante el Mioceno Temprano (hace 23 millones de años) en el BTC (De-Nova *et al.* 2012). A partir de esta área, el género se dispersó y diversificó hacia el sur del país, mientras que para el norte esta diversificación fue menor (Kohlman & Sánchez-Colon 1984).

La región del Cabo en la Península de Baja California (PBC) es la región tropical seca que está en su extremo meridional. Esta abarca las ecorregiones de Matorrales Tropicales, Selvas Bajas del Cabo y Bosques de la Sierra de la Laguna (González-Abraham *et al.* 2010). Esta región es reconocida como uno de los centros de riqueza de especies y endemismo de *Bursera* (Kohlman & Sánchez-Colon 1984, Pérez-Navarro 2001, Rzedowski *et al.* 2005). Resguarda el único relictos de BTC de la PBC, así como una composición distintiva de Matorral Sarcocaula con afinidades tropicales secas más relacionadas al BTC que al Matorral Xerófilo (León de la Luz *et al.* 2000, González-Abraham *et al.* 2010).

Una revisión taxonómica de *Bursera* en la PBC fue realizada por Pérez-Navarro (2001); sin embargo, se han realizado nuevos hallazgos que, por la importancia de *Bursera* para la región, amerita analizar la riqueza de especies y endemismo (Espinosa *et al.* 2006, León de la Luz & Pérez-Navarro 2010, León de la Luz *et al.* 2017). Los objetivos del presente trabajo fueron identificar las áreas de mayor riqueza y endemismo, describir la distribución geográfica y evaluar el riesgo de extinción de las especies de *Bursera* en la PBC.

Materiales y métodos

Área de estudio. La PBC está ubicada al noroeste de México y se encuentra rodeada por el Océano Pacífico al oeste y por el Golfo de California al este. Políticamente está conformada por los estados de Baja California (BC) y Baja California Sur (BCS). La amplitud de elevación en la región va de los 0 m en las costas hasta los 3,090 m en el Pico del Diablo, en la Sierra de San Pedro Mártir (BC). Tiene aproximadamente 1,200 km de longitud y 250 km en su parte más ancha.

Base de datos. La información geográfica, curatorial y ecológica correspondiente a los taxones de *Bursera*, se recopiló en una base de datos, a partir de la información disponible en las etiquetas de ejemplares de herbario (HCIB, IBUG MEXU y SLPM) (Thiers 2021), así como en imágenes digitalizadas en colecciones nacionales; Red de Herbarios del Noroeste de México (2017), IBDATA (UNAM 2021) e internacionales (BH, CAS, F, K, MO, y NY) a través del portal Jstor (acrónimos según Thiers 2021) y GBIF (2021). Además, se consultaron bases de datos electrónicas como: Baja Flora (2022) y NaturaLista, la cual alberga una importante cantidad de registros provenientes de observaciones de ciencia ciudadana. Los registros de herbario con identidad taxonómica dudosa fueron descartados. Para la georreferenciación de ejemplares sin coordenadas se utilizó Google Earth Pro en su versión 7.3.2 (Google 2019) y GEOLocate (Rios & Bart 2010). Para la depuración de la base de datos se eliminaron los ejemplares duplicados, así como aquellos sin coordenadas geográficas cuya información de localidad no permitiera la inferencia de una coordenada precisa. En el caso de NaturaLista, cada observación incluida fue verificada individualmente, se incluyeron

solo registros que contaban con información fotográfica suficiente para su determinación certera, así como las que tuvieran privacidad geográfica abierta. Las coordenadas de las observaciones con privacidad geográfica obscurecida fueron solicitadas a los usuarios de la plataforma por medio del proyecto dentro de NaturaLista que agrupa todas las observaciones del género *Bursera* en la PBC. Las determinaciones de los ejemplares de herbario y de las observaciones de NaturaLista se realizaron siguiendo la clave taxonómica de Pérez-Navarro (2001).

Análisis de riqueza de especies y endemismo. La riqueza de especies se define como el número de especies por unidad de área. Esta se calculó por ecorregiones (González-Abraham *et al.* 2010), provincias biogeográficas (Morrone 2021), estados, municipios y una cuadrícula con celdas de 40 × 40 km, que se calculó mediante el método que describen Suárez-Mota & Villaseñor (2011), el cual consiste en utilizar como tamaño de celda el promedio del 10 % de la distancia máxima entre dos puntos de las especies a analizar. Por último, se estimó el área de mayor riqueza potencial mediante la congruencia de los modelos de distribución de especies (MDE). Adicionalmente, se identificaron centros de endemismo del género, mediante un análisis de endemismo ponderado (WE) y endemismo ponderado corregido (CWE) en Biodiverse versión 2.0 (Laffan *et al.* 2010), los cuales consisten en identificar la distribución del endemismo en un espacio geográfico compuesto por celdas (Noguera-Urbano 2017). El WE se calcula con la siguiente fórmula:

$$WE = \sum \left(\frac{1}{C_i} \right)$$

Donde C_i : número de celdas en las cuales se encuentra el taxón i . De esta forma, se suman los valores de endemismo ponderado de todas las especies presentes en las celdas y se obtiene el WE de cada celda. Por otro lado, el CWE divide el valor del WE entre el número de especies presentes en cada celda, con el objetivo de disminuir la correlación entre el endemismo y la riqueza de especies (Crisp *et al.* 2002).

Descripción de la distribución geográfica. Con la finalidad de conocer la ubicación de las poblaciones aisladas y sus límites de establecimiento, se analizó la amplitud latitudinal, longitudinal y de elevación para cada taxón. Además, se construyeron mapas de distribución con base en los registros recopilados. Por último, con el fin de obtener una representación más completa del área de distribución que no estuviera limitada a los registros de ocurrencia, se construyeron MDE con base en variables climáticas.

Modelos de distribución de especies. Para la construcción de los MDE se utilizó el paquete informático Kuenm (Cobos *et al.* 2019). Este paquete utiliza el algoritmo de máxima entropía MaxEnt (Phillips *et al.* 2006) y permite la creación y calibración de múltiples modelos para los que se utilizan diferentes combinaciones de multiplicadores de regularización y curvas de respuesta. Los multiplicadores de regularización son parámetros que controlan la intensidad de la penalización impuesta al modelo, con el fin de evitar el sobre ajuste de estos (Radosavljevic & Anderson 2013). Los puntos de presencia utilizados para la calibración de los modelos fueron depurados para evitar más de un punto por píxel. Para la evaluación de los modelos generados se tomó en cuenta la significancia estadística (ROC parcial), el poder predictivo (tasa de omisión) y la complejidad (AICc). Se utilizaron las 19 variables climáticas de Wordclim versión 2 (Fick & Hijmans 2017) con una resolución de 30". Para reducir la correlación entre las variables climáticas y el sobreajuste de los modelos, se realizó un análisis de componentes principales en R (R Development Core Team 2015) y se seleccionaron los componentes que explicaran al menos el 95 % de la varianza acumulada. Lo anterior, se realizó para cada especie, donde se consideró su área de accesibilidad. Para obtener el área de calibración se consideraron las ecorregiones propuestas por González-Abraham *et al.* (2010). Del área de calibración obtenida se obtuvieron 10,000 puntos aleatorios para *background*. Para cada especie se crearon 95 modelos candidatos, donde se combinaron 19 multiplicadores de regularización (de 0.1 a 1 en intervalos de 0.1 y de 2 a 10 en intervalos de 1) y cinco tipos de combinaciones de curvas de respuesta (linear = 1, linear y cuadrática = lq, linear, cuadrática y producto = lqp, linear cuadrática, producto e inglete = lqph y linear, cuadrática, producto, inglete y umbral = lqph).

Se evaluó el desempeño de los modelos candidatos basados en su significancia estadística (ROC parcial, con 500 iteraciones y 50 % de los datos para bootstrap), error de omisión ($E = 5\%$) y complejidad del modelo (AICc). Se seleccionaron los modelos estadísticamente significativos con las tasas de omisión más bajas para el umbral establecido previamente. Después, de entre estos modelos, los que obtuvieron valores menores de delta AICc fueron seleccionados como modelos finales. Se utilizó una salida logística para la proyección de los modelos en la geografía. Debido a que reduce el sesgo de muestreo y la sobreestimación del área de distribución potencial de la especie, se optó por el criterio del *10 percentile training presence* como umbral de corte para los modelos binarios. El *10 percentile training presence* es un umbral conservador que se basa en el valor de probabilidad por debajo del cual se encuentran el 10 % de las presencias de entrenamiento del modelo, (Radosavljevic & Anderson 2013). Por último, se sumaron las capas ráster de los modelos binarios de los modelos obtenidos para obtener el mapa de riqueza potencial.

Evaluación del riesgo de extinción. Para la evaluación del riesgo de extinción se utilizó el criterio B de la lista roja, el cual se basa en la distribución geográfica representada como área de ocupación (AOO) y extensión de presencia (EOO). El AOO mide el área actualmente ocupada por un taxón, mientras que la EOO, es una estimación de la dispersión geográfica de dichas áreas y por ende de los riesgos que enfrentan. Para dos especies ecológicamente similares con valores de AOO idénticos, aquella con la EOO más restringida tendrá el mayor riesgo, debido a que sus poblaciones estarían menos dispersas en el espacio y la probabilidad de que una amenaza afecte a gran parte de la población es mayor (IUCN 2022). El cálculo del AOO y EOO de cada especie se realizó con la herramienta GeoCAT (Bachman *et al.* 2011). El tamaño de celda utilizado para el cálculo del AOO fue de 2×2 km según las recomendaciones de la IUCN (2012). La EOO se calculó mediante el polígono mínimo convexo, el cual se define como el polígono de menor superficie que contiene todos los lugares de presencia y que ninguno de sus ángulos internos excede los 180 grados. El estado de conservación estimado para *Bursera fagaroides* (Kunth) Engler var. *elongata* McVaugh & Rzed., *B. hindsiana* (Benth.) Engl., *B. laxiflora* S.Watson, y *B. microphylla* A.Gray, se refiere solamente al estado de riesgo de las poblaciones peninsulares, por lo que se trata de una evaluación regional. Las evaluaciones regionales pueden resultar de utilidad, en especial para áreas en las que existe un gran número de especies endémicas amenazadas (Rienman & Ezcurra 2004, IUCN 2012). Además, para conocer el grado de protección de las especies por el sistema de áreas naturales protegidas (ANPs), se contabilizaron las ocurrencias dentro de las ANPs de la región.

Resultados

Base de datos. La base de datos integró 11 taxones de *Bursera* en la PBC, las cuales corresponden a 10 especies y una variedad (Figura 1). Se obtuvieron 2,346 registros únicos, cuya distribución se concentró en el extremo sur del área de estudio (Figura 2). Las áreas con menor número de registros fueron la región Mediterránea y el Desierto del Vizcaíno, con 595 registros, *B. microphylla* tuvo la mayor representación, en tanto que *B. rupicola*, con 30 registros, fue la que tuvo menor incidencia, la misma tendencia se repitió para el número de celdas ocupadas (Tabla 1).

Riqueza de especies. En el estado de Baja California Sur se encontraron todas las especies registradas para la PBC, mientras que en Baja California solo se documentaron *B. hindsiana* y *B. microphylla*. El municipio de La Paz, con nueve especies, fue el que albergó la mayor riqueza de especies, justo después del municipio de Los Cabos con ocho. Los municipios que no tuvieron ningún registro fueron Playas de Rosarito y Tijuana. La provincia biogeográfica de Baja California albergó a todas las especies registradas en la Península, mientras que para la fracción de la provincia biogeográfica de Sonora que está dentro de la región de estudio solo registraron *B. hindsiana* y *B. microphylla*. Por su parte, la provincia biogeográfica de California contó con registros aislados de *B. microphylla*. Todas las especies endémicas se encuentran presentes en los Matorrales Tropicales a excepción de *B. rupicola* que se encuentra exclusivamente en las Selvas Bajas del Cabo (Tabla 2). Se obtuvieron tres celdas con valores de riqueza de especies de ocho, ubicadas en la costa este de la

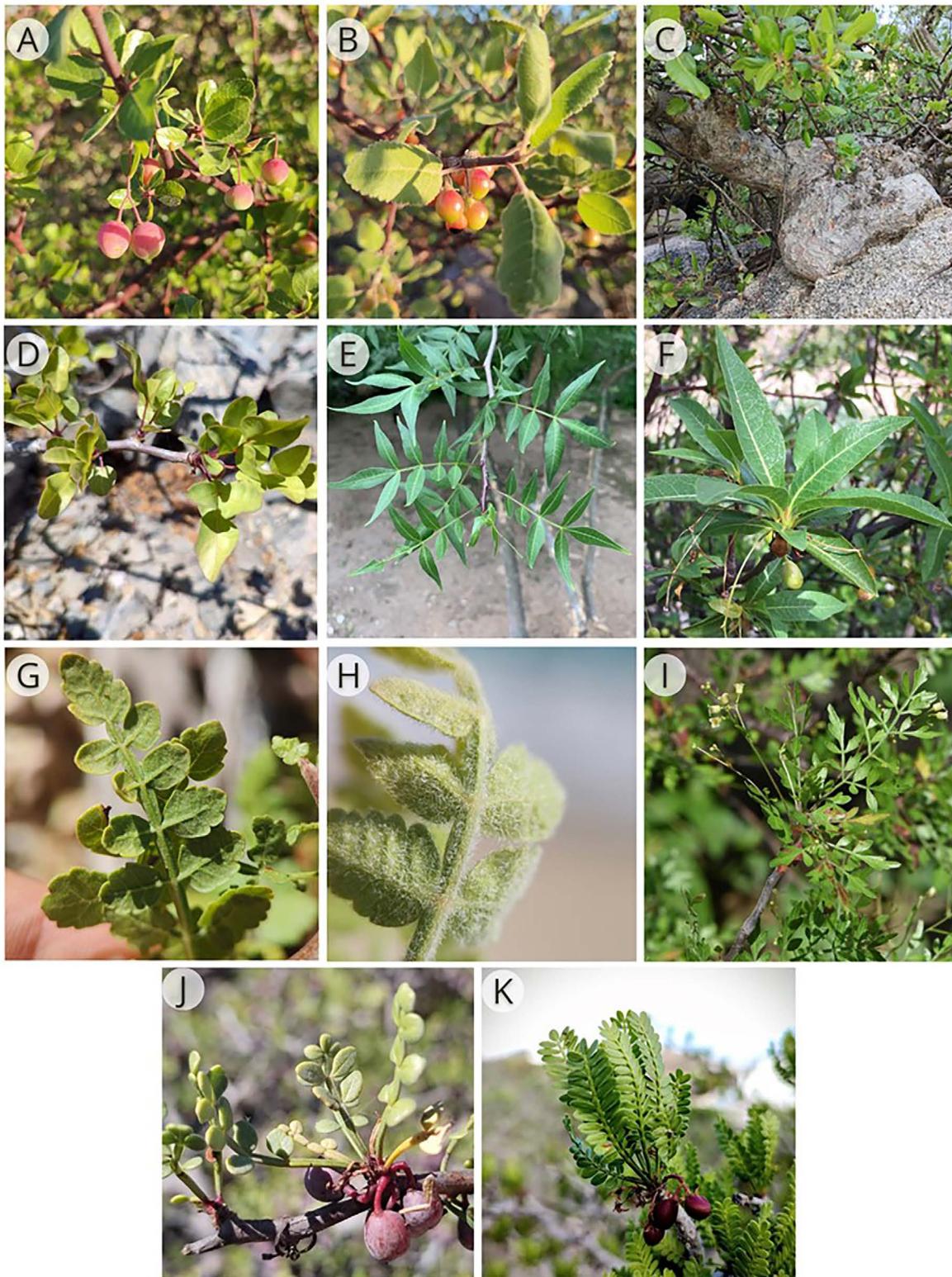


Figura 1. Especies del género *Bursera* en la Península de Baja California. A) *B. epinnata*, B) *B. hindsiana*. C) *B. rupicola*, D) *B. odorata*, E) *B. fagaroides* var. *elongata*, F) *B. cerasifolia*, G) *B. littoralis*, H) *B. filicifolia*, I) *B. laxiflora*, J) *B. exequielii*, K) *B. microphylla*. Créditos de fotografías: A, B, C, D, G, H, J, K (A. Sánchez Romero), E (E. Hough), F (D. Tighe) e I (J. Santere).

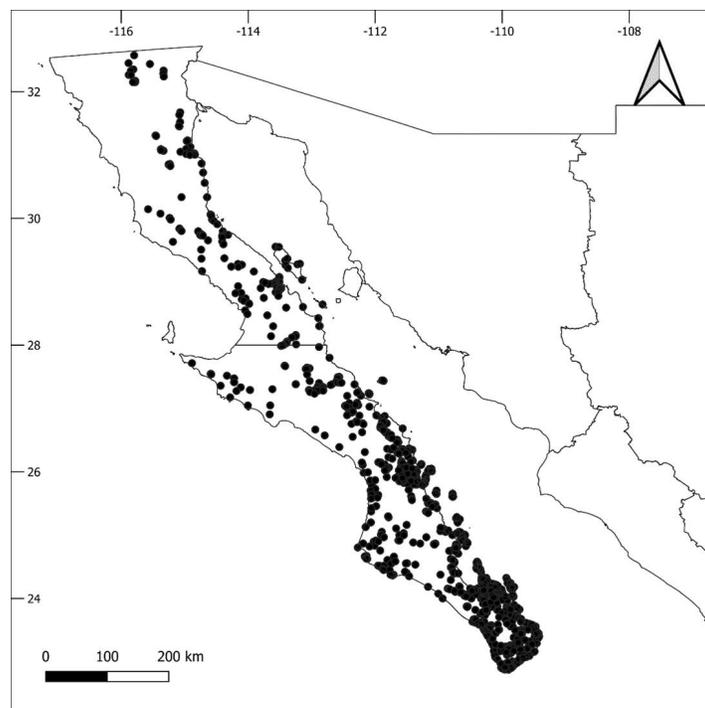


Figura 2. Puntos de ocurrencia de *Bursera* en la Península de Baja California.

región del Cabo (Figura 3A). La riqueza potencial se concentró en la costa al sureste de Los Cabos, cerca de Cabo Pulmo, con valores de hasta ocho especies por celda (Figura 3B). De la misma forma, estas tres celdas albergaron los valores más altos de endemismo ponderado; de 0.70 a 0.88 (Figura 3C). Al aplicar el endemismo ponderado corregido (EPC), el número de celdas con los mayores valores de endemismo se redujo a dos, con valores de 0.09 a 0.11 (Figura 3D).

Distribución geográfica. Las presencias de *Bursera* en la PBC se concentraron al este, entre los -111 y -110 grados de longitud (Figura 4A). Los valores fueron desde los -116.6 hasta los -114°. El género se distribuyó en toda la amplitud latitudinal de la Península; desde los 22.8 hasta los 32.5°. *Bursera microphylla* tuvo la mayor amplitud latitudinal (22.8° - 33.7°), mientras que *B. rupicola* presentó la amplitud más restringida (23.8° - 24.1°; Figura 4B). Todas las especies, a excepción de *B. rupicola*, se encontraron desde los 0 hasta los 400 m de elevación aproximadamente. *Bursera microphylla* se destacó por ser la especie con la amplitud de elevación más amplia de 0 a 1,500 m. *Bursera rupicola* es la única especie que tiene preferencia exclusiva por elevaciones medianas, entre 450 y 1,200 m, en tanto que *B. exequielii* León de la Luz y *B. littoralis* León de la Luz & Pérez Navarro son las especies con amplitud de elevación más restringida, de los 0 a los 500 m (Figura 4C).

La distribución de *Bursera* en las ecorregiones abarcó prácticamente la totalidad de la PBC. No registramos su presencia en las zonas más áridas del Desierto del Vizcaíno, el Desierto Central, y las ecorregiones de la región Mediterránea. *Bursera rupicola* fue la especie con la distribución ecológica más restringida, mientras que *B. microphylla* destacó por su amplia distribución en la mayoría de los ecosistemas peninsulares. *Bursera laxiflora* y *B. fagaroides* var. *elongata* presentaron una distribución geográfica similar, con la mayor porción de su distribución en la vertiente del Pacífico de México y solo unas pocas poblaciones en Sierra La Giganta y Sierra San Francisco. *Bursera odorata* Brandegey y *B. epinnata* (Rose) Engl. también presentan distribuciones semejantes, ya que abarcan la totalidad de la región del Cabo y se extienden a través de Sierra la Giganta y Costa Central del Golfo. *Bursera odorata* se encontró en regiones más áridas dentro de esta amplitud latitudinal (Figura 4).

Todos los modelos seleccionados fueron estadísticamente significativos bajo el criterio del ROC parcial. Aquellos con proporciones de AUC superiores a 1 representan modelos con predicción de presencias y ausencias mejores de lo

Biogeography and conservation of *Bursera* in Baja California

Tabla 1. Riqueza de especies y distribución geográfica de *Bursera* en la Península de Baja California. (*) especies no endémicas de la península. (EOO) Extensión de Presencia. (AOO) Área de Ocupación. Valores calculados solo para los individuos presentes en la región de estudio; su categoría de riesgo solo aplica para dichas poblaciones. (NR) número de registros. (NC) número de celdas de 40 × 40 km. (MaxD) máxima distancia entre dos puntos más distantes. (EOO) extensión de la presencia. (AOO) área de ocupación. (CaR) categoría de riesgo; EN = En Peligro, VU = Vulnerable, LC = Preocupación Menor.

Taxón	NR	NC	MaxD (km)	EOO (km ²)	AOO (km ²)	CaR
<i>B. cerasifolia</i>	104	3	86.085	2,266	168	EN
<i>B. epinnata</i>	385	37	523.655	59,473	1,028	LC
<i>B. exequielii</i>	49	7	223.493	3,279	100	EN
* <i>B. fagaroides</i> var. <i>elongata</i>	21	18	171.784	3,337	68	EN
<i>B. filicifolia</i>	93	12	315.664	6,224	224	VU
* <i>B. hindsiana</i>	193	71	1,094.866	161,708	632	LC
* <i>B. laxiflora</i>	40	8	171.361	7,887	132	VU
<i>B. littoralis</i>	32	8	314.367	10,058	104	VU
* <i>B. microphylla</i>	595	90	1,220.764	193,925	1,696	LC
<i>B. odorata</i>	128	23	524.622	44,018	348	LC
<i>B. rupicola</i>	30	2	54.792	598	56	EN

Tabla 2. Distribución de las especies de *Bursera* en la Península de Baja California, por división política, provincia biogeográfica y ecorregión. (*) especies no endémicas. Ecorregiones: (BSLL) Bosques de la Sierra La Laguna, (MT) Matorrales Tropicales, (SBC) Selvas Bajas del Cabo, (CCG) Costa Central del Golfo; (PM) Planicies de Magdalena, (SG) Sierra de la Giganta. Estados: (BCS) Baja California Sur, (BC) Baja California.

Taxón	Estado/Municipio	Provincia biogeográfica	Ecorregión
<i>B. cerasifolia</i>	BCS: La Paz y Los Cabos	Baja California	BSLL, MT, SBC
<i>B. epinnata</i>	BCS: Comondú, La Paz, Loreto, Los Cabos y Mulegé	Baja California	BSLL, CCG, MT, PM, SG, SBC
<i>B. exequielii</i>	BCS: La Paz y Los Cabos	Baja California	CCG, MT
* <i>B. fagaroides</i> var. <i>elongata</i>	BCS: Loreto y Mulegé	Baja California	CCG, SG
<i>B. filicifolia</i>	BCS: Comondú, La Paz y Los Cabos	Baja California	CCG, MT, PM, SBC
* <i>B. hindsiana</i>	BCS: Comondú, La Paz, Loreto, Los Cabos y Mulegé/BC: Ensenada, Mexicali y San Quintín	Baja California y Sonora	CCG, DC, DF, DV, MT, PM, SG
* <i>B. laxiflora</i>	BCS: Comondú, Loreto y Mulegé	Baja California	CCG, SG
<i>B. littoralis</i>	BCS: Comondú, La Paz y Los Cabos	Baja California	MT, PM
* <i>B. microphylla</i>	BCS: Comondú, La Paz, Loreto, Los Cabos y Mulegé	Baja California y Sonora	BSLL, CCG, DC, DF, DV, MT, PM, SG, SBC
	BC: Ensenada, Mexicali, San Quintín y Tecate		
<i>B. odorata</i>	BCS: Comondú, La Paz, Loreto, Los Cabos y Mulegé	Baja California	BSLL, CCG, MT, PM, SG, SBC
<i>B. rupicola</i>	BCS: La Paz	Baja California	BSLL, SBC

esperado por el azar (Figura 5). Los valores de proporción AUC de los modelos seleccionados fueron de 1.16 a 1.75. La tasa de omisión ($E = 5\%$) se mantuvo por debajo de 0.5 en 6 especies, y el resto no superó el 0.15. Por último, todos los modelos seleccionados obtuvieron valores de delta AICc de 0, lo que significa que en todos los casos se seleccionaron los modelos menos complejos de entre los modelos candidatos (Tabla 3).

Riesgo de extinción. Con base en los valores de EOO y AOO, las especies endémicas *B. exequielii*, *B. cerasifolia* y *B. rupicola* se encuentran En Peligro (EN); *B. littoralis* y *B. filicifolia* Vulnerable (VU) y *B. epinnata* y *B. odorata* en Preocupación Menor (LC) (Tabla 1). Las especies no endémicas catalogadas como LC fueron *B. hindsiana* y *B. microphylla*, mientras que *B. fagaroides* var. *elongata* y *B. laxiflora* se catalogaron en las categorías EN y VU respectivamente (Tabla 1).

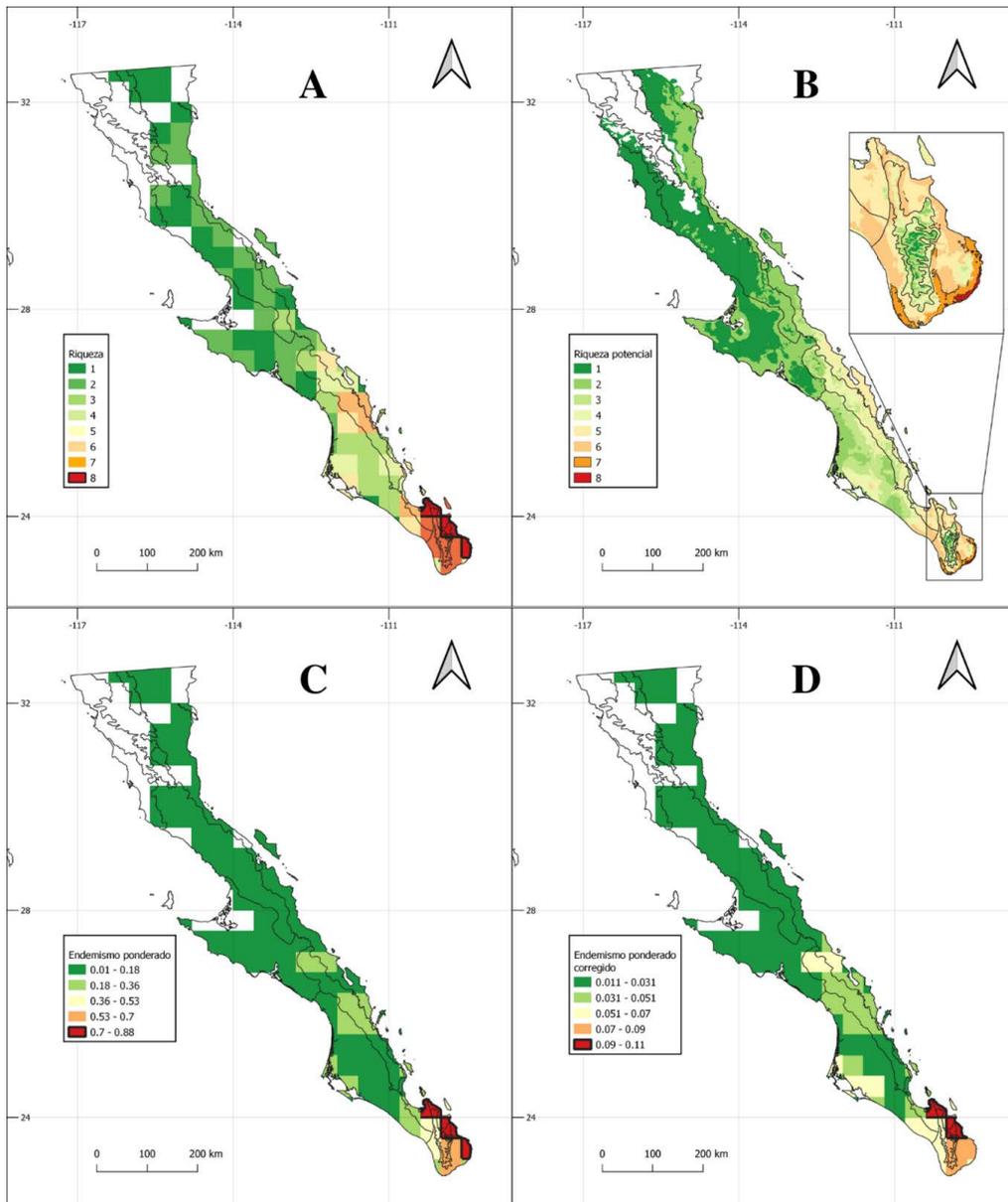


Figura 3. Diversidad de *Bursera* en la Península de Baja California. A) Riqueza conocida, B) Riqueza potencial, C) Endemismo ponderado y D) Endemismo ponderado corregido. La regionalización que se muestra en los mapas corresponde a las ecorregiones de González-Abraham *et al.* (2010).

Bursera microphylla y *B. hindsiana* son las especies que se encuentran en una mayor cantidad de áreas naturales protegidas, mientras que *B. cerasifolia*, *B. filicifolia*, *B. littoralis* y *B. laxiflora* no se reportan dentro de ninguna (Tabla 4). De los 2,345 puntos de presencia obtenidos solo el 22 % (534) se encuentran dentro de alguna ANP. Cuatro de las siete especies de *Bursera* endémicas de la PBC tienen al menos un registro de presencia dentro de una ANP. Con cinco especies, las Islas del Golfo de California fueron el ANP que contuvo más especies de *Bursera*.

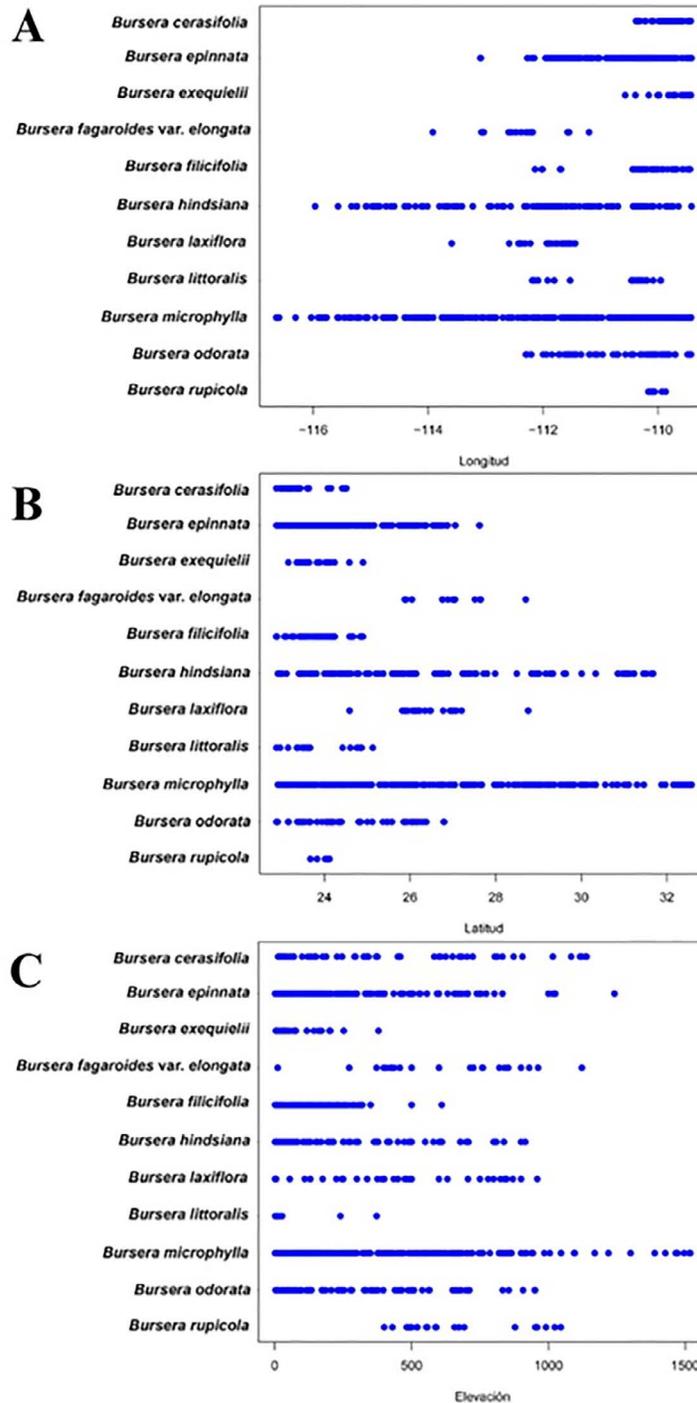


Figura 4. Amplitudes geográficas de las especies de *Bursera* en la Península de Baja California. A) Longitudinales, B) Latitudinales, C) De elevación.

Discusión

Del total de registros obtenidos para la construcción de la base de datos, el 64 % (1,516) fueron obtenidos de repositorios virtuales. En conjunto con información de ejemplares de herbario y trabajo de campo, fue posible obtener 2,346 presencias. Estudios anteriores de *Bursera* en la PBC analizaron 327 especímenes para la creación de los mapas de distribución (Pérez-Navarro 2001). Pese a tener 14 años de haberse descrito *B. littoralis* y *B. rupicola* (León de la Luz & Pérez-Navarro 2010) y siete años en el caso de *B. exequielii* (León de la Luz *et al.* 2017), aún son muy escasos los registros de estas especies en los herbarios. La mayoría de los registros de estas especies endémicas fueron obtenidos de la plataforma NaturaLista, lo cual destaca la importancia que puede tener la ciencia ciudadana en este tipo de estudios, en especial en grupos de especies con características diagnósticas distinguibles por medio de fotografías como en el caso de *Bursera* (Alvarado-Cárdenas *et al.* 2020). No obstante, las observaciones no sustituyen a los ejemplares de herbario, sino que complementan y amplían la información que se puede obtener de algunas especies, siempre y cuando se realice el proceso curatorial correspondiente y su reconocimiento en campo. Otro caso similar fue el de *B. odorata*, cuyos registros provienen en su mayoría de la plataforma NaturaLista. Esto se debe a que en los repositorios virtuales de los herbarios se encuentra como sinónimo de *B. fagaroides* var. *elongata*, por lo que se corroboró con visitas a campo. Además, en muchos casos no se cuenta con fotografía de los ejemplares para poder rectificar la identidad taxonómica. Sobre todo, en registros que provienen de Sierra La Giganta, ya que aquí se superponen las distribuciones de estas dos especies. La identidad de *Bursera odorata* aún no se ha aclarado formalmente en ningún trabajo. McVaugh & Rzedowski (1965) sinonimizaron este nombre con *B. fagaroides* var. *elongata*. No obstante, la evidencia molecular y morfológica sugiere que se trata de dos especies independientes (Johnson 1992, Pérez-Navarro 2001, Becerra *et al.* 2012). Pérez-Navarro (2001) sugirió el nombre de *B. fagaroides* var. *odorata* como un nuevo estado nomenclatural para *B. odorata*. Sin embargo, ante la evidencia presentada, se consideró a *B. odorata* como un taxón válido para los fines de este estudio (Becerra 2003, Becerra *et al.* 2012, Rzedowski *et al.* 2005, De-Nova *et al.* 2012, Rebman *et al.* 2016).

Riqueza de especies y endemismo. La riqueza de especies conocida y potencial obtenido en el presente estudio reafirman a la región del Cabo como un centro de riqueza y endemismo para *Bursera* e incrementa el número de especies que evidencia este patrón (Kohlman & Sánchez-Colón 1984, Pérez-Navarro 2001, Rzedowski *et al.* 2005). La distribución geográfica de la riqueza de especies y el endemismo se repite para las leguminosas leñosas de la PBC (Garcillán *et al.* 2003). Respecto al número de especies endémicas, se reportan dos más que lo documentado por Pérez-Navarro (2001) y se incrementa en un 40 % el número de endemismos de *Bursera* registradas en la región. Siete de los 11 taxones son endémicos del estado de Baja California Sur, lo que convierte a esta entidad federativa en la que más especies endémicas concentra en México, seguida de Oaxaca con seis especies (Rzedowski *et al.* 2005,

Tabla 3. Atributos de los modelos de distribución para *Bursera* en la Península de Baja California.

Especie	AUC ratio	Tasa de omisión 5 %	Umbral de corte de los modelos binarios
<i>B. cerasifolia</i>	1.399	0.048	0.361
<i>B. epinnata</i>	1.302	0.041	0.185
<i>B. exequielii</i>	1.757	0.154	0.377
<i>B. filicifolia</i>	1.672	0.029	0.337
<i>B. hindsiana</i>	1.437	0.050	0.244
<i>B. laxiflora</i>	1.513	0.047	0.277
<i>B. littoralis</i>	1.638	0.100	0.377
<i>B. microphylla</i>	1.263	0.049	0.263
<i>B. odorata</i>	1.201	0.093	0.383
<i>B. rupicola</i>	1.167	0.000	0.801

Tabla 4. Distribución de *Bursera* dentro de las áreas naturales protegidas (ANPs) de la Península de Baja California. (*) especies no endémicas. (NR) número de registros. (NR/ANPs), número de registros dentro de las ANPs. (BA) Balandra, (EV) El Vizcaíno, (IGC) Islas del Golfo de California, (IPPBC) Islas del Pacífico de la Península de Baja California, (SLL) Sierra La Laguna, (VC) Valle de los Cirios.

Taxón	NR	NR/ANPs	Proporción de ocurrencias en ANPs	ANP
<i>B. cerasifolia</i>	100	0	0	
<i>B. epinnata</i>	423	58	0.14	BA, IGC, IPPBC, SLL
<i>B. exequielii</i>	48	2	0.04	IGC
* <i>B. fagaroides</i> var. <i>elongata</i>	24	3	0.12	EV
<i>B. filicifolia</i>	91	0	0	
* <i>B. hindsiana</i>	286	115	0.40	BA, EV, IGC, IPPBC, VC
* <i>B. laxiflora</i>	40	0	0	
<i>B. littoralis</i>	29	0	0	
* <i>B. microphylla</i>	1,084	347	0.32	BA, EV, IGC, IPPBC, SLL, VC
<i>B. odorata</i>	124	6	0.05	IGC, SLL
<i>B. rupicola</i>	30	2	0.07	SLL

Rzedowski & Medina-Lemos 2021). La riqueza de *Bursera* en BCS es equiparable a la de estados como Sinaloa y Zacatecas; sin embargo, su riqueza de endemismos compete con la de Guerrero, Michoacán y Oaxaca, estados que concentran la mayor riqueza de especies del género (Rzedowski & Medina Lemus 2021, Rzedowski *et al.* 2005.).

Fuera de la PBC, el BTC alberga la mayor diversidad de especies de *Bursera* (McVaugh & Rzedowski 1965); sin embargo, en el área de estudio la mayor diversidad se encuentra en la ecorregión de Matorrales Tropicales, en donde el Matorral Sarcocaula es la vegetación dominante (León de la Luz *et al.* 2000). De acuerdo con León de la Luz *et al.* (2000), el Matorral Sarcocaula cubre el 63.8 % de la superficie de la región del Cabo. Este es el tipo de vegetación más representativa de la región tropical seca de la PBC. De acuerdo con Rzedowski (1978), el Matorral Xerófilo es la vegetación dominante en la región del Cabo, mientras que para Villa-Salas (1968) y León de la Luz *et al.* (2000) el Matorral Xerófilo del Cabo es una variante del BTC debido a sus afinidades florísticas con el trópico seco. La riqueza de especies de *Bursera* en la PBC obtenida en este trabajo y su afinidad documentada con el BTC (McVaugh & Rzedowski 1965, Becerra 2005, De-Nova 2012), sugieren que los matorrales capenses deberían ser considerados como una variante del BTC y no como Matorral Xerófilo. Este hallazgo reafirma la afinidad tropical de la región del Cabo.

Las celdas con valores mayores de riqueza de especies y de endemismo se concentraron en la costa oriental de la región del Cabo. Se ha documentado que las costas de la PBC son áreas con altos valores de endemismo para las plantas vasculares endémicas de la región (Riemann & Ezcurra 2007). Esto se relaciona con las transiciones a través de los tipos de vegetación y la heterogeneidad ambiental provocada por la influencia de las costas. La concordancia entre las áreas con altos valores de riqueza y endemismo no es un patrón que se encuentre con frecuencia (Lamoreux *et al.* 2006), pero es un resultado que facilita la conservación de las especies endémicas y de las áreas de mayor riqueza (Riemann & Ezcurra 2007).

Distribución geográfica. Los registros de *Bursera* en la PBC se concentra entre los -111 y -110 grados de longitud y 24 a 25 grados latitud (Figura 4A). Así mismo, todas las especies se pueden encontrar en una amplitud de elevación de entre 0 y 500 m (Figura 4C). *Bursera microphylla* y *B. hindsiana* se encuentran presentes en toda la región de estudio y se extienden hacia el Desierto Sonorense. Sin embargo, *B. hindsiana* es muy escasa en la región del Cabo. Dicha región marca el límite meridional de su distribución en la PBC. Por su parte, *B. microphylla* es abundante en casi toda la PBC, a excepción de la costa oriental del Cabo, donde es reemplazada por *B. exequielii* (Figura 5). Se ha sugerido que *B. microphylla* llegó a la PBC a través de expansiones recientes desde las regiones áridas del Desierto Sonorense (López-Martínez 2015). Esto explicaría su amplia distribución y su dominancia en los paisajes peninsu-

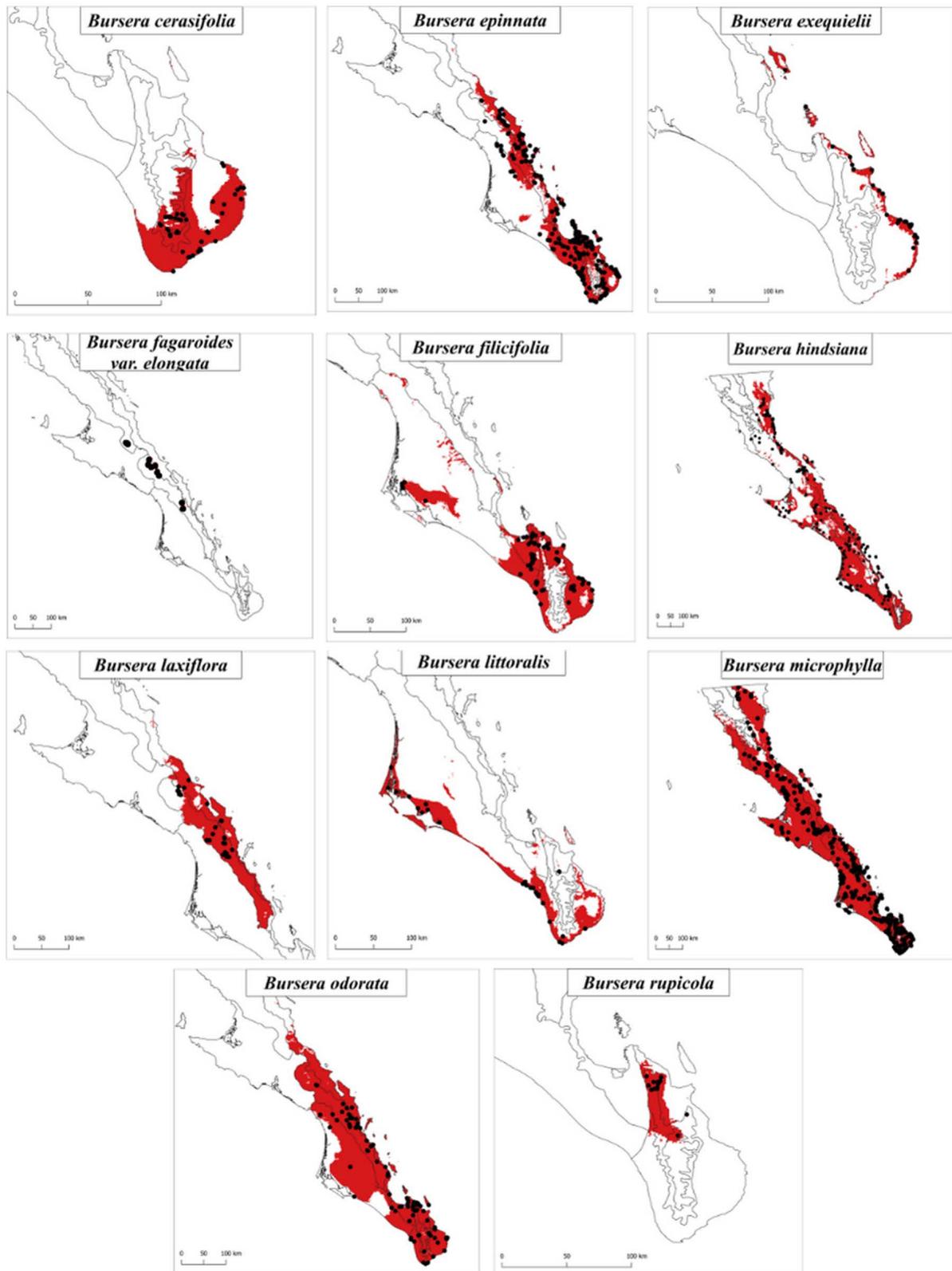


Figura 5. Distribución de las especies de *Bursera* presentes en la Península de Baja California. Los puntos negros representan las localidades de recolecta y el color rojo indica la distribución potencial.

lares. Se ha estimado que los tiempos de divergencia de algunas especies de *Bursera* endémicas de la PBC se ubican después de la separación del Golfo de California, lo que sugiere que se originaron recientemente en esta región como producto de la adaptación y el aislamiento geográfico provocado por el surgimiento del Golfo de California y los cambios climáticos recientes (Ferrari 1995, De-Nova *et al.* 2012).

Evaluación del estado de conservación. Cinco especies de *Bursera* endémicas de la PBC se encuentran en una categoría de riesgo y éstas se concentran en la región del Cabo. Se estimó que *B. exequielii* se encuentra en la categoría de EN, a pesar de que actualmente se encuentra clasificada en la categoría de CR, por lo que una actualización del estado de riesgo de esta especie sería necesaria. Esto se debe a que la distribución conocida del taxón se amplió significativamente desde su última evaluación (León de la Luz *et al.* 2017). Por otro lado, se encontró que *B. cerasifolia* se encuentra en una categoría de mayor riesgo a la que se tiene reportada por la UICN (Fuentes & Samain 2019). Esto debido quizá a que los cálculos de EOO realizados en la anterior evaluación están sesgados por errores de identificación en algunos herbarios que la reportan en Isla Espíritu Santo y Sierra Cacachilas. La identidad de los registros de *B. cerasifolia* en estas localidades fue corroborada en los herbarios y se encontró que corresponden a *B. epinnata* y *B. rupicola*. Por último, *B. littoralis* y *B. rupicola* fueron las únicas especies que no contaban con una evaluación previa y en este trabajo se clasificaron como VU y EN respectivamente.

Las ANPs en la PBC no incluyen a las especies endémicas y en alguna categoría de riesgo. Al contabilizar la presencia dentro de las ANPs, se encontró que las especies endémicas tienen una representación baja o nula dentro de estas áreas (Tabla 4). Esto es debido a que las ANPs que se han decretado dentro del área de estudio cubren zonas principalmente áridas y bosques templados, ecosistemas con poca afinidad para el género *Bursera* (Becerra 2005, De-Nova *et al.* 2012). Las ecorregiones más diversas en especies de *Bursera*, no cuentan a la fecha con ninguna área destinada para la conservación. Las costas de la región del Cabo son el principal atractivo turístico de la región, lo que le confiere una fuerte presión antrópica (Riemann & Ezcurra 2005). Estos últimos autores destacaron la importancia de los corredores costeros de la PBC como áreas de riqueza de endemismos para las plantas vasculares. La distribución de la riqueza de especies de *Bursera* confirma la importancia de estos corredores costeros y la urgencia de su protección. Es necesario el estudio de la distribución de la riqueza de más taxones representativos y con altos niveles de endemismo para poder sugerir nuevas áreas que protejan la riqueza y rareza de los Matorrales Tropicales capenses frente al desarrollo turístico de la región. Finalmente, cabe destacar que las evaluaciones del riesgo de las especies aquí presentadas son parciales, ya que solo se tomaron en cuenta dos métricas (AOO y EOO). No obstante, debido a las amenazas a la biodiversidad documentadas en la región (León de la Luz *et al.* 2017) y la escasa presencia de *Bursera* en las ANPs se infiere que las categorías de riesgo estimadas aquí son útiles para orientar los esfuerzos de conservación en la región.

En la PBC, la riqueza de especies y endemismo de *Bursera* es heterogéneo. La mayor riqueza de especies se concentra a bajas elevaciones (0-500 m) dentro de la ecorregión de los Matorrales Tropicales. Las áreas con mayor riqueza se registran en las costas al este de la región del Cabo. La principal presión antrópica sobre las especies de *Bursera* en la PBC es la expansión turística acelerada en los corredores costeros. Por esto, es prioritario evaluar la viabilidad de nuevas áreas protegidas que resguarden a estas especies y a los ecosistemas que habitan. Los herbarios y la ciencia ciudadana son importantes fuentes de información biológica, que en conjunto con los SIG y los MDE son herramientas útiles para la evaluación del estado de conservación de las especies y la identificación de áreas de importancia para la conservación.

Agradecimientos

Los autores agradecen a G. Munguía-Lino, P. Carrillo-Reyes, A. Rodríguez-Contreras, P. Zamora-Tavares, J. G. González-Gallegos y a los revisores asignados por Botanical Sciences por sus valiosos comentarios. A los usuarios de la plataforma NaturaLista que nos facilitaron el uso de fotografías y el acceso a las coordenadas de las especies en categoría de riesgo. Agradecemos también al personal y curadores de los diferentes herbarios por las facilidades y la atención brindadas.

Literatura citada

- Alvarado-Cárdenas LO, Chávez-Hernández MG, Pío León JF. 2020. *Gonobolus naturalistae* (Apocynaceae; Asclepiadoideae; Gonolobae; Gonolobinae), a new species from México. *Phytotaxa* **472**: 249-258. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.472.3.3>
- Bachman SP, Moat J, Hill AF, De La Torre J, Scott B. 2011. Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys* **150**: 117-126. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.150.2109>
- Baja Flora. 2022. The Flora of Baja California. San Diego, CA: San Diego Natural History Museum. <http://Baja-Flora.org> (accessed January 20, 2022)
- Becerra JX. 2003. Evolution of Mexican *Bursera* (Burseraceae) inferred from ITS, ETS, and 5S nuclear ribosomal DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **26**: 300-309. DOI: [https://doi.org/10.1016/s1055-7903\(02\)00256-7](https://doi.org/10.1016/s1055-7903(02)00256-7)
- Becerra JX. 2005. Timing the origin and expansion of the Mexican tropical dry forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **102**: 10919-10923. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0409127102>
- Becerra JX, Noge K, Olivier S, Venable DL. 2012. The monophyly of *Bursera* and its impact for divergence times of Burseraceae. *Taxon* **61**: 333-343. DOI: <https://doi.org/10.1002/tax.612005>
- Becerra JX, Venable DL. 1999. Nuclear ribosomal DNA phylogeny and its implications for evolutionary trends in Mexican *Bursera* (Burseraceae). *American Journal of Botany* **86**: 1047-1057. DOI: <https://doi.org/10.2307/2656622>
- Becerra J, Yetman D. 2024. *Elephant trees, copales and cuajiotos. A natural history of Bursera*. Tucson, Arizona: The University of Arizona Press. ISBN: 9780816551958
- Cobos ME, Peterson AT, Barve N, Osorio-Olvera L. 2019. kuenm: an R package for detailed development of ecological niche models using Maxent. *PeerJ* **7**: e6281. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.6281>
- Crisp MD, Laffan S, Linder HP, Monro A. 2002. Endemism in the Australian flora. *Journal of Biogeography* **28**: 183-98. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00524.x>
- Daly DC, Harley MM, Martínez-Habibe MC, Weeks A. 2010. Burseraceae. In: Kubitzki K, eds. Flowering Plants. Eudicots. The Families and Genera of Vascular Plants, vol 10. *Springer*, Berlin, Heidelberg. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-14397-7_7
- De-Nova JA, Medina R, Montero JMM, Weeks A, Rosell JA, Olson ME, Eguiarte L, Magallón S. 2012. Insights into the historical construction of species-rich Mesoamerican seasonally dry tropical forests: the diversification of *Bursera* (Burseraceae, Sapindales). *New Phytologist* **193**: 276-287. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03909.x>
- Espinosa D, Llorente J, Morrone JJ. 2006. Historical biogeographical patterns of the species of *Bursera* (Burseraceae) and their taxonomic implications. *Journal of Biogeography* **33**: 1945-1958. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01566.x>
- Ferrari L. 1995. Miocene shearing along the northern boundary of the Jalisco block and the opening of the southern Gulf of California. *Geology* **23**: 751. DOI: [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1995\)023<0751:msatnb>2.3.co;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1995)023<0751:msatnb>2.3.co;2)
- Fick SE, Hijmans RJ. 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* **37**: 4302-4315. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Fuentes ACD, Samain MS. 2019. *Bursera cerasiifolia*. En *UICN Red List of Threatened Species*. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T137371513A137376514.en>
- Garcillán PP, Ezcurra E, Riemann H. 2003. Distribution and species richness of woody dryland legumes in Baja California, Mexico. *Journal of Vegetation Science* **14**: 475-486. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02174.x>
- GBIF. 2021. GBIF. <https://www.gbif.org> (accessed march 12, 2021)
- González-Abraham CE, Garcillán PP, Ezcurra E. 2010. Ecorregiones de la península de Baja California: Una síntesis. *Botanical Sciences* **87**: 69-82. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.302>

- Google. 2019. *Google Earth Pro Software 7.3.2*. <https://www.google.com/intl/es/earth/about/versions/#earth-pro> (accessed march 05, 2021)
- IB DATA. 2021. IBdata: Base de Datos de las Colecciones Biológicas del Instituto de Biología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. <http://ibdata.ib.unam.mx> (accessed february 15, 2021)
- IUCN. 2012. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. iii + 41pp. ISBN: 978-2-8317-1247-5
- IUCN. 2022. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15.1. Prepared by the Standards and Petitions Committee. <https://www.iucnredlist.org/resources/redlistguidelines>
- Johnson MB. 1992. The genus *Bursera* Burseraceae in Sonora, Mexico and Arizona, USA. *Desert Plants* **10**: 123-143.
- Kohlman B, Sánchez-Colón S. 1984. Estudio areográfico del género *Bursera* Jacq. ex L. (Burseraceae) en México: Una síntesis de métodos. In: Ezcurra E, Equihua M, Kohlmann B, Sánchez-Colón S, eds. *Métodos cuantitativos en la Biogeografía*. Instituto de Ecología México, pp. 45-120.
- Laffan SW, Lubarsky E, Rosauer DF. 2010. Biodiverse, a tool for the spatial analysis of biological and related diversity. *Ecography* **33**: 643-647. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06237.x>
- Lamoreux JF, Morrison JH, Ricketts TH, Olson DL, Dinerstein E, McKnight MW, Shugart HH. 2006. Global tests of biodiversity concordance and the importance of endemism. *Nature* **440**: 212-214. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature04291>
- León de la Luz JL, Medel-Narváez A, Domínguez-Cadena R. 2017. Una nueva especie de *Bursera* Burseraceae del Este de la Región de Los Cabos en Baja California Sur, México. *Acta Botanica Mexicana* **118**: 97-103. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm118.2017.1202>
- León de la Luz JL, Pérez-Navarro JJ. 2010. Dos nuevos taxa de *Bursera* Burseraceae de Baja California Sur, México. *Acta Botanica Mexicana* **91**: 37-49. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm91.2010.290>
- León de la Luz JL, Pérez-Navarro JJ, Breceda A. 2000. A transitional xerophytic tropical plant community of the Cape Region, Baja California. *Journal of Vegetation Science* **11**: 555-564. DOI: <https://doi.org/10.2307/3246585>
- López-Martínez AM. 2015. *Filogeografía de Bursera microphylla* A. Gray Burseraceae, una especie arbórea endémica del Desierto sonorense. BSc Thesis., Universidad de Sonora.
- McVaugh R, Rzedowski J. 1965. Synopsis of the genus *Bursera* L. in Western Mexico, with notes on the material of *Bursera* collected by Sesse y Mociño. *Kew Bulletin* **18**: 317-382 DOI: <https://doi.org/10.2307/4109252>
- Morrone JJ. 2021. Biogeographic regionalisation of the Baja California biogeographic province, Mexico: A review. *Journal of Natural History* **55**: 365-379. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222933.2021.1903111>
- Noguera-Urbano EA. 2017. El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta Zoológica Mexicana* **33**: 89-107. DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2017.3311016>
- Pérez-Navarro JJ. 2001. *El género Bursera Jacq. ex L. Burseraceae en la Península de Baja California*. MSc. Thesis, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Phillips S, Anderson RH, Schapire RE. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* **190**: 231-259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- R Development Core Team. 2015. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=1787606> (accessed february 11, 2021)
- Radosavljevic A, Anderson RP. 2013. Making better Maxent models of species distributions: complexity, overfitting and evaluation. *Journal of Biogeography* **41**: 629-643. <https://doi.org/10.1111/jbi.12227>
- Rebman JP, Gibson J, Rich K. 2016. Annotated checklist of the vascular plants of Baja California, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* **45**: 1-352.
- Red de herbarios del Noroeste de México. 2017. Universidad de Sonora. <https://www.herbanwmex.net/portal/index.php> (accessed february 22, 2021)
- Riemann H, Ezcurra E. 2005. Plant endemism and natural protected areas in the peninsula of Baja California, Mexico. *Biological Conservation* **122**: 141-150. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.07.008>

- Riemann H, Ezcurra E. 2007. Endemic regions of the vascular flora of the peninsula of Baja California, Mexico. *Journal of Vegetation Science* **18**: 327-336. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2007.tb02544.x>
- Rios NE, Bart HL. 2010. GEOLocate Version 3.22 [Programa de cómputo]. Belle Chasse, LA: Tulane University Museum of Natural History.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. DF, México: Limusa.
- Rzedowski J. 2019. Los géneros de fanerógamas que, sin ser exclusivos de México, dan carácter a su flora. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **90**: e902946. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2946>
- Rzedowski J, Kruse H. 1979. Algunas tendencias evolutivas en *Bursera* Burseraceae. *Taxon* **28**: 103-116. DOI: <https://doi.org/10.2307/1219565>
- Rzedowski J, Medina-Lemos R. 2021. Clave para la identificación de las especies de *Bursera* Jacq. ex L. Burseraceae del Estado de Oaxaca México. *Polibotánica* **52**: 11-23. DOI: <https://doi.org/10.18387/polibotanica.52.2>
- Rzedowski J, Medina-Lemos R, Calderón de Rzedowski G. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* Burseraceae. *Acta Botanica Mexicana* **70**: 85-111. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm70.2005.989>
- Suárez-Mota ME, Villaseñor JL. 2011. Las Compuestas endémicas de Oaxaca, México: diversidad y distribución. *Botanical Sciences* **88**: 55-66. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.308>
- Téllez O, Mattana E, Diazgranados M, Kühn N, Castillo-Lorenzo E, Lira R, Montes-Leyva L, Rodríguez IA, Ortiz CS, Way M, Dávila P, Ulián T. 2020. Native trees of Mexico: diversity, distribution, uses and conservation. *PeerJ* **8**: e9898. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.9898>
- Thiers B. 2021. Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (accessed september 10, 2021)
- Villa-Salas AB. 1968. Notas sobre la vegetación forestal en el extremo meridional de Baja California. Subsecretaría Forestal y de la Fauna Secretaría de Agricultura y Ganadería., Dirección General del Inventario Nacional Forestal. Publicación número 10. 20p.
- Villaseñor JL. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **87**: 559-902. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Weeks A, Daly DC, Simpson BB. 2005. The phylogenetic history and biogeography of the frankincense and myrrh family Burseraceae based on nuclear and chloroplast sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **35**: 85-101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2004.12.021>

Editor de sección: Martha Juana Martínez Gordillo

Contribuciones de los autores: ASR, edición del manuscrito, trabajo de campo, recopilación y análisis de datos. JAP, edición del manuscrito, análisis de datos, edición de figuras, dirección y asesoría metodológica.

Conflictos de interés: Los autores declaramos que no existe ningún conflicto de intereses financieros, personales ni en cuanto a la presentación de la información y resultados de este artículo.