



Acta Botanica
Mexicana

Distribución, riqueza, endemismo y conservación del género *Dasyllirion* (Asparagaceae, Convallarioideae)

Distribution, richness, endemism and conservation of the genus *Dasyllirion* (Asparagaceae, Convallarioideae)

Sara Isabel Ruiz-Flores¹ , Arturo Castro-Castro^{2,3,4} 

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: El género *Dasyllirion* es endémico de Norteamérica y con frecuencia se emplea desmedidamente para destilar sotol y para otros usos de importancia cultural. Como resultado, se han reducido sus poblaciones naturales, por lo que un estudio sobre su diversidad y patrones de distribución es indispensable para su conservación. Los objetivos de este trabajo fueron analizar la riqueza, distribución, endemismo y vulnerabilidad de *Dasyllirion*.

Métodos: Se construyó una base de datos con 1652 registros únicos mediante la revisión de herbarios y colecciones digitalizadas. Los datos se analizaron utilizando Sistemas de Información Geográfica para evaluar la riqueza por divisiones políticas, ecorregiones, tipos de vegetación y áreas naturales protegidas (ANP). Además, la riqueza y endemismo se evaluaron empleando una cuadrícula con celdas de 60 × 60 km.

Resultados clave: *Dasyllirion* integra 23 especies y habita desde el norte de Oaxaca hasta el sur de los Estados Unidos de América. *Dasyllirion* se conoce de 20 estados mexicanos; San Luis Potosí reúne la mayor riqueza, seguido por Chihuahua, Coahuila y Zacatecas. El género habita con mayor frecuencia matorrales xerófilos en transición con bosques de coníferas y *Quercus*. Su mayor diversidad se concentra en la Sierra Madre Oriental, donde se localizaron dos áreas de riqueza: la Gran Sierra Plegada y la zona árida entre Querétaro e Hidalgo. Los centros de endemismo también están en estas ecorregiones. Al menos siete de las 23 especies se encuentran en riesgo de extinción y solo 16 están resguardadas en ANP.

Conclusiones: Poblaciones de diferentes especies de *Dasyllirion* están amenazadas debido a la extracción excesiva. Los resultados del presente estudio muestran la importancia de desarrollar estrategias de conservación basadas en la identificación de áreas prioritarias de conservación para *Dasyllirion*, pues el primer paso para ello consiste en identificar patrones de riqueza y endemismo.

Palabras clave: biogeografía, Desierto Chihuahuense, patrones de distribución, Sierra Madre Oriental, sotol.

Abstract:

Background and Aims: The genus *Dasyllirion* is endemic to North America and is often overexploited for distilling sotol and for other culturally important uses. As a result of these, its natural populations have been reduced, therefore making research on its diversity and distribution patterns essential for conservation. The aims of this study were to analyze the richness, geographical distribution, endemism, and vulnerability status of *Dasyllirion*.

Methods: A database with 1652 unique records was built through a review of herbaria and digitized collections. The data were analyzed using Geographic Information Systems to evaluate species richness by political divisions, ecoregions, vegetation types, and protected natural areas (PNA). Additionally, richness and endemism were assessed using a grid with 60 × 60 km cells.

Key results: *Dasyllirion* includes 23 species and occurs from northern Oaxaca to the southern United States of America. *Dasyllirion* is known from 20 Mexican states; San Luis Potosí has the greatest richness, followed by Chihuahua, Coahuila, and Zacatecas. The genus most frequently inhabits xeric shrublands in ecotones with coniferous and *Quercus* forests. Their highest diversity is concentrated in the Sierra Madre Oriental, where two richness areas were found: the Gran Sierra Plegada and the arid zone between Querétaro and Hidalgo. The endemism centers identified through different analyses are also within these ecoregions. At least seven out of the 23 species are at extinction risk, and only 16 are sheltered in PNA.

Conclusions: Populations of different *Dasyllirion* species are threatened due to excessive extraction. The results of the present study show the importance of developing conservation strategies based on the identification of priority conservation areas for *Dasyllirion*, since the first step in this is to identify patterns of richness and endemism.

Key words: biogeography, Chihuahuan Desert, distribution patterns, Sierra Madre Oriental, sotol.

¹New Mexico State University, Molecular Biology & Interdisciplinary Life Sciences Graduate Program, Animal and Range Science Department, Plant Diversity and Conservation Lab, 2980 South Espina Street, Knox Hall Building, Las Cruces, 88003-80031175 New Mexico, USA.

²CONAHCYT- Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Sigma 119, 20 de Noviembre II, Durango, 34234 Durango, México.

³Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Jardín Etnobiológico Estatal de Durango, Blvd. Sahuatoba 204, Fracc. Parque Centenario, Durango, 34405 Durango, México.

⁴Autor para la correspondencia: art.castroc@hotmail.com

Recibido: 10 de junio de 2024.

Revisado: 2 de julio de 2024.

Aceptado por Marie-Stéphanie Samain: 9 de septiembre de 2024.

Publicado Primero en línea: 11 de octubre de 2024.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 131 (2024).

Citar como: Ruiz-Flores, S. I. y A. Castro-Castro. 2024. Distribución, riqueza, endemismo y conservación del género *Dasyllirion* (Asparagaceae, Convallarioideae). Acta Botanica Mexicana 131: e2367. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm131.2024.2367>



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional).

e-ISSN: 2448-7589

Introducción

La subfamilia Convallarioideae (Asparagaceae), reconocida anteriormente como Nolinoideae (Tanaka y Nguyen, 2023), está compuesta por 26 géneros organizados en las tribus Convallarieae, Draceaneae, Eriospermeae, Nolineae, Ophiopogoneae, Polygonateae y Ruscineae (Stevens, 2001). La tribu Nolineae integra a los géneros *Beaucarnea* Lem., *Calibanus* Rose, *Dasyllirion* Zucc. y *Nolina* Michx. (Hernández y Zamudio, 2003). Sin embargo, algunos autores reconocen un sentido amplio de *Beaucarnea* para incluir a *Calibanus* (Rojas-Piña et al., 2014; Rojas-Piña, 2015) o consideran a *Beaucarnea* como sinónimo de *Nolina* (Rudall et al., 2000). Nolineae es un grupo monofilético conformado por 70 especies distribuidas desde el sur de los Estados Unidos de América hasta Centroamérica y de las cuales ca. 57 ocurren en México (Rudall et al., 2000; Rojas-Piña, 2015; Rojas-Piña y Alvarado-Cárdenas, 2016; Villarreal-Quintanilla et al., 2016; Ruiz-Sanchez et al., 2019; Ji et al., 2022).

De las especies de Nolineae en México, 23 pertenecen a *Dasyllirion*, género endémico de Norteamérica que se distribuye desde el sureste de los Estados Unidos de América (sur de Nuevo México, Arizona y el oeste, centro y sur de Texas) hasta el sur de México (norte del estado de Oaxaca) (Quirino-Olvera, 2017). *Dasyllirion* incluye plantas en forma de roseta, de hasta 3 metros de alto, acaules o caulescentes; algunas especies son semiarborescentes y tienen un tronco de hasta 2 metros de altura. Sus hojas irradian simétricamente de tallos engrosados y suelen ser lineares con márgenes aserrados, aunque también las hay angulado-romboides y cuadrangulares con márgenes lisos, salvo en la vaina. Las especies de *Dasyllirion* desarrollan inflorescencias paniculadas en forma de espiga, con flores unisexuales. Los frutos son cápsulas uniloculares trialadas y desarrollan una sola semilla (Bogler, 1994, 1995; Galván, 2005; Rivera-Lugo y Solano, 2012) (Fig. 1).

Dasyllirion es un grupo monofilético y con base en su morfología se divide en tres secciones (Hochstätter, 2011; Thiede, 2012; Rojas-Piña, 2015): *Dasyllirion* (9 spp.), *Glaucophyllum* Hochstätter (9 spp.) y *Quadrangulatae* (Trel.) K. Krause (5 spp.; Cuadro 1). Aunque *Dasyllirion micropterum* Villarreal, A.E. Estrada & Encina no fue incluida en los trabajos de Hochstätter (2011) y Thiede (2012)

debido al año de descripción (Villarreal-Quintanilla et al., 2016), es posible relacionarla a la sección *Quadrangulatae*.

La distribución de *Dasyllirion* ha sido registrada en estudios florísticos a nivel nacional. García-Mendoza y Galván (1995) encontraron 14 especies del género en 19 estados de México, mientras que Villaseñor (2016) reportó 20 especies para 21 estados (Cuadro 1). Sin embargo, al ser trabajos realizados con el fin de reportar la diversidad florística del país de diferentes grupos taxonómicos, en ninguno de ellos se ha examinado la distribución del género por medio de sistemas de información geográfica (SIG), que son herramientas con las que se pueden analizar datos georreferenciados, permitiendo hacer interpretaciones y realizar aplicaciones prácticas (Escalante et al., 2000).

Los SIG se han utilizado para estudiar la distribución, riqueza y endemismo de diversos taxones. Por ejemplo, Suárez-Mota y Villaseñor (2011) para la familia Asteraceae en Oaxaca; Vargas-Amado et al. (2013) para el género *Cosmos* Cav. (Asteraceae); y Munguía-Lino et al. (2015) para la tribu Tigridieae en Norteamérica. Los SIG también pueden aplicarse en cuestiones de conservación, ya que permiten determinar los patrones biogeográficos de especies en riesgo de extinción (Liria, 2007). Ferial Arroyo et al. (2009) compararon dos métodos de evaluación del riesgo de extinción de 16 especies del género *Polianthes* L. (Asparagaceae) para contrastar la propuesta incluida en normas oficiales del gobierno de México y el sistema propuesto por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) utilizando SIG. Por otro lado, Romeiras et al. (2014) utilizaron SIG para evaluar el estado de conservación de 18 especies maderables en Angola e identificaron ocho que deberían ser prioritarias para la conservación. Las herramientas de la geomática también se han empleado para establecer categorías de riesgo de extinción para especies de *Dasyllirion* de importancia cultural y sobreexplotadas (Martínez Salas et al., 2020; BGCI y IUCN SSC Global Tree Specialist Group, 2022).

El uso de las plantas de *Dasyllirion* en la producción de sotol, destilado con denominación de origen (SCFI, 2004), ha sido una preocupación en los últimos años debido a que la industrialización ha aumentado la extracción de las poblaciones naturales (Morales-Reyes, 2014; Becerra-López et al., 2020). La utilización de plantas femeninas sobre las



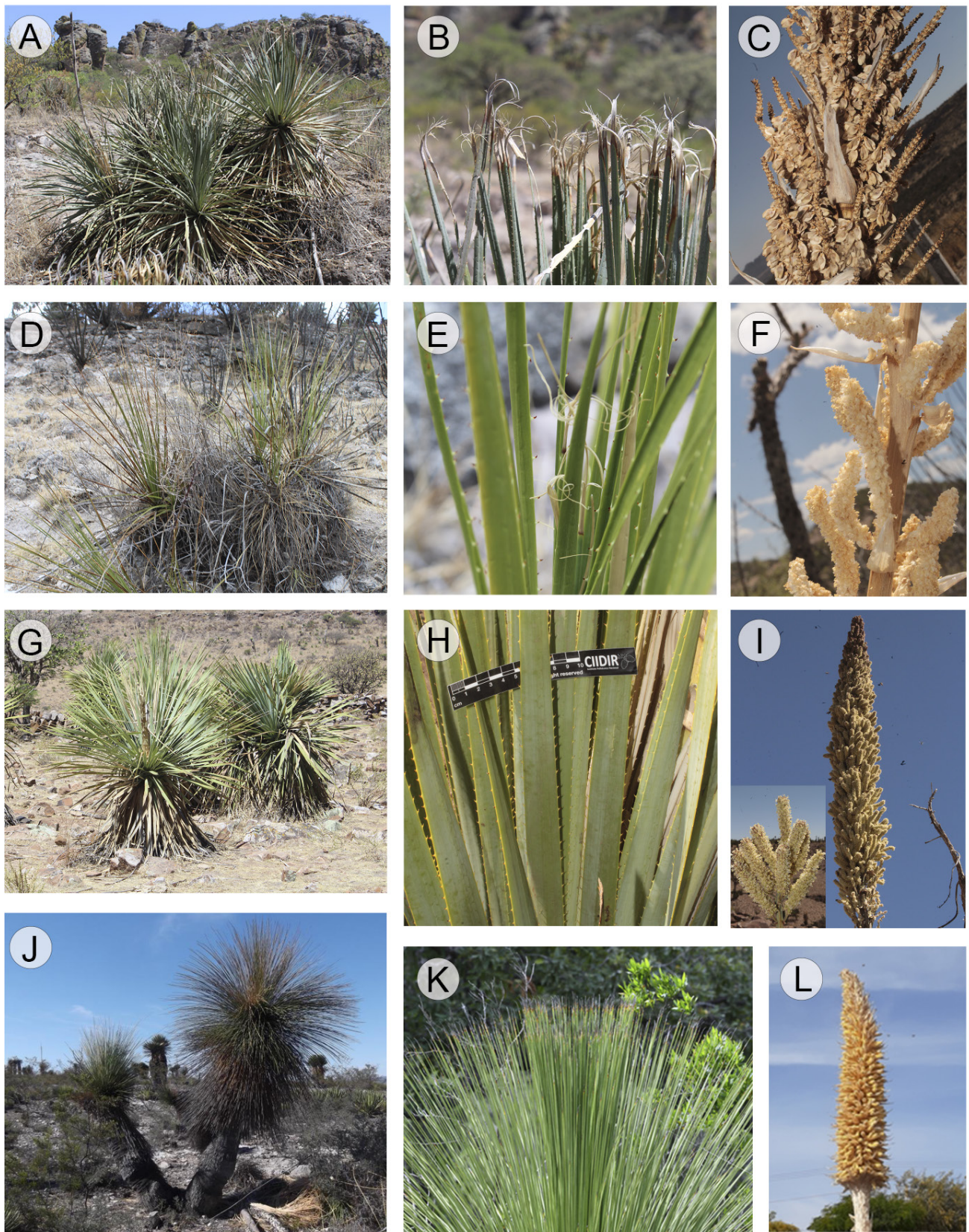


Figura 1: Diversidad morfológica del género *Dasyllirion* Zucc. A. *D. occidentale* Bogler ex Hochstätter; B. hojas de *D. occidentale*; C. inflorescencia femenina con frutos de *D. occidentale*; D. *D. simplex* Trel.; E. hojas tiernas de *D. simplex*; F. inflorescencia masculina de *D. simplex*; G. *D. durangense* Trel.; H. hojas de *D. durangense*; I. inflorescencia masculina de *D. durangense*; J. *D. quadrangulatum* S. Watson; K. hojas de *D. quadrangulatum*; L. inflorescencia masculina de *D. quadrangulatum*. Fotografías de Arturo Castro Castro (A-I), Pedro Nájera Quezada (J), Roberto González (K) y Salvador San Román (L).

Cuadro 1: Listado actualizado de especies de *Dasyllirion* Zucc. organizado por secciones y su distribución según [García-Mendoza y Galván \(1995\)](#), [Villarreal-Quintanilla et al. \(2016\)](#) y [Villaseñor \(2016\)](#). Abreviaturas de los estados de México: AGS=Aguascalientes, CHIH=Chihuahua, COAH=Coahuila, DGO=Durango, GTO=Guanajuato, GRO=Guerrero, HGO=Hidalgo, JAL=Jalisco, MEX=Estado de México, NAY=Nayarit, NLE=Nuevo León, OAX=Oaxaca, PUE=Puebla, QRO=Querétaro, SLP=San Luis Potosí, SON=Sonora, TAMPs=Tamaulipas, TLAX=Tlaxcala, VER=Veracruz, ZAC=Zacatecas. Los nombres en paréntesis corresponden a sinónimos aquí reconocidos. SD=Sin datos.

Secciones y especies	García-Mendoza y Galván (1995)	Villaseñor (2016)	Villarreal-Quintanilla et al. (2016)
<i>Dasyllirion</i> sección <i>Dasyllirion</i>			
1. <i>D. acrotrichum</i> (Schiede) Zucc.	AGS, MEX, DGO, GRO, GTO, HGO, JAL, OAX, PUE, QRO, SLP, TLAX, VER, ZAC	AGS, DGO, GTO, HGO, JAL, MEX, NAY, NLE, OAX, PUE, QRO, SLP, TAMPs, VER, ZAC	SD
2. <i>D. gentryi</i> Bogler	SD	CHIH, SIN, SON	SD
3. <i>D. graminifolium</i> (Zucc.) Zucc.	SLP	AGS, JAL, SLP, ZAC	SD
4. <i>D. leiophyllum</i> Engelm. ex Trel. (<i>D. stewartii</i> I.M. Johnst.)	CHIH	CHIH, COAH, NLE	SD
5. <i>D. lucidum</i> Rose	SD	OAX, PUE, VER	SD
6. <i>D. parryanum</i> Trel.	SLP	GTO, NLE, QRO, SLP	SD
7. <i>D. serratifolium</i> (Karw. ex Schult. f.) Zucc.	OAX	GRO, OAX, PUE, VER	SD
8. <i>D. simplex</i> Trel.	DGO	DGO	SD
9. <i>D. texanum</i> Scheele	COAH, DGO, NLE, SLP	CHIH, COAH, DGO, NLE, SLP, TAMPs	SD
<i>Dasyllirion</i> sección <i>Quadrangulatae</i> (Trel.) K. Krause			
10. <i>D. longissimum</i> Lem.	HGO, NLE, QRO, SLP, TAMPs	HGO, NLE, QRO, SLP, TAMPs, VER, ZAC	SD
11. <i>D. micropterum</i> Villarreal, A.E. Estrada & Encina	SD	SD	COAH
12. <i>D. miquihuanense</i> Bogler	SD	NLE, SLP, TAMPs	NLE, TAMPs
13. <i>D. quadrangulatum</i> S. Watson	SD	NLE, SLP, TAMPs	SD
14. <i>D. treleasei</i> Bogler	SD	SD	SD
<i>Dasyllirion</i> sección <i>Glaucophyllum</i> Hochstätter			
15. <i>D. berlandieri</i> S. Watson	NLE, TAMPs	COAH, GTO, JAL, NLE, QRO, SLP, ZAC	NLE, SLP, TAMPs
16. <i>D. cedrosanum</i> Trel. (<i>D. palmeri</i> Trel.)	COAH, ZAC	CHIH, COAH, DGO, JAL, NLE, QRO, SLP, TAMPs, ZAC	SD
17. <i>D. durangense</i> Trel.	CHIH, DGO	SD	SD
18. <i>D. glaucophyllum</i> Hook.	SD	HGO, QRO, VER	SD
19. <i>D. longistylum</i> J.F. Macbr.	QRO, SLP	QRO, SLP	SD
20. <i>D. occidentalis</i> Bogler ex Hochstätter	SD	AGS	SD
21. <i>D. palaciosii</i> Rzed.	SLP	SLP	SD
22. <i>D. sereke</i> Bogler	SD	CHIH	SD
23. <i>D. wheeleri</i> S. Watson	CHIH, DGO, SON	CHIH, COAH, DGO, SON, ZAC	SD



masculinas, gracias a la creencia de que con ellas se realiza una bebida con mejor sabor, provocó que la frecuencia de las plantas femeninas disminuyera, reduciendo también la fuente de semilla (Meléndez Rentería et al., 2012). Además, su uso como forraje de emergencia en tiempos de sequía (Reyes-Valdés et al., 2019) y la extracción de plantas del género para la realización de arcos florales, como sucede en el estado mexicano de Veracruz, donde se extraen ejemplares juveniles, han causado una disminución de individuos adultos y por lo tanto también una reducción en la producción de semillas (Torres-Martínez et al., 2020).

A pesar de los esfuerzos por reforestar las zonas de extracción del sotol (Reyes-Valdés et al., 2019), la reproducción asexual ha superado a la reproducción sexual, causando una disminución en la diversidad genética de las poblaciones (Meléndez Rentería et al., 2012; Morales-Reyes, 2014; Torres-Martínez et al., 2020). Esta disminución afecta la estabilidad en el ecosistema y, por lo tanto, impacta la estabilidad económica de estas regiones (Becerra-López et al., 2020). Esta situación ha llevado a la inclusión de cuatro especies de *Dasyllirion* en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019): *Dasyllirion acrotrichum* (Schiede) Zucc., *D. longissimum* Lem. y *D. quadrangulatum* S. Watson en la categoría Amenazada (A) y *D. palaciosii* Rzed. en la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr). En la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, las especies *D. wheeleri* S. Watson y *D. cedrosanum* Trel. están en la categoría Least Concern/Preocupación menor (LC) (UICN, 2023).

Dada la importancia cultural, el impacto sobre sus poblaciones y el valor ecológico de *Dasyllirion* en los ecosistemas que habita, en la presente contribución se establecieron como objetivos 1) analizar la distribución y riqueza de *Dasyllirion* con base en división política, ecoregionalización, tipos de vegetación y áreas naturales protegidas, 2) identificar zonas de alta riqueza y áreas de endemismo, y 3) proponer categorías de riesgo de extinción para cada especie empleando los valores de área de ocupación (AOO) y extensión de presencia (EOO). Este estudio podría significar el comienzo de la identificación de zonas de conservación para estas especies, ya que el primer paso para ello es identificar patrones de riqueza y endemismo (Cruz-Cárdenas et al., 2013).

Materiales y Métodos

Se diseñó una base de datos a partir de la consulta y verificación de identidades de ejemplares de herbario digitalizados y registros en bases de datos electrónicas como SEINet (2023), IBdata (UNAM, 2023) y GBIF (2023), y de la revisión de ejemplares de herbarios mexicanos. Los herbarios consultados fueron: CIIDIR, del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, en Durango; MEXU, Herbario Nacional del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México; IBUG, herbario Luz María Villareal de Puga de la Universidad de Guadalajara y ANSM, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Saltillo. Un criterio adicional de verificación consistió en cotejar las identificaciones realizadas por especialistas y citadas en revisiones taxonómicas, trabajos florísticos regionales y descripciones de especies nuevas. En todos los casos se descartaron los registros de plantas cultivadas. La base de datos se depuró agrupando colectas con duplicados depositados en diversos herbarios y eliminando registros con datos de localidades dudosas (datos confusos o erróneos) y ambiguas (información incompleta o no correlacionada). Además, se realizaron exploraciones de campo y recolección de ejemplares en las localidades tipo con el fin de obtener especímenes adicionales y confirmar determinaciones de ejemplares de herbario. La identidad de 753 ejemplares fue verificada durante las consultas en los herbarios visitados y 1839 ejemplares digitalizados fueron revisados para comprobar determinaciones en las bases de datos electrónicas revisadas.

En el caso de los ejemplares que no contaban con datos de latitud y longitud, esta fue estimada con el programa Google Earth Pro (Google, 2023) y con los mapas de curvas de nivel con escala 1:250,000 de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1998), siguiendo el protocolo de georreferenciación SAGA propuesto por Bloom et al. (2017).

Se utilizó QGIS v. 3.14 (QGIS Development Team, 2020) para estimar la riqueza de especies de *Dasyllirion* por división política estatal, ecorregiones, tipos de vegetación y presencia en Áreas Naturales Protegidas (ANP). Para los límites políticos se usó el conjunto de datos vectoriales de división política estatal de México con escala 1:250,000 del

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2019), y la capa de límites cartográficos estatales de los Estados Unidos de América (U.S. Census Bureau, 2018). Del mismo modo, para estimar la riqueza de especies por ecorregiones se utilizó el esquema de regionalización de nivel II propuesto por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA, 2021). Esta propuesta incluye 50 regiones pertenecientes a 15 grandes ecorregiones de nivel I para América del Norte. En este estudio se utilizaron solo las regiones correspondientes a México y los estados de Arizona, Nuevo México y Texas del sur de los Estados Unidos de América (Fig. 2). Para los tipos de vegetación se empleó la propuesta de Rzedowski (1990) para la vegetación potencial de México con escala 1:250,000 y la de Kuchler (1964) para los Estados Unidos de América. Por último, se cuantificó la presencia de *Dasyilirion* en ANP usando el mapa de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2023) con escala 1:250,000 y los mapas del Servicio Geológico de los Estados Unidos de América (USGS, 2022) para los estados de Arizona, Nuevo México y Texas.

También se estimó la riqueza por cuadrícula con el programa DIVA-GIS v. 4 (Hijmans et al., 2004). Para definir el tamaño de cada celda se tomó en cuenta la metodología propuesta por Willis et al. (2003), y Suárez-Mota y Villaseñor (2011). De este modo se obtuvo una cuadrícula con celdas de 60 × 60 km. Endemismo, endemismo ponderado y endemismo ponderado corregido fueron calculados con el programa Biodiverse (Laffan et al., 2010), tomando en cuenta los lineamientos planteados por Linder (2001). El tamaño de celda fue el mismo que en el análisis de riqueza por cuadrícula.

La categoría de riesgo de las especies se estimó evaluando la EOO y el AOO para cada especie, siguiendo los criterios propuestos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2024). El AOO es el área que ocupa una especie dentro de la extensión total donde se distribuye y es la medida más apropiada para la información encontrada en los ejemplares de herbario. A su vez, la EOO es el área contenida en los límites ficticios continuos más cortos que pueden establecerse para incluir todas las zonas en las que una especie esté presente (Gutiérrez-Rodríguez, 2019). Los valores AOO y EOO se calcularon con la herramienta GeoCAT (Bachman et al., 2011).

Resultados

Base de datos

Se obtuvo una base de datos de 1818 registros únicos; 166 fueron eliminados ya que la información estaba incompleta o era confusa. En los análisis se incluyeron 1652 registros para 23 especies de *Dasyilirion*, de los cuales 1272 (77%) fueron georreferenciados. El número de registros por especie fue muy variable, siendo *D. wheeleri* la especie con más registros (421) y *D. longistylum* J.F. Macbr. y *D. micropterum* las menos colectadas con dos y cuatro registros, respectivamente (Apéndice).

Riqueza y distribución

México alberga la mayor riqueza de *Dasyilirion*, contando con las 23 especies reconocidas para el género, distribuidas en 20 estados. El número de registros en cada entidad también fue variable; Coahuila y Nuevo León reúnen el mayor número de registros con 180 y 126, respectivamente. Al contrario, Tlaxcala y Sinaloa contaron con un único registro cada uno. San Luis Potosí fue el estado con mayor riqueza (nueve spp.), seguido por Coahuila (ocho spp.), Chihuahua y Zacatecas (siete spp. cada uno), mientras que los estados con menor riqueza fueron el Estado de México, Guerrero, Sinaloa y Tlaxcala, con una especie cada uno (Fig. 3A-C). Por su parte, tres especies del género (*Dasyilirion leiophyllum* Engelm. ex Trel., *D. texanum* Scheele y *D. wheeleri*) ocurren en los Estados Unidos de América, siendo Texas el estado con mayor riqueza, contando con los tres taxones (Fig. 3A). La especie con mayor distribución fue *D. acrotrichum*, que está presente en 14 estados del occidente, centro y sur de México, lo que corresponde a 70% de la distribución estatal del género en el país (Apéndice, Fig. 3C). Las especies con menor distribución que se encontraron en un estado fueron *D. glaucophyllum* Hook., *D. micropterum*, *D. sereke* Bogler y *D. simplex* Trel. (Apéndice).

Dasyilirion se localiza en 18 ecoregiones de las 50 propuestas por la CCA (2021). La sección *Dasyilirion* no mostró un patrón claro de distribución, ya que se puede encontrar a lo largo de toda el área con presencias del género, mientras que la sección *Glaucophyllum* se distribuye en los Desiertos cálidos, las Sierras de la cuenca del río Gila, la Sierra Madre Occidental y su piedemonte y la Sierra

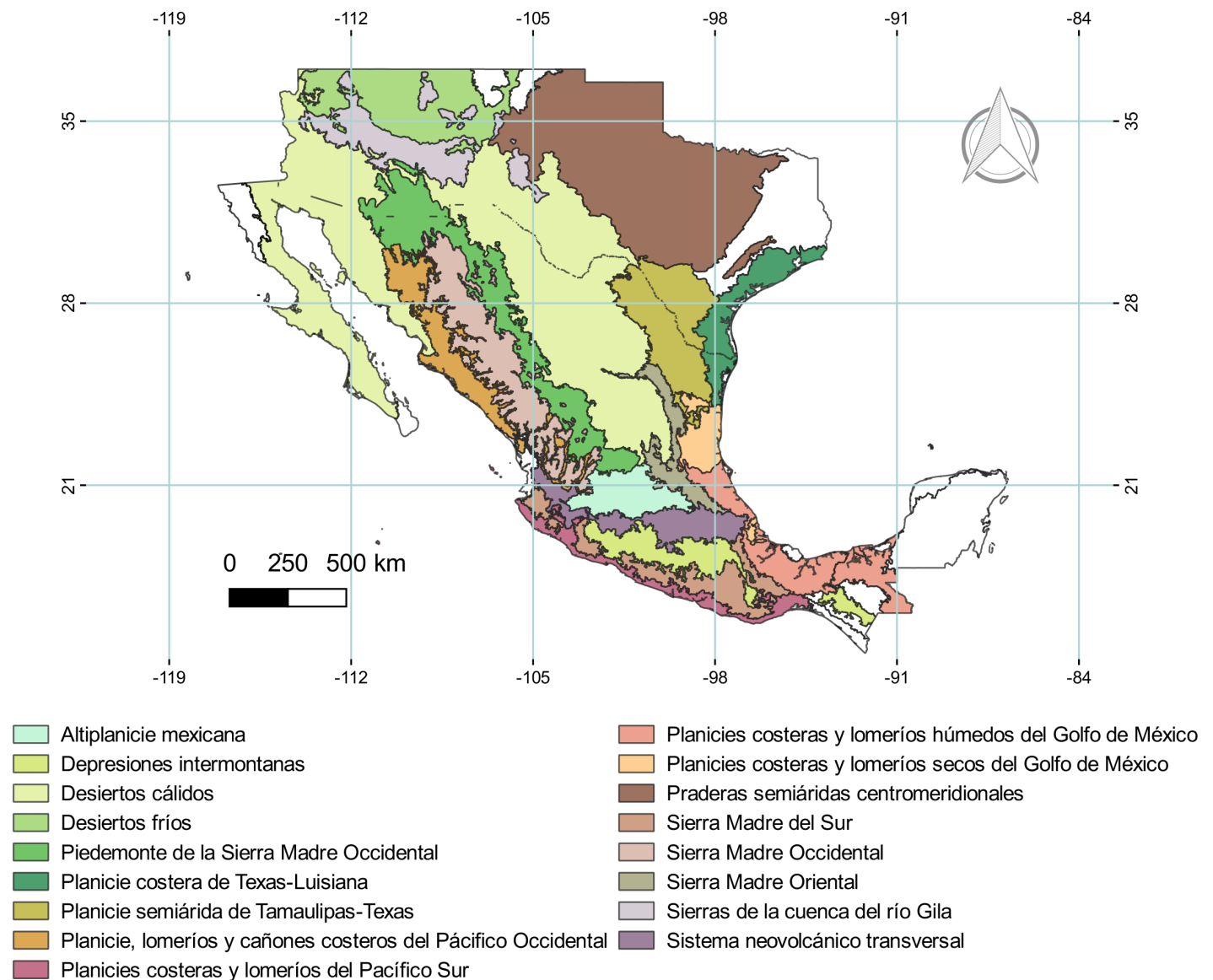


Figura 2: Ecorregiones de nivel II por la CCA (2021) para el área de distribución del género *Dasyllirion* Zucc.

Madre Oriental (SMOR), contrario a la sección *Quadrangulatae* que está concentrada en la SMOR (Fig. 3D).

La SMOR y los Desiertos cálidos (DC) fueron las regiones que albergan más especies del género (15 y 14 respectivamente), seguidas por la Sierra Madre Occidental (SMOC) y su piedemonte (PSMOC), en las que se encontraron 12 y 11 especies, respectivamente, siendo *Dasyllirion sereke* la única diferencia entre ambas regiones, pues ocurre en las regiones planicie, lomeríos y cañones costeros del Pacífico Occiden-

tal y SMOC. Las ecorregiones con menor riqueza de especies fueron las correspondientes al norte de México y sur de los Estados Unidos de América, y las regiones cercanas a la costa: Desiertos fríos (DF) (*D. leiophyllum* y *D. wheeleri*), Planicie costera de Texas-Louisiana (PCTL) (*D. quadrangulatum*), Planicies costeras y lomeríos del Pacífico Sur (PCLPS) (*D. serratifolium* (Karw. ex Schult. f.) Zucc.), Planicies costeras y lomeríos húmedos del Golfo de México (PCLHGM) (*D. longistylum*), Planicies costeras y lomeríos secos del Golfo de

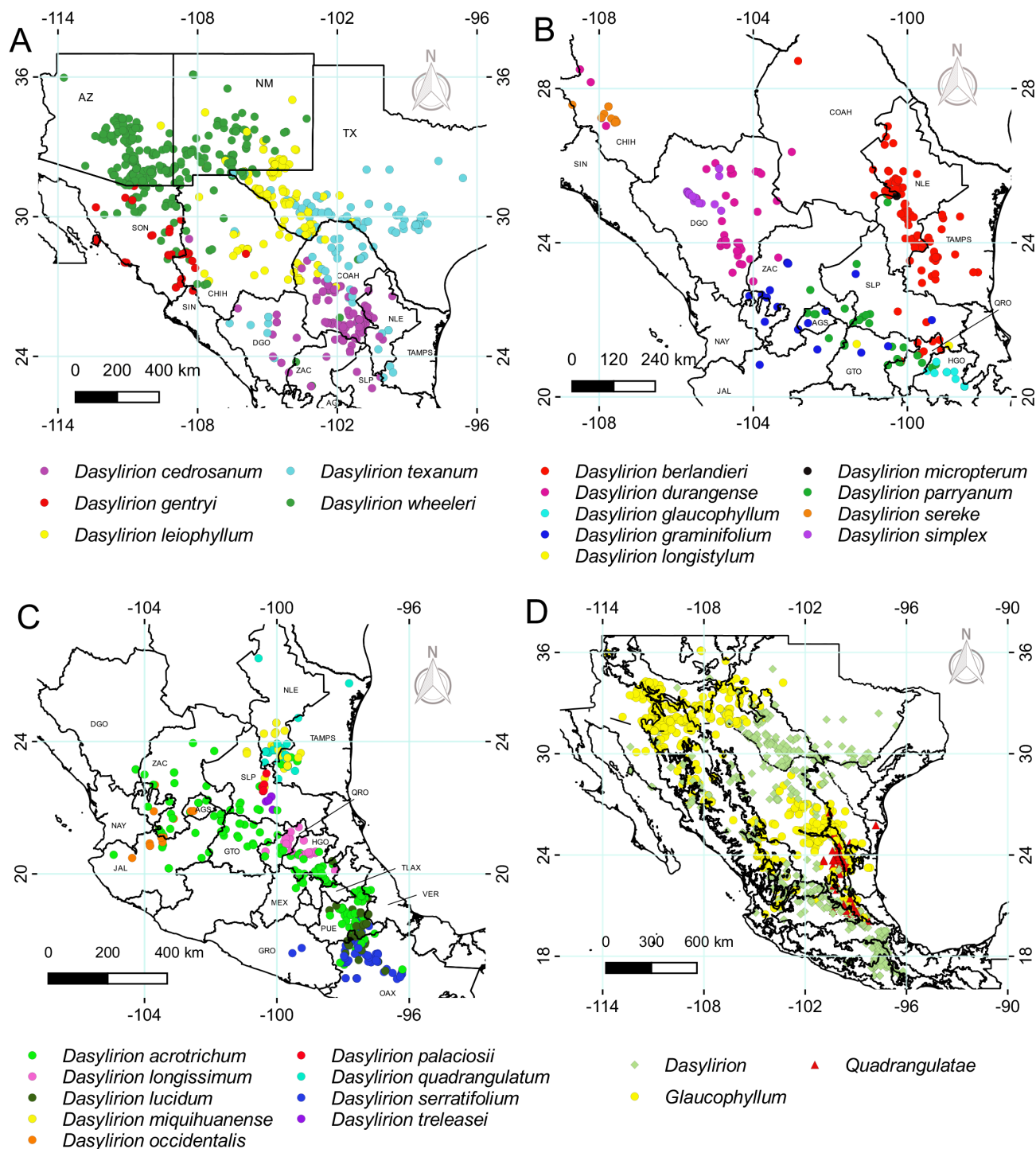


Figura 3: Distribución geográfica de las especies por división política. A-C. secciones por ecorregiones; D. género *Dasyllirion* Zucc. Grupos infragenéricos reconocidos por Hochstätter (2011) y Thiede (2012).

México (PCLSGM) (*D. berlandieri* S. Watson y *D. graminifolium* (Zucc.) Zucc.) y Sierras de la cuenca del Río Gila (SCRG) (*D. leiophyllum* y *D. wheeleri*). Por otro lado, *D. acrotrichum*, al ser la especie con mayor distribución, también es una de las que

habita en más ecorregiones, estando en ocho de ellas, igual que *D. graminifolium* y *D. wheeleri* (Apéndice).

En México las especies de *Dasyllirion* crecen en cinco tipos de vegetación, siendo el bosque de coníferas y encinos

(BCE) y el matorral xerófilo (MX) en donde se encuentra la mayor cantidad de especies (20 y 19), seguidos por el pastizal (P) y bosque tropical caducifolio (BTC) (11 y 10), mientras que en bosque espinoso solo pueden prosperar cinco especies. En los Estados Unidos de América, *Dasyllirion* se localiza en 12 tipos de vegetación reconocidos por Kuchler (1964); en cuatro de ellos se pueden encontrar a *D. leiophyllum*, *D. texanum* y *D. wheeleri* (Juniper-Pinyon, chaparral, southwest shrub steppe y desert grassland) (Apéndice).

Dasyllirion acrotrichum, *D. gentryi* Bogler y *D. wheeleri* se desarrollan en los cinco tipos de vegetación, por lo que son las especies con mayor amplitud ecológica en México. *Dasyllirion wheeleri*, con base en la propuesta de Kuchler (1964) para los Estados Unidos de América, puede crecer en ocho tipos de vegetación. Sucede lo mismo con *D. texanum* y *D. leiophyllum* que están presentes en tres tipos de vegetación para México, pero en nueve y siete respectivamente para los Estados Unidos de América. Por el contrario, *D. micropterum* y *D. sereke* crecen solamente en bosque de coníferas y encino; asimismo, *D. palaciosii* y *D. treleasei* Bogler prosperan solo en matorral xerófilo (Apéndice).

Para el análisis de riqueza por cuadrícula, el área de distribución de *Dasyllirion* se dividió en 2111 celdas, de las cuales 315 tuvieron al menos un registro. La riqueza de especies por celda varió de una a seis. La mayor riqueza de *Dasyllirion* se concentra en la SMOR, extendiéndose a los Desiertos cálidos y la Altiplanicie Mexicana; en esta región se concentran seis celdas con cuatro especies, una con cinco y dos con seis (Fig. 4A). La primera celda de mayor riqueza se comparte con los Desiertos cálidos al centro de San Luis Potosí (Fig. 4A, B); en ella se distribuyen *D. acrotrichum*, *D. berlandieri*, *D. cedrosanum*, *D. miquihuanense* Bogler, *D. palaciosii* y *D. treleasei*. La segunda corresponde al oeste del estado de Hidalgo, en su límite con Querétaro; aproximadamente 60% de la celda se localiza también en la Altiplanicie Mexicana (Fig. 4A, B). En ella se puede encontrar a *D. acrotrichum*, *D. glaucophyllum*, *D. longissimum*, *D. palaciosii*, *D. parryanum* Trel. y *D. treleasei*.

Centros de endemismo

Los análisis de endemismo simple, ponderado y ponderado corregido revelaron que las celdas con valores superiores se encontraron en la SMOR (Figs. 5A, 6A, 7A). La celda

con los puntajes más altos de endemismo simple (0.91-1.13) se ubicó en el norte de esta región, entre los estados de Nuevo León y Coahuila (Fig. 5A, B). También se lograron ver dos celdas con endemismo medio alto (0.68-0.91). La primera se encontró en el estado de San Luis Potosí y la segunda, más al sur, en el estado de Hidalgo (Fig. 5B). De igual manera, el análisis de endemismo ponderado indicó que estas dos últimas celdas tienen un valor medio alto (1.41-1.87), mientras que la celda con el valor de endemismo ponderado más alto (1.87-2.34) se localizó entre los estados de Hidalgo y Querétaro (Fig. 6B).

Por su parte, el análisis de endemismo ponderado corregido mostró que existen tres celdas con valores altos (0.402-1.5): una correspondiente al norte de la SMOR (Fig. 7A), entre los estados de Nuevo León y Coahuila, y dos al sur, en el estado de Hidalgo y su frontera con San Luis Potosí (Fig. 7B). Esta última celda está ubicada en la ecorregión de Planicies costeras y lomeríos húmedos del Golfo de México (Fig. 7A).

Estado de conservación

Las estimaciones de AOO y EOO resultaron muy variables. La especie con mayor AOO fue *Dasyllirion wheeleri* (1428 km²) y las que obtuvieron el valor más bajo, *D. longistylum* y *D. micropterum* (8 km²). A excepción de *D. wheeleri*, todas las especies tuvieron un valor menor a 630 km², la mitad de ellas presentaron rangos menores a 100 km² (*D. glaucophyllum*, *D. graminifolium*, *D. longissimum*, *D. occidentalis* Bogler ex Hochstätter, *D. palaciosii*, *D. quadrangulatum*, *D. sereke*, *D. simplex* y *D. treleasei*) (Apéndice).

Dasyllirion palaciosii fue la especie con menor EOO (405.121 km²), exceptuando a *D. longistylum* y *D. micropterum* que obtuvieron un valor de 0 km², debido a que cuentan con solo dos localidades. La especie con mayor EOO fue *D. wheeleri* (1,074,314.63 km²), ocho especies tuvieron un EOO entre 100,000 y 800,000 km²: *Dasyllirion acrotrichum*, *D. berlandieri*, *D. cedrosanum*, *D. durangense* Trel., *D. gentryi*, *D. graminifolium*, *D. leiophyllum* y *D. texanum*. Siete especies obtuvieron un EOO de entre 10,000 y 100,000 km²: *D. longissimum*, *D. lucidum* Rose, *D. miquihuanense*, *D. occidentalis*, *D. parryanum*, *D. quadrangulatum* y *D. serratifolium*. Por

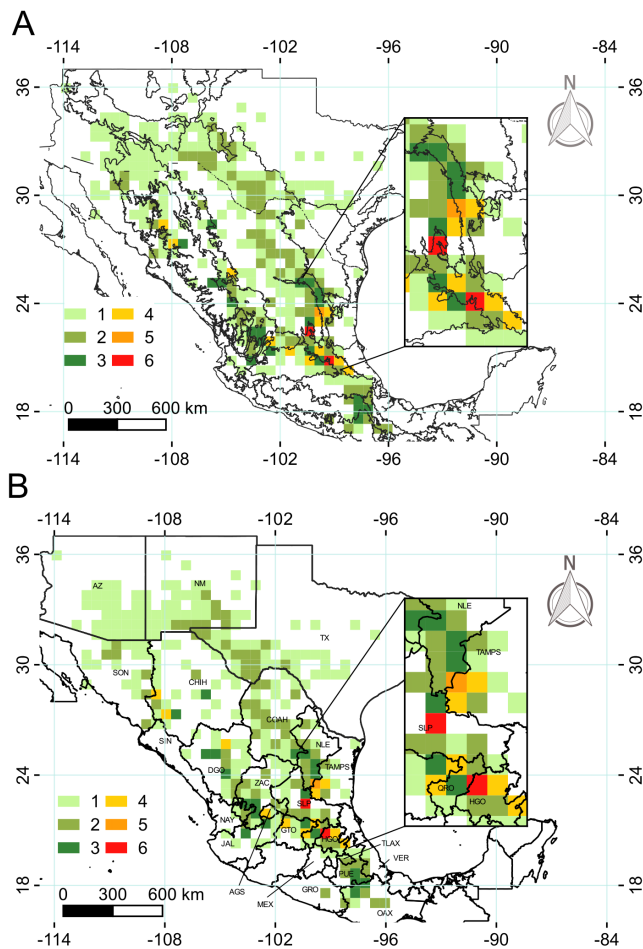


Figura 4: Mapas de riqueza de especies de *Dasyllirion* Zucc. por celdas de 60 × 60 km. A. riqueza por ecorregiones; B. riqueza por división política.

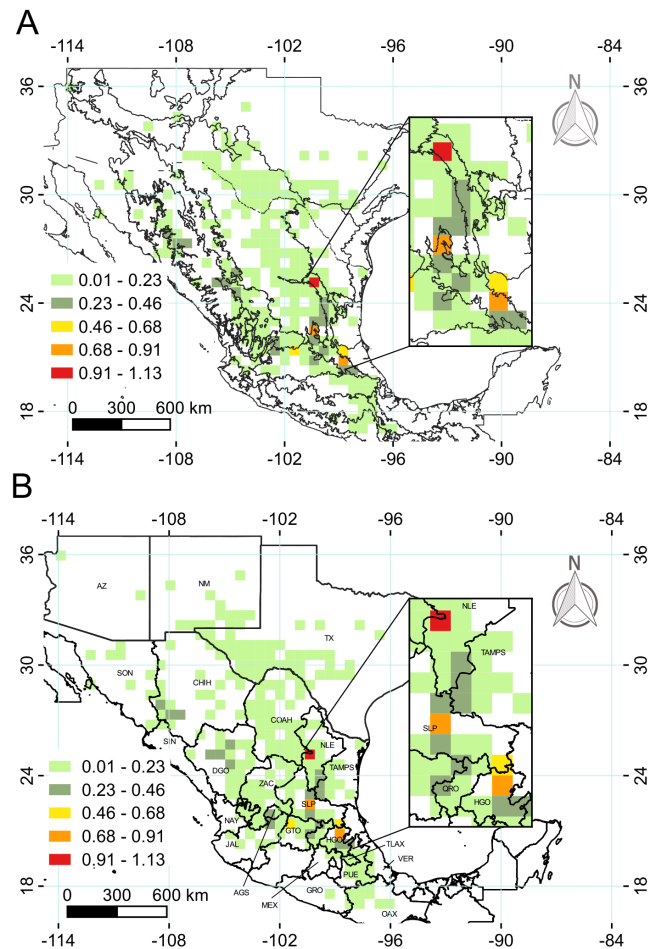


Figura 5: Análisis de endemismo simple. A. endemismo por ecorregiones; B. endemismo por división política.

último, *D. glaucophyllum*, *D. palaciosii*, *D. sereke*, *D. simplex* y *D. treleasei* tienen un EOO de entre 400 y 7000 km² (Apéndice).

Según el criterio B1 de la UICN (2024) que corresponde a la EOO, nueve especies se encuentran amenazadas (categorías CR, EN o VU). *Dasyllirion longissimum*, *D. miquihuanense* y *D. simplex* se categorizan en VU; de ellas solo *D. longissimum* está presente en alguna ANP. *Dasyllirion glaucophyllum*, *D. palaciosii*, *D. sereke* y *D. treleasei* se encuentran en la categoría EN, de las cuales solo *D. glaucophyllum* se distribuye en dos ANP (Apéndice). Tomando en cuenta el criterio B2 (UICN, 2024) que está determinado por el AOO, todas las especies de *Dasyllirion*

están en riesgo. *Dasyllirion acrotrichum*, *D. leiophyllum* y *D. wheeleri* son consideradas como VU y las tres se encuentran en diversas ANP tanto de México como de los Estados Unidos de América (Apéndice). *Dasyllirion berlandieri*, *D. cedrosanum*, *D. durangense*, *D. gentryi*, *D. glaucophyllum*, *D. graminifolium*, *D. longissimum*, *D. lucidum*, *D. miquihuanense*, *D. occidentalis*, *D. palaciosii*, *D. parryanum*, *D. quadrangulatum*, *D. sereke*, *D. serratifolium*, *D. simplex*, *D. texanum* y *D. treleasei* están en la categoría EN; cinco de ellas no están protegidas por ninguna ANP. *Dasyllirion longistylum* y *D. micropterum* se reconocen en la categoría CR considerando ambos criterios; solamente *D. micropterum* se distribuye en alguna ANP (Apéndice). De acuerdo con las

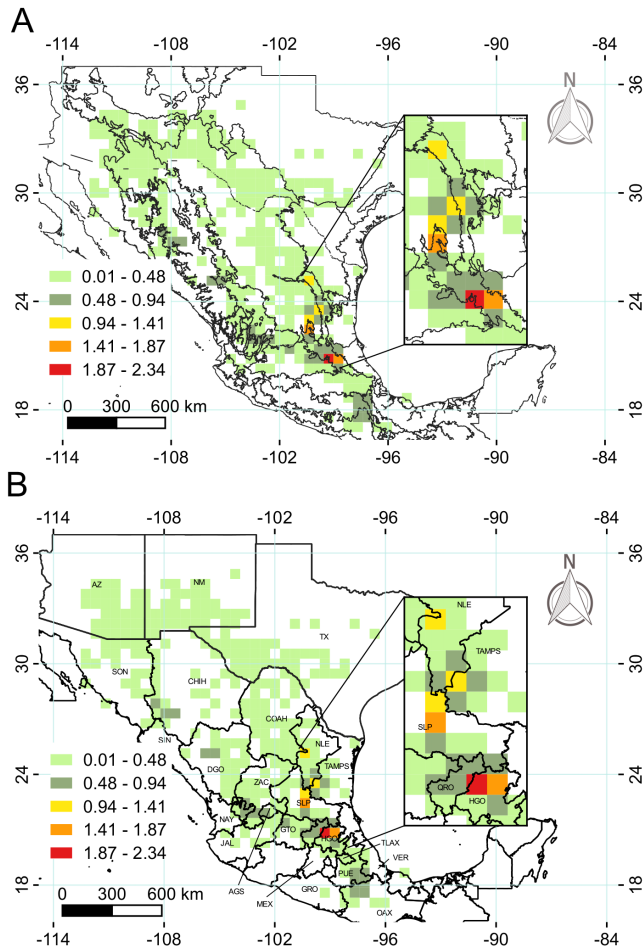


Figura 6: Análisis de endemismo ponderado. A. endemismo por ecorregiones; B. endemismo por división política.

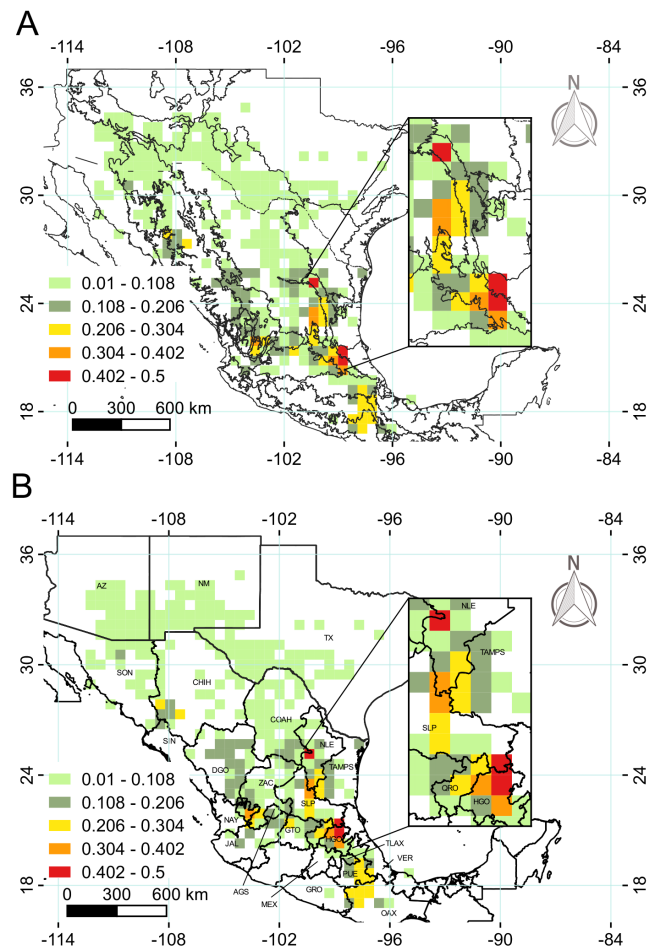


Figura 7: Análisis de endemismo ponderado corregido. A. endemismo por ecorregiones; B. endemismo por división política estatal.

directrices de uso de las categorías y criterios de la Lista Roja de la **UICN (2024)**, es recomendable reconocer la categoría de amenaza más alta para la que califica la especie de interés. Por tal razón, en el presente trabajo se propone sean consideradas las categorías de riesgo resultantes de emplear el criterio B2, que considera los valores del AOO.

Dasyllirion está resguardado en 88 ANP a lo largo de su distribución, 28 de ellas corresponden a México y 60 a los Estados Unidos de América. El ANP que alberga la mayor cantidad de especies del género es el Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego (C.A.D.N.R.) 026 Bajo Río San Juan, teniendo dentro de sus límites a *D. acrotrichum*, *D. berlandieri*, *D. cedrosanum*,

D. durangense, *D. graminifolium*, *D. micropterum* y *D. texanum* (Apéndice).

Por último, a partir de los datos ingresados en la base de datos, fue posible identificar que 12 especies de *Dasyllirion* tienen valor etnobiológico (*D. acrotrichum*, *D. cedrosanum*, *D. durangense*, *D. gentryi*, *D. leiophyllum*, *D. longissimum*, *D. lucidum*, *D. miquihuanense*, *D. quadrangulatum*, *D. serratifolium*, *D. texanum* y *D. wheeleri*). El uso más importante es la elaboración de sotol, pero también suelen utilizarse para la realización de arcos florales, material de construcción y elaboración de artesanías, uso ceremonial, como plantas de ornato, forraje y sus flores se consumen ya sea guisadas o cocidas.

Discusión

Base de datos

En este estudio la mayoría de los registros incluidos en la base de datos fueron colectados antes del año 2000, resultando necesario georreferenciar 75% de ellos para su uso en los análisis. Una situación similar ocurrió en el trabajo de Carrasco-Ortíz et al. (2019) en el que 61% de los registros de la base de datos del género *Dahlia* Cav. pasó por el proceso de georreferenciación y pertenecían a colectas realizadas entre los años 1900 y 2000. Del mismo modo, Munguía-Lino et al. (2015) infirieron la información geográfica de 47% de los registros de la tribu Tigridaeae incluida en su base de datos, indicando que este porcentaje se debe a que el uso del GPS (Global Positioning System) es bastante reciente.

La confiabilidad de los datos geográficos obtenidos con base en la información incluida en las etiquetas de los ejemplares de herbario depende de tener la mayor cantidad de información posible, en cuanto a la descripción de las localidades, altitud, tipos de suelo, clima y tipo de vegetación (Willis et al., 2003). Por esta razón, y para evitar sesgos en la identificación de patrones de distribución de *Dasyllirion*, se excluyeron de los análisis los registros de *D. occidentalis*, *D. palaciosii* y *D. simplex*. Bogler (1994) señaló la colecta R. McVaugh 17612 en Jalisco como un registro interesante debido a sus características similares a *Dasyllirion simplex*, pero su localización fue bastante alejada de las poblaciones de esa especie en Durango. Para el presente trabajo también se revisó el ejemplar en físico, pero no se logró obtener una identificación certera y aún no se registran poblaciones localizadas entre ambos estados. De forma similar, el ejemplar E.C. Ogden 5110, encontrado en Guerrero y etiquetado como *D. occidentalis*, así como las colectas L. Hernández 4516 y L. Hernández 4517 etiquetadas como *D. palaciosii* en Querétaro fueron descartadas debido a la amplia distancia encontrada entre las localidades citadas por los colectores y las poblaciones reportadas para estas especies. Estos registros deberían ser revisados con más detalle y se sugiere realizar análisis moleculares para determinar su identidad.

Riqueza y distribución

Dasyllirion sigue un patrón de distribución similar al de *Nolina* mostrado por Olvera-Valero (2006), exceptuando

los estados de California, Baja California y Baja California Sur, donde *Dasyllirion* no ocurre. García-Mendoza y Galván (1995) reportaron la presencia de *Dasyllirion* en 19 estados de la república, mientras que Villaseñor (2016) mostró la distribución del género en 20 estados (Cuadro 1), igual que en el presente estudio. A diferencia de los trabajos antes citados, aquí se reporta por primera vez la presencia de *Dasyllirion* para Sinaloa (Apéndice).

La revisión e identificación de material de herbario consultado en el presente trabajo (Apéndice) en algunos casos no refleja la distribución previamente publicada. Por ejemplo, García-Mendoza y Galván (1995) citaron *Dasyllirion acrotrichum* de Guerrero, y Villaseñor (2016) reconoció a esa especie en Nayarit, a *D. leiophyllum* en Nuevo León, a *D. serratifolium* en Veracruz, a *D. quadrangulatum* en San Luis Potosí, a *D. berlandieri* en Jalisco, a *D. cedrosanum* en Querétaro, Jalisco y Tamaulipas, *D. glaucophyllum* en Querétaro y Veracruz, y a *D. wheeleri* en Durango (Cuadro 1). Por lo anterior, se sugiere realizar revisiones de herbarios locales y un trabajo de campo exhaustivo en esas zonas para determinar si son los patrones naturales de su distribución.

Por otro lado, en el presente trabajo se encontró que algunas especies tienen una distribución más limitada a la reportada por los autores citados en el Cuadro 1. Por ejemplo, *Dasyllirion longissimum* fue reportado de siete estados (Cuadro 1), pero en el presente estudio solo fue posible reconocer ejemplares recolectados en Hidalgo y Querétaro (Apéndice). Es probable que esta situación se deba a la incorrecta identificación de los ejemplares revisados, ya que muchos de ellos han sido redeterminados en años posteriores a las publicaciones de García-Mendoza y Galván (1995) y Villaseñor (2016). Además, la lista de colaboradores de Villaseñor (2016) carece de un especialista del grupo taxonómico a nivel del género *Dasyllirion* o de la familia Asparagaceae.

Este estudio amplía la riqueza de *Dasyllirion* reportada en estudios regionales. Villareal-Quintanilla (2001) citó a *D. cedrosanum*, *D. leiophyllum* y *D. texanum* para el estado de Coahuila; Melgoza y Sierra (2003) lograron coleccionar a *D. cedrosanum*, *D. durangense*, *D. leiophyllum*, *D. sereke* y *D. wheeleri* en Chihuahua; y Quirino-Olvera (2017) encontró cuatro especies en Nuevo León: *D. berlandieri*, *D. cedrosanum*, *D. miquihuanense* y *D. quadrangulatum*.



Nuestros resultados reflejan la existencia de ocho especies para Coahuila, siete para Chihuahua y seis para Nuevo León (Apéndice).

El incremento en el número de especies registradas en una región puede deberse al incremento en la exploración botánica en el norte de México y al descubrimiento de nuevas especies. Por ejemplo, el trabajo de Villarreal-Quintanilla (2001) en Coahuila fue realizado antes de la descripción de *Dasyllirion micropterum* (Villarreal-Quintanilla et al., 2016).

San Luis Potosí es el estado con mayor riqueza de *Dasyllirion* con nueve especies en su territorio. Este resultado es apoyado por García-Mendoza y Galván (1995) quienes reportaron ocho especies del género. Villaseñor (2016) mencionó que San Luis Potosí es uno de los estados que contiene la mayor riqueza de especies afines al bioma matorral xerófilo, siendo este el segundo tipo de vegetación donde prosperan más especies de *Dasyllirion*.

Se ha reportado que especies como *Dasyllirion wheeleri* pueden crecer en pastizales abiertos y matorrales (Walker, 2015); *D. serratifolium* en laderas áridas o zonas rocosas abiertas en ambientes xerófilos (Bogler, 1994); *D. miquihuanense*, *D. palaciosii* y *D. quadrangulatum* en ambientes semiáridos dominados por arbustos; y *D. micropterum* y *D. berlandieri* en montañas asociadas a bosques de coníferas (Ortiz-Covarrubias et al., 2022). Estos informes concuerdan con nuestros resultados tanto en la propuesta para México como para los Estados Unidos de América, pues *Dasyllirion* crece en tipos de vegetación en los que predominan los matorrales con afinidad a climas áridos, pastizales y bosques de coníferas y encinos.

La diversificación de *Dasyllirion* coincide con la aparición de zonas áridas en Norteamérica en el Mioceno tardío (Ortiz-Covarrubias et al., 2022). Puede ser debido a ello que las ecorregiones con menor riqueza de especies del género sean las cercanas a la costa, ya que los tipos de vegetación presentes en estas áreas no suelen ser aquellos a los que *Dasyllirion* muestra más afinidad.

Bogler (1995) reconoció cuatro complejos en *Dasyllirion* con base en análisis filogenéticos, donde cada grupo presenta un patrón particular de distribución. El complejo *D. acrotrichum* se distribuye hacia el sur de México; el complejo *D. wheeleri* habita el noroeste de México, Arizona

y Nuevo México; por su parte, el complejo *D. berlandieri*-*D. longissimum* existe en el este y centro de México; mientras que el complejo *D. cedrosanum*-*D. leiophyllum* se desarrolla en el norte central de México y Texas.

Por el contrario, las secciones de *Dasyllirion* reconocidas por Thiede (2012) no muestran un patrón de distribución claro. Con base en la filogenia realizada por Ortiz-Covarrubias et al. (2022), estas secciones no corresponden a grupos naturales, lo que podría explicar por qué los componentes de cada sección no comparten un patrón de distribución. Sin embargo, una excepción es la sección *Quadrangulatae*, que se concentra exclusivamente en la SMOR.

El Desierto Chihuahuense es la extensión de territorio más grande dentro de los Desiertos cálidos establecidos por la CCA (2021). Es una de las regiones secas con mayor riqueza biológica en el mundo (Granados-Sánchez et al., 2011) y el segundo desierto con más diversidad (Villarreal-Quintanilla et al., 2017). Es una región ecológica árida con zonas montañosas en las que la vegetación se asocia a climas templados. En su territorio se encuentran tipos de vegetación donde puede crecer *Dasyllirion*; por ejemplo, matorral desértico rosetófilo, izotal, vegetación de suelos yesosos, matorral xerófilo y bosque de piñonero-enebro (Granados-Sánchez et al., 2011; Villarreal-Quintanilla et al., 2017).

El límite este del Desierto Chihuahuense es la SMOR; su delimitación actualmente no está bien definida (Salinas-Rodríguez et al., 2022), por lo que ciertas zonas son consideradas como parte de una o de otra provincia. El territorio definido como SMOR por la CCA (2021) es solo una pequeña parte de lo considerado en estudios como el de Salinas-Rodríguez (2015) o el de Suárez-Mota et al. (2017).

El SMOR alberga 28% de la flora vascular de México y 13% de especies endémicas del país (Salinas-Rodríguez et al., 2022). En conjunto con el Altiplano Mexicano se considera un gran centro de diversificación, forma una faja transicional con el Desierto Chihuahuense donde se concentran endemismos en cañones edáficos con yeso y caliche en bosques templados y matorrales xerófilos, favoreciendo la evolución de géneros con hábitos rupícolas (Villaseñor et al., 2020; Salinas-Rodríguez et al., 2022). Es parte de la Zona de Transición Mexicana donde se desarrollan especies de origen neártico y neotropical (Escalante, 2009; Villaseñor et al., 2020).



En esta región se pueden encontrar climas y comunidades vegetales contrastantes que van desde matorral xerófilo, que constituyen 43% del territorio, hasta bosques templados de extensiones heterogéneas, conformando 36% de la extensión de la región (Suárez-Mota et al., 2017). Además, tiene una orografía en la que se conjugan cañones, mesetas, cañadas, valles, laderas, entre otras geofor-mas que favorecen la variedad de pisos altitudinales y zonas ecotonaes (Salinas-Rodríguez, 2015). No es de sorprender que estas dos ecorregiones sean las que albergan la mayor riqueza de especies de *Dasyllirion*, encontrando los dos tipos de vegetación en los que crecen la mayoría de las especies, el tipo de suelo y los climas a los que este grupo tiene mayor afinidad.

Salinas-Rodríguez (2015) citó 20 especies pertenecientes a diez géneros de Asparagaceae para su definición de la SMOR, de las cuales diez pertenecen a *Dasyllirion*. En su listado incluye a *Dasyllirion heteracanthum* I.M. Johnst., pero ahora esta especie se considera parte de *D. leiophyllum*; también reconoce a *D. palmeri*, ahora sinónimo de *D. cedrosanum* (Cuadro 1). En el presente estudio se encontraron 15 especies de *Dasyllirion* en un área de estudio mucho menor a la considerada en el trabajo antes mencionado.

Dasyllirion sigue el mismo patrón de riqueza de las plantas vasculares en la SMOR. El análisis de riqueza por cuadrícula revela dos celdas de mayor diversidad. Ambas coinciden con zonas de riqueza encontradas por Salinas-Rodríguez et al. (2022), localizadas en el municipio de Guadalcázar y sus alrededores, en San Luis Potosí, y en la Zona Árida Queretana-Hidalgense y el Carso Huasteco.

Torres-Colín et al. (2017) mencionaron que en la región de Guadalcázar existen cinco tipos de vegetación: matorral submontano, matorral xerófilo, bosque de encino, bosque de pino y pastizal. Según Rzedowski (1961) se presentan encinares de diversas especies, siendo este el tipo de vegetación más abundante en la región y en el que pueden prosperar más especies de *Dasyllirion*. De acuerdo con Torres-Colín et al. (2017), *D. palaciosii* es uno de los componentes principales del matorral xerófilo en la zona. Aunque estos autores solo citaron la presencia de esta especie, nuestros resultados muestran que se puede encontrar también a otros cinco taxones, constituyendo dos

terceras partes de la riqueza de *Dasyllirion* en San Luis Potosí. Guadalcázar es también un área de alta riqueza para otros géneros con afinidad árida y hábitos rupícolas como *Mammillaria* Haw. (Hernández y Gómez-Hinostrosa, 2015) y se recuperó como una zona de concentración de endemismos para la flora vascular de San Luis Potosí (De-Nova et al., 2018).

En el Carso Huasteco y la Zona Árida Queretana-Hidalgense se juntan cuatro de los cinco biomas y tres de las cinco regiones climáticas descritas por Suárez-Mota et al. (2017), quienes reconocen a estas ecorregiones como sitios de alta riqueza de dominios climáticos y que contienen los valores más altos de diversidad florística, considerando como subrogado a la familia Asteraceae. Esta también es una zona de alta riqueza para géneros como *Dalea* L. (Sandoval-Mata, 2022) y *Mammillaria* (Hernández y Gómez-Hinostrosa, 2015). Esta parte de la SMOR cuenta con una gran cantidad de inventarios florísticos (Suárez-Mota et al., 2017), por lo cual estos resultados de riqueza podrían verse sesgados por la intensa exploración botánica.

Centros de endemismo

El análisis de endemismo ponderado reveló que el Carso Huasteco y la Zona Árida Queretana-Hidalgense corresponden a una zona de alto endemismo (Fig. 6B), la cual fue citada por Salinas-Rodríguez (2015) por concentrar hasta 131 especies endémicas, correspondiendo también con los resultados de endemismo ponderado corregido del presente estudio (Fig. 7A, B). La coincidencia en los resultados permite observar que *Dasyllirion* sigue el patrón de endemismo de la vegetación de la SMOR. Además, en el análisis de endemismo ponderado corregido, se puede observar una celda ubicada en el límite entre Hidalgo y San Luis Potosí (Fig. 7B), en la cual solo se distribuye *D. longistylum*, especie con únicamente dos registros. Por lo tanto, sería recomendable realizar exploraciones y documentar la existencia de más localidades de esta especie para evaluar si realmente esta celda tiene un alto endemismo.

La vertiente occidental de la SMOR ha fungido como zona de diversificación de géneros endémicos que luego migraron al Desierto Chihuahuense, en la que se encuentran matorrales xerófilos y climas áridos en transición a chaparrales de climas templados. La mitad de estos ende-



misimos están entre Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, en la Gran Sierra Plegada (Salinas-Rodríguez, 2015; Salinas Rodríguez et al., 2022). En esta área se localiza una de las zonas de endemismo y endemismo ponderado corregido para *Dasyllirion* (Figs. 5A, 6A), que pertenece a la región 2 en la regionalización de Suárez-Mota et al. (2017) y es donde se concentra la mayor cantidad de dominios climáticos. Según Salinas-Rodríguez (2015), esta sierra contiene la mayor riqueza de endemismos (165 especies), muchas de ellas en riesgo de extinción. En el caso de *Dasyllirion* la autora menciona a *D. palaciosii* y *D. acrotrichum* contenidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019) y *D. cedrosanum* declarada en la categoría Preocupación Menor por la Lista Roja de la UICN (Martínez Salas et al., 2020).

Estado de conservación

De las 12 especies utilizadas por las comunidades, *Dasyllirion acrotrichum* se emplea con mayor frecuencia para la elaboración de sotol y arcos florales, y se usa como material de construcción y sus flores son comestibles (Haeckel, 2008; Torres-Martínez et al., 2020; Viccon-Esquivel et al., 2022). La especie se considera como Amenazada (A) por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019). Nuestros resultados también sugieren que esta es una especie en riesgo de extinción (Apéndice), a pesar de su amplia distribución.

Según nuestros resultados, *Dasyllirion longistylum* y *D. micropterum* se encuentran en peligro crítico de extinción. Se recomienda revisar su estado de vulnerabilidad con mayor atención, ya que esto puede deberse a los pocos registros de ambas especies, y será necesario verificar su distribución y abundancia. Además, se sugiere evaluar la categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019), para *D. glaucophyllum*, *D. longistylum*, *D. micropterum*, *D. miquihuanense*, *D. sereke*, *D. simplex* y *D. treleasei* que con los criterios B1 y 2 de la UICN (2024) resultaron en alguna categoría de riesgo. De las siete especies mencionadas anteriormente, solamente dos están protegidas por alguna ANP. *Dasyllirion quadrangulatum* y *D. palaciosii*, a pesar de estar incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019), no se distribuyen en ninguna ANP (Apéndice).

Conclusión

Los resultados del presente trabajo muestran el potencial que tiene la identificación de áreas prioritarias de conservación de *Dasyllirion* para el desarrollo de estrategias de conservación, pues el primer paso para ello consiste en identificar patrones de riqueza y endemismo. Además, es valioso el reconocimiento de especies en riesgo de extinción tomando en consideración los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Es recomendable evaluar la vulnerabilidad de las especies de *Dasyllirion* que tienen un aprovechamiento desmedido y para las cuales han ocurrido disminuciones de sus poblaciones, tomando en consideración los criterios de la Norma Oficial Mexicana a través del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Especies Silvestres de México (MER).

Los trabajos biogeográficos descriptivos suelen ser el primer paso para desarrollar investigaciones con objetivos especializados, por lo que a partir de la presente contribución podrían surgir estudios para el abordaje de la biogeografía histórica, biogeografía cladística, filogeografía o filogenética de *Dasyllirion*.

Contribución de autores

SIRF y ACC concibieron y diseñaron el estudio, contribuyeron a la adquisición e interpretación de los datos, realizaron los análisis de la información y aportaron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Trabajo financiado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías y el Instituto Politécnico Nacional a través de los proyectos RENAJEB-2023-12 (Fortalecimiento del Jardín Etnobiológico Estatal de Durango) y SIP-2023-0399 (Digitalización de especímenes de especies endémicas de Durango del herbario CIIDIR), respectivamente.

Agradecimientos

Se agradece al personal de los herbarios y a los administradores de los sitios electrónicos de los repositorios consultados por sus atenciones. Gracias a Pedro Nájera Quezada, Roberto González y Salvador San Román por permitir



el uso de sus fotografías. Agradecemos a Heriberto Ávila González, Maximiliano Gutiérrez Sánchez, Norma L. Piedra Leandro, Rodrigo A. Hernández Cárdenas, Ricardo Guerrero Hernández y Stefanny Astorga Rojas por su ayuda durante el trabajo de campo. También extendemos un agradecimiento a Marco Cristini de la revista *Piante Grasse* de la Associazione Italiana Amatori delle piante Succulente por compartirnos literatura solicitada.

Literatura citada

- Bachman, S., J. Moat, A. W. Hill, J. de la Torre y B. Scott. 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>
- Becerra-López, J. L., R. Rosales-Serna, M. Ehsan, J. S. Becerra-López, A. Czaja, J. L. Estrada-Rodríguez, U. Romero-Méndez, S. Santana-Espinosa, C. M. Reyes-Rodríguez, J. C. Ríos-Saucedo y P. A. Domínguez-Martínez. 2020. Climatic change and habitat availability for three sotol species in México: a vision towards their sustainable use. *Sustainability* 12(8): 3455. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12083455>
- BGCI y IUCN SSC Global Tree Specialist Group. 2022. *Dasyllirion wheeleri* (amended version of 2019 assessment). Botanic Gardens Conservation International y Global Tree Specialist Group. The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T125992596A214329706. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T125992596A214329706.en>
- Bloom, T. D. S., A. Flower y E. G. DeChaine. 2017. Why georeferencing matters: introducing a practical protocol to prepare species occurrence records for spatial analysis. *Ecology and Evolution* 8(1): 765-777. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.3516>
- Bogler, J. D. 1994. Taxonomy and phylogeny of *Dasyllirion* (Nolinaceae). Tesis de doctorado. University of Texas. Austin, USA. 595 pp.
- Bogler, J. D. 1995. Systematics of *Dasyllirion*: taxonomy and molecular phylogeny. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 56: 69-76. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1465>
- Carrasco-Ortiz, M., G. Munguía-Lino, A. Castro-Castro, G. Vargas-Amado, M. Harker y A. Rodríguez. 2019. Riqueza, distribución geográfica y estado de conservación del género *Dahlia* (Asteraceae) en México. *Acta Botanica Mexicana* 126: e1354. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1354>
- CCA. 2021. Regiones Ecológicas de Norteamérica Nivel II. 1:250,000. Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). Montreal, Canadá.
- CONABIO. 1998. Curvas de nivel para la República Mexicana. 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Cd. Mx., México.
- CONANP. 2023. Áreas naturales protegidas federales de México. 1:250,000. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Cd. Mx., México.
- Cruz-Cárdenas, G., J. L. Villaseñor, L. López-Mata y E. Ortiz. 2013. Distribución espacial de la riqueza de especies de plantas vasculares en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84(4): 1189-1199. DOI: <https://doi.org/10.7550/rmb.31811>
- De-Nova, J. A., P. Castillo-Lara, A. K. Gudiño-Cano y J. García-Pérez. 2018. Flora endémica del estado de San Luis Potosí y regiones adyacentes en México. *Árido-Ciencia* 3(1): 21-41.
- Escalante, T. 2009. Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80(2): 551-560. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.002.627>
- Escalante, T., J. Llorente, D. N. Espinosa y J. Soberón. 2000. Bases de datos y sistemas de información: aplicaciones en biogeografía. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 24(92): 325-341. DOI: [https://doi.org/10.18257/raccefyn.24\(92\).2000.2731](https://doi.org/10.18257/raccefyn.24(92).2000.2731)
- Feria Arroyo, T. P., M. E. Olson, A. García-Mendoza y E. Solano. 2009. A GIS-Based comparison of the Mexican national and IUCN methods for determining extinction risk. *Conservation Biology* 23(5): 1156-1166. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01241.x>
- Galván, R. 2005. Nolinaceae. In: Calderón de Rzedowski, G. y J. Rzedowski (eds.). *Flora Fanerogámica del Valle de México*. Primera reimposición. Instituto de Ecología, A.C. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, México. Pp. 1239-1240.
- García-Mendoza, A. y R. Galván. 1995. Riqueza de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 56: 7-24. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1461>



- GBIF. 2023. Global Biodiversity Information Facility (GBIF). <https://www.gbif.org/> (consultado febrero de 2023).
- Google. 2023. Google Earth Pro v. 7.3.6.9285. <https://earth.google.com/web/> (consultado febrero de 2023).
- Granados-Sánchez, D., A. Sánchez-González, R. L. Granados-Victorino y A. Borja de la Rosa. 2011. Ecología de la vegetación del Desierto Chihuahuense. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17: 111-130.
- Gutiérrez-Rodríguez, B. E. 2019. Riqueza, distribución geográfica, distribución potencial, endemismo y conservación del género *Bletia* (Orchidaceae). Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 262 pp.
- Haeckel, I. B. 2008. The "Arco Floral": Ethnobotany of *Tillandsia* and *Dasyllirion* spp. in a Mexican religious adornment. Economic Botany 62(1): 90-95. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12231-008-9009-8>
- Hernández, H. M. y C. Gómez-Hinostrosa. 2015. Mapping the cacti of Mexico, their geographical distribution based on referenced records, Part II *Mammillaria*. Ed. DH Books. Somerset, UK. 189 pp.
- Hernández, L. y S. Zamudio. 2003. Two new remarkable Nolinaceae from Central Mexico. Brittonia 55(3): 226-232. DOI: [https://doi.org/10.1663/0007-196X\(2003\)055\[0226:TNRNFC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0007-196X(2003)055[0226:TNRNFC]2.0.CO;2)
- Hijmans, R. J., L. Guarino, C. Bussink, P. Mathur, M. Cruz, I. Berrantes y E. Rojas. 2004. DIVA-GIS versión 4. Un Sistema de Información Geográfica para el análisis de distribución de especies. Manual. Centro Internacional de la Papa; Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetales. Lima, Perú. 84 pp.
- Hochstätter, F. 2011. *Dasyllirion* Zucc. (Nolinaceae): revisione del genere. Part 1. Pianta Grasse 31: 25-30.
- INEGI. 2019. División política estatal. 1:250000. Edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Aguascalientes, México.
- Ji, Y., J. B. Landis, J. Yang, S. Wnag, N. Zhou, Y. Luo y H. Liu. 2022. Phylogeny and evolution of Asparagaceae subfamily Nolinoideae: new insights from plastid phylogenomics. Annals of Botany 131(2): 301-312. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcac144>
- Kuchler, A. W. 1964. Potential Natural Vegetation of the Conterminous United States. 1:7,500,000. American Geographical Society. Missoula, USA.
- Laffan, S. W., E. Lubarsky y D. F. Rosauer. 2010. Biodiverse, a tool for the spatial analysis of biological and related diversity. Ecography 33(4): 643-647. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06237.x>
- Linder, H. P. 2001. On areas of endemism, with an example from the African Restionaceae. Systematic Biology 50(6): 892-912. DOI: <https://doi.org/10.1080/106351501753462867>
- Liria, J. 2007. Sistemas de información geográfica y análisis espaciales: un método combinado para realizar estudios panbiogeográficos. Revista Mexicana de Biodiversidad 79(1): 281-284. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2008.001.503>
- Martínez Salas, E., M.-S. Samain y A. C. D. Fuentes. 2020. *Dasyllirion cedrosanum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T136808353A137376224. DOI: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-1.RLTS.T136808353A137376224.en>
- Meléndez Rentería, N. P., V. Padilla, G. Gaona Lozano, C. N. Aguilar y R. Rodríguez-Herrera. 2012. Genetic variability of sotol (*Dasyllirion cedrosanum*) populations in the Mexican Coahuila Southern area. Plant Breeding and Seed Science 66: 75-88. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10129-011-0059-1>
- Melgoza, A. y J. Sierra. 2003. Contribución al conocimiento y distribución de las especies de *Dasyllirion* spp. (Sotol) en Chihuahua, México. Ciencia Forestal en México 28: 25-40.
- Morales-Reyes, Y. A. 2014. Diversidad genética en sotol (*Dasyllirion cedrosanum*) a través de marcadores moleculares AFLP y comparación entre plantas estaminadas y pistiladas. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México. 55 pp.
- Munguía-Lino, G., G. Vargas-Amado, L. M. Vázquez-García y A. Rodríguez. 2015. Riqueza y distribución geográfica de la tribu Tigridieae (Iridaceae) en Norteamérica. Revista Mexicana de Biodiversidad 86(1): 80-98. DOI: <https://doi.org/10.7550/rmb.44083>
- Olvera-Valero, D. 2006. Patrones de distribución geográfica de *Nolina* Michx. (Nolinaceae). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago de Querétaro, México. 92 pp.
- Ortiz-Covarrubias, Y. C., M. M. Orozco-Sifuentes, D. V. Mendoza-Rodríguez, J. A. Villarreal-Quintanilla, O. Martínez, F. Hernández-Godínez, M. de J. Jáuregui-González y M. H. Reyes-Valdés. 2022. Phylogeny, origin and diversification of the *Dasyllirion* genus based on *matK* and *rbcl* sequences.



- Plant Genetic Resources 20(2): 108-115. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1479262122000181>
- QGIS Development Team. 2020. Geographic Information System QGIS v. 3.14. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://www.qgis.org> (consultado febrero de 2023).
- Quirino-Olvera, R. 2017. La familia Nolinaceae en el Estado de Nuevo León. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, México. 160 pp.
- Reyes-Valdés, M. H., R. Palacios, E. N. Rivas-Martínez, A. Robledo-Olivo, A. Antonio-Bautista, C. M. Valdés-Dávila, J. A. Villareal-Quintanilla y A. Benavides-Mendoza. 2019. The sustainability of Mexican traditional beverage sotol: ecological, historical, and technical issues. In: Grumezescu, A. y A. M. Holban (eds.). Processing and Sustainability of Beverages, Vol. 2: The Science of Beverages. Woodhead Publishing. Duxford, UK. Pp. 103-137.
- Rivera-Lugo, M. y E. Solano. 2012. Nolinaceae. In: Medina Lemos, R. (ed.). Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán 99. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. Mx., México. Pp. 68.
- Rojas-Piña, V. 2015. Estudio morfológico y sistemática molecular del complejo *Beaucarnea-Calibanus* y sus relaciones con *Nolina* y *Dasyllirion*. Tesis de doctorado. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. Mx., México. 94 pp.
- Rojas-Piña, V. y L. O. Alvarado-Cárdenas. 2016. *Beaucarnea olsonii* (Ruscaceae), a new species of ponytail palm from southwestern Puebla, Mexico. Phytotaxa 286(1): 13-22. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.286.1.2>
- Rojas-Piña, V., M. E. Olson, L. O. Alvarado-Cárdenas y L. E. Eguiarte. 2014. Molecular phylogenetics and morphology of *Beaucarnea* (Ruscaceae) as distinct from *Nolina*, and the submersion of *Calibanus* into *Beaucarnea*. Taxon 63(6): 1193-1211. DOI: <https://doi.org/10.12705/636.31>
- Romeiras, M. M., R. Figueira, M. C. Duarte, P. Beja y L. Darbyshire. 2014. Documenting biogeographical patterns of African timber species using herbarium records: a conservation perspective based on native trees from Angola. PLoS ONE 9: e103403. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103403>
- Rudall, P. J., J. G. Conran y M. W. Chase. 2000. Systematics of Ruscaceae/Convallariaceae: a combined morphological and molecular investigation. Botanical Journal of the Linnean Society 134(1-2): 73-92. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2000.tb02346.x>
- Ruiz-Sanchez, E., P. Carrillo-Reyes, L. G. Hernández-Sandoval y C. D. Specht. 2019. Two new species of *Nolina* (Nolinoideae: Asparagaceae) endemic to Western Mexico. Phytotaxa 402(4): 187-198. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.402.4.2>
- Rzedowski, J. 1961. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 228 pp.
- Rzedowski, J. 1990. Vegetación potencial. 1: 4,000,000. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México.
- Salinas-Rodríguez, M. M. 2015. Conocimiento, manejo y conservación de la diversidad florística de la Sierra Madre Oriental, México. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, México. 242 pp.
- Salinas-Rodríguez, M. M., L. Hernández-Sandoval, P. Carrillo-Reyes, H. A. Castillo-Gómez, A. Castro-Castro, E. Estrada-Castillón, D. S. Figueroa-Martínez, I. N. Gómez-Escamilla, M. González-Elizondo, J. S. Gutiérrez-Ortega, J. Hernández-Rendón, G. Munguía-Lino, J. A. De-Nova, J. P. Ortiz-Brunel, G. Rubio-Méndez, E. Ruiz-Sánchez, C. Sánchez-Sánchez, T. N. Sandoval-Mata, R. Soltero-Quintana, V. Steinmann, S. Valencia-A y S. Zamudio-Ruiz. 2022. Diversidad de plantas vasculares de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, México. Botanical Sciences 100: 469-492. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2864>
- Sandoval-Mata, T. N. 2022. Regionalización de la provincia del Desierto Chihuahuense con base en la distribución de las especies del género *Dalea* (Fabaceae). Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago de Querétaro, México. 59 pp.
- SCFI. 2004. Norma Oficial Mexicana NOM-159-SCFI-2004, Bebidas Alcohólicas-Sotol-Especificaciones y Métodos de Prueba. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5599531&fecha=02/09/2020&print=true
- SEINET. 2023. SEINET Portal Network. <https://swbiodiversity.org/seinet/> (consultado febrero de 2023).
- SEMARNAT. 2019. Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías



- de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación. Cd. Mx., México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0
- Stevens, P. F. 2001. Angiosperm phylogeny website. Version 14. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> (consultado septiembre de 2024).
- Suárez-Mota, M. E. y J. L. Villaseñor. 2011. Las compuestas endémicas de Oaxaca, México: diversidad y distribución. Boletín de la Sociedad Botánica de México 88: 55-66. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.308>
- Suárez-Mota, M. E., J. L. Villaseñor y L. López-Mata. 2017. Dominios climáticos de la Sierra Madre Oriental y su relación con la diversidad florística. Revista Mexicana de Biodiversidad 88(1): 224-233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.020>
- Tanaka, N. y K. S. Nguyen. 2023. Nolinoideae (Asparagaceae) in APG III needs replacing with Convallarioideae. Phytotaxa 583(3): 297-299. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.583.3.9>
- Thiede, J. 2012. Nomenclatural status of unranked names published by Trelease (1911) in *Beaucarnea*, *Dasyllirion*, and *Nolina* (Asparagaceae-Nolinoideae). Phytoneuron 77: 1-4.
- Torres-Colín, R., J. G. Parra, L. A. de la Cruz, M. P. Ramírez, C. Gómez-Hinostrosa, R. T. Bárcenas y H. M. Hernández. 2017. Flora vascular del municipio de Guadalcázar y zonas adyacentes, San Luis Potosí, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 88(3): 524-554. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.07.003>
- Torres-Martínez, G., C. López-Binnquist, E. Silva-Rivera y N. Velázquez-Rosas. 2020. Traditional use of *Dasyllirion acrotrichum* in the construction of floral arches for the festival of San Jerónimo, in Coatepec, Veracruz, Mexico. Ethnobiology Letters 11(1): 85-95. DOI: <https://doi.org/10.14237/ebi.11.1.2020.1673>
- UICN. 2023. The International Union for Conservation of Nature Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/search?query> (consultado enero de 2023).
- UICN. 2024. Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 16. International Union for the Conservation of Nature. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 122 pp.
- UNAM. 2023. Ibdatab: Base de Datos de las Colecciones Biológicas del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM). <https://www.ibdatab4pgsql.virtualhalls.net/web/> (consultado febrero de 2023).
- US Census Bureau. 2018. Cartographic Boundary Files State. 1:500,000. United States Census Bureau. Washington, DC, USA.
- USGS. 2022. Protected Areas Database of the United States (PAD-US) 3.0: U.S. Geological Survey data release. 1:24,000. U.S. Geological Survey, Gap Analysis Project. Lakewood, CO, USA.
- Vargas-Amado, G., A. Castro-Castro, M. Harker, J. L. Villaseñor, E. Ortiz y A. Rodríguez. 2013. Distribución geográfica y riqueza del género *Cosmos* (Asteraceae: Coreopsidae). Revista Mexicana de la Biodiversidad 84(2): 536-555. DOI: <https://doi.org/10.7550/rmb.31481>
- Viccon-Esquivel, J., M. A. Hernández-Peña, R. Castro-Cortés, M. I. Avalos-Sánchez, M. García-Granados y A. K. Vázquez-Ramírez. 2022. Manejo sustentable de *Dasyllirion acrotrichum* (Chimal, Cucharilla). El Charco del Ingenio, A. C. Jardín Botánico. Guanajuato, México. 73 pp.
- Villarreal-Quintanilla, J. A. 2001. Flora de Coahuila. Listados Florísticos de México 23: 1-137.
- Villarreal-Quintanilla, J. A., J. A. Bartolomé-Hernández, E. Estrada-Castillón, H. Ramírez-Rodríguez y S. J. Martínez-Amador. 2017. El elemento endémico de la flora vascular del Desierto Chihuahuense. Acta Botanica Mexicana 118: 65-96. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm118.2017.1201>
- Villarreal-Quintanilla, J. A., E. Estrada-Castillón, M. H. Reyes-Valdés, J. A. Encina-Domínguez, O. Martínez y F. Hernández-Godínez. 2016. *Dasyllirion micropterum* (Asparagaceae), a new species from Sierra Madre Oriental, Mexico. Phytotaxa 253(2): 139-146. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.253.2.3>
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 87(3): 559-902. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Villaseñor, J. L., E. Ortiz, C. Delgadillo-Moya y D. Juárez. 2020. The breadth of the Mexican Transition Zone as defined by its flowering plant generic flora. PloS ONE 15(6): e0235267. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235267>
- Walker, C. 2015. *Dasyllirion wheeleri*. Northants News 26: 7-8.
- Willis, F., J. Moat y A. Paton. 2003. Defining a role for herbarium data in Red List assessments: a case study of *Plectranthus* from eastern and southern tropical Africa. Biodiversity and Conservation 12: 1537-1552. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1023679329093>



Apéndice: Diversidad, distribución y categorías de riesgo de extinción de las especies del género *Dasyllirion* Zucc., organizadas por secciones. Abreviaturas de estados de México y los Estados Unidos de América: AGS=Aguascalientes, CHIH=Chihuahua, COAH= Coahuila de Zaragoza, DGO=Durango, MEX=Estado de México, GTO=Guanajuato, GRO=Guerrero, HGO=Hidalgo, JAL=Jalisco, NLE=Nuevo León, OAX=Oaxaca, PUE=Puebla, QRO=Querétaro, SLP=San Luis Potosí, SIN=Sinaloa, SON=Sonora, TAMP=Tamaulipas, TLAX=Tlaxcala, VER=Veracruz, ZAC=Zacatecas, AZ=Arizona, NM=Nuevo México y TEX=Texas. Ecorregiones de acuerdo con la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA, 2021): AM=Altiplanicie mexicana, DI=Depresiones intermontanas, DC=Desiertos cálidos, DF=Desiertos fríos, PSMOC=Piedemonte de la Sierra Madre Occidental, PCTL=Planicie costera de Texas-Luisiana, PSTT=Planicie semiárida de Tamaulipas-Texas, PLCCPO=Planicie, lomeríos y cañones costeros del Pacífico occidental, PCLPS=Planicies costeras y lomeríos del Pacífico Sur, PCLHGM=Planicies costeras y lomeríos húmedos del Golfo de México, PCLSGM=Planicies costeras y lomeríos secos del Golfo de México, PSC=Praderas semiáridas centromeridionales, SMS=Sierra Madre del Sur, SMOC=Sierra Madre Occidental, SMOR=Sierra Madre Oriental, SCRG=Sierras de la cuenca del río Gila y SNT=Sistema neovolcánico transversal. Tipos de vegetación de México de acuerdo con Rzedowski (1990): BCE=Bosque de coníferas y encinos, BE=Bosque espinoso, BTC=Bosque tropical caducifolio, MX=Matorral xerófilo, P=Pastizal. Tipos de vegetación de los Estados Unidos de América de acuerdo con Kuchler (1964): CH=Chaparral, CT=Cross timbers, DG=Desert grassland, DS=Desert shrub, JP=Juniper-Pinyon, PD=Pine-Douglas fir, PF=Pine forest, PG=Plains grassland, PR=Prairie, SH=Shinnery, SS=Southwest shrub steppe y TS=Texas savanna. Categorías de extinción de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2024): CR=Critically Endangered, EN=Endangered y VU=Vulnerable. Categorías de Riesgo de Extinción de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019): A=Amenazada y Pr=Sujeta a protección especial. Las dos primeras categorías de riesgo en la penúltima columna resultan de considerar los valores del área de ocupación (AOO) y la extensión de presencia (EOO), y la tercera se refiere a la categoría señalada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para los casos analizados. Áreas Naturales Protegidas de México y los Estados Unidos de América: 1=Barranca de Metztitlán, 2=Boquerón de Tonalá, 3=Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego (C.A.D.N.R.) 001 Pabellón, 4=C.A.D.N.R. 004 Don Martín, 5=C.A.D.N.R. 026 Bajo Río San Juan, 6=Cañón de Santa Elena, 7=Cañón del Río Blanco, 8=Cascada de Basaseachi, 9=Cerro de la Silla, 10=Cofre de Perote o Nauhcampatépetl, 11=Cuatrociénegas, 12=Cumbres de Monterrey, 13=El Chico, 14=El Cimatario, 15=Islas del Golfo de California, 16=Janos, 17=La Michilía, 18=Los Mármoles, 19=Los Tuxtlas, 20=Maderas del Carmen, 21=Ocampo, 22=Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, 23=Sierra de San Miguelito, 24=Sierra de Tamaulipas, 25=Sierra Gorda, 26=Sierra Gorda de Guanajuato, 27=Tehuacán-Cuicatlán, 28=Tutuaca, 29=Baboquivari Peak Area of Critical Environmental Concern, 30=Blue Range Primitive Area, 31=Butterfly Roadless Area, 32=Catalina Highway Scenic Area, 33=Chiricahua National Monument Wilderness Area, 34=Chiricahua Roadless Area, 35=Chiricahua Wilderness, 36=Four Peaks Wilderness, 37=Goldfield Roadless Area, 38=Grand Canyon Proposed or Recommended Wilderness Area, 39=Mazatzal Wilderness, 40=Miller Peak Wilderness, 41=Mount Graham Wilderness Study Area, 42=Oracle Roadless Roadless Area, 43=Organ Pipe Cactus Wilderness Area, 44=Pinaleno Roadless Area, 45=Pusch Ridge Wilderness, 46=Salt River Canyon Wilderness, 47=San Pedro Riparian National Conservation Area, 48=Santa Teresa Roadless Area, 49=Sierra Ancha Experimental Forest, 50=Smithsonian Institute Astrophysical Observatory Experimental Research Area, 51=Superstition Wilderness, 52=Tumacacori Roadless Area, 53=Alamo Mountain Area of Critical Environmental Concern, 54=Big Hatchet Mountains Area of Critical Environmental Concern, 55=Big Hatchet Mountains Wilderness Study Area, 56=Carlsbad Caverns Wilderness Area, 57=Carrizozo Lava Flow Wilderness Study Area, 58=Cookes Range Area of Critical Environmental Concern, 59=Cooke's Range Wilderness Study Area, 60=East Potrillo Mountains Wilderness Area, 61=Florida Mountains Area of Critical Environmental Concern, 62=Florida Mountains Wilderness Study Area, 63=Granite Gap Area of Critical Environmental Concern, 64=Landmuir Research Site Experimental Research Area, 65=Last Chance Canyon Roadless Area, 66=Organ Mountains - Desert Peaks National Monument, 67=Organ Mountains Wilderness Area, 68=Organ/Franklin Mountains Area of Critical Environmental Concern, 69=Roswell Cave Complex Area of Critical Environmental Concern, 70=Ryan Hill Roadless Area, 71=White Mountain Wilderness, 72=Big Bend National Park, 73=Big Bend Proposed or Recommended Wilderness Area, 74=Black Gap Wildlife Management Area, 75=Davis Mountains Easement, 76=Davis Mountains State Park, 77=Elephant Mountain Wildlife Management Area, 78=Fort Bliss, 79=Franklin Mountains State Park, 80=Guadalupe Mountains National Park, 81=Guadalupe Mountains Wilderness Area, 82=Hill Country State Natural Area, 83=Hueco Tanks State Park & Historic Site, 84=Joint Base San Antonio, 85=Mount Livermore Macrosite Easement, 86=Permanent University Fund y 87=Seminole Canyon State Park.

Especies	Registros	Estados	Ecorregión	Tipo de vegetación	AOO (km ²)	EOO (km ²)	Categoría de riesgo (AOO/EOO/NOM)	ANP
<i>Dasyllirion</i> sección <i>Dasyllirion</i>								
1. <i>D. acrotrichum</i> (Schiede) Zucc.	178	AGS, DGO, GTO, HGO, JAL, MEX, OAX, PUE, QRO, SLP, TAMP, TLAX, VER, ZAC	AM, DI, DC, PSMOC, SMS, SMOC, SMOR, SNT	BCE, BE, BTC, MX, P	624	444,000.88	VU/LC/A	5, 10, 13, 14, 19, 23, 25, 27



Apéndice: Continuación.

Especies	Registros	Estados	Ecorregión	Tipo de vegetación	AOO (km ²)	EOO (km ²)	Categoría de riesgo (AOO/EOO/NOM)	ANP
2. <i>D. gentryi</i> Bogler	39	CHIH, SIN, SON	DC, PSMOC, PLCCPO, SMOC	BCE, BE, BTC, MX, P	132	172,258.78	EN/LC	15, 22, 28
3. <i>D. graminifolium</i> (Zucc.) Zucc.	24	AGS, GTO, JAL, SLP, TAMP, ZAC	AM, DC, PSMOC, PLCCPO, PCLSGM, SMOC, SMOR, SNT	BCE, BTC, MX, P	72	121,761.41	EN/LC	5
4. <i>D. leiophyllum</i> Engelm. ex Trel.	167	CHIH, COAH, AZ, NM, TEX	DC, DF, PSMOC, PSC, SMOC, SCRG	BCE, CH, DG, MX, P, PD, PF, PG, SS, TS	544	528,293.47	VU/LC	6, 20, 28, 62, 63, 66, 73, 74, 76, 77, 78, 81, 82, 84, 86, 87
5. <i>D. lucidum</i> Rose	74	HGO, OAX, PUE, VER	DI, SMOR, SMS, SNT	BCE, BTC, MX	236	35,352.11	EN/NT	7, 27
6. <i>D. parryanum</i> Trel.	37	AGS, COAH, GTO, HGO, JAL, NLE, QRO, SLP, ZAC	AM, DC, PSMOC, SMOC, SMOR	BCE, MX, P	120	94,877.47	EN/LC	3, 18, 23, 25, 26
7. <i>D. serratifolium</i> (Karw. ex Schult. f.) Zucc.	69	GRO, OAX, PUE	DI, PCLPS, SMOR, SMS,	BCE, BTC, MX	240	70037.784	EN/LC	2, 27
8. <i>D. simplex</i> Trel.	22	DGO	AM, PSMOC, SMOC	BTC, MX, P	60	6,087.436	EN/VU	
9. <i>D. texanum</i> Scheele	120	CHIH, COAH, DGO, NLE, TAMP, TEX	DC, PSC, PSMOC, PSTT, SMOC, SMOR	BCE, CH, DG, DS, JP, MX, P, PD, PR, SH, SS, TS	420	784,079.42	EN/LC	4, 5, 20, 73, 74, 75, 76, 77, 80, 83, 85, 88
<i>Dasyllirion</i> sección <i>Quadrangulatae</i> (Trel.) K. Krause								
10. <i>D. longissimum</i> Lem.	24	HGO, QRO	AM, SMOR	BCE, BE, MX	92	12,572.39	EN/VU/A	1, 25
11. <i>D. micropterum</i> Villarreal, A.E. Estrada & Encina	4	COAH	SMOR	BCE	8	0	CR/CR	5
12. <i>D. miquihuanense</i> Bogler	33	NLE, SLP, TAMP	DC, SMOR	BCE, MX	116	19,595.86	EN/VU	
13. <i>D. quadrangulatum</i> S. Watson	30	NLE, TAMP	DC, PCTL, PSTT, SMOR	BCE, BE, MX	92	65,492.114	EN/LC/A	
14. <i>D. treleasei</i> Bogler	9	HGO, SLP	AM, DC, SMOR	MX	28	3,983.426	EN/EN	



Apéndice: Continuación.

Especies	Registros	Estados	Ecorregión	Tipo de vegetación	AOO (km ²)	EOO (km ²)	Categoría de riesgo (AOO/EOO/NOM)	ANP
<i>Dasyllirion</i> sección <i>Glaucophyllum</i> Hochstätter								
15. <i>D. berlandieri</i> S. Watson	116	COAH, GTO, NLE, QRO, SLP, TAMPAS	DC, PSTT, PCLSGM, SMOR	BCE, BTC, MX	364	110,652.65	EN/LC	5, 9, 12, 21, 24, 25
16. <i>D. cedrosanum</i> Trel.	161	CHIH, COAH, DGO, NLE, SLP, ZAC	DC, PSMOC, PSTT, PLCCPO, SMOC, SMOR	BCE, MX, P	460	275,284.96	EN/LC	4, 5, 11, 12
17. <i>D. durangense</i> Trel.	54	CHIH, COAH, DGO, ZAC	DC, PSMOC, PLCCPO, SMOC	BCE, BTC, MX, P	180	147,627.49	EN/LC	5, 8, 17, 28
18. <i>D. glaucophyllum</i> Hook.	13	HGO	AM, SMOR	BCE, MX	32	2,569.30	EN/EN	1, 18
19. <i>D. longistylum</i> J.F. Macbr.	2	GTO, SLP	AM, PCLHGM	BCE	8	0	CR/CR	
20. <i>D. occidentalis</i> Bogler ex Hochstätter	16	AGS, JAL, ZAC	DI, PSMOC, PLCCPO, SMOC, SNT	BCE, BTC, P	60	20,372.06	EN/NT	
21. <i>D. palaciosii</i> Rzed.	30	QRO, SLP	DC, SMOR	MX	44	405.12	EN/EN/Pr	
22. <i>D. sereke</i> Bogler	11	CHIH	PLCCPO, SMOC	BCE	32	2,344.91	EN/EN	
23. <i>D. wheeleri</i> S. Watson	421	CHIH, COAH, SON, ZAC, AZ, NM, TEX	DC, DF, PSMOC, PSTT, PLCCPO, PSC, SMOC, SCRG	BCE, BE, BTC, CH, CT, DG, DS, JP, MX, P, PD, PF, PG, SS	1428	1,074,314.63	VU/LC	4, 16, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 79, 80, 81, 84

