

Biogeografía

Diversidad de cactáceas (Cactaceae: Caryophyllales) en Jalisco, México

Diversity of cacti (Cactaceae: Caryophyllales) in Jalisco, Mexico

Ulises Pinedo ^a, Mónica Carolina Báez-González ^a,
Pedro González-Zamora ^b y Daniel Sánchez ^{c, *}

^a Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Botánica y Zoología, Herbario Luz María Villarreal de Puga, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez 2100, 45200 Zapopan, Jalisco, México

^b Grupo de Estudio de Cactáceas y Vida Silvestre del Occidente, A.C., Hacienda Nogueras s/n, 28454 Comala, Colima, México

^c Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Estación de Biología Chamela, Apartado postal 21, Km. 59 Melaque-Puerto Vallarta, 48980 Chamela, Jalisco, México

*Autor para correspondencia: dsanchez@ib.unam.mx (D. Sánchez)

Recibido: 12 septiembre 2025; aceptado: 26 enero 2026

Resumen

Cactaceae es un grupo diverso en las regiones áridas y semiáridas de México. La taxonomía de Cactaceae se ha reconfigurado en años recientes. En este trabajo se actualiza el listado de Cactaceae para Jalisco y analiza su distribución geográfica. Se construyó una base de datos con 1,894 registros. Se analizó la riqueza taxonómica y diversidad filogenética por diferentes criterios geográficos. El estudio reconoció 98 especies y 25 géneros nativos. Los géneros más diversos fueron *Mammillaria* y *Opuntia*. Se identificaron 6 zonas con alta riqueza taxonómica. Las celdas más diversas se ubicaron al noreste del estado, en los límites de los municipios Lagos de Moreno y Ojuelos, en la provincia Desierto Chihuahuense. En esta región, las condiciones de aridez son ideales para el establecimiento y diversificación de la familia. Las Tierras Bajas del Pacífico y Desierto Chihuahuense presentaron 59 y 56 especies, respectivamente. El bosque tropical caducifolio incluyó 86 especies. La región sur del estado con una marcada estación seca mostró una importante diversidad. Jalisco se ubicó en la octava posición de riqueza de cactáceas. Los resultados revelan la necesidad de complementariedad de diferentes regiones para lograr la conservación de este grupo de plantas.

Palabras clave: Bosque tropical caducifolio; Diversidad filogenética; *Mammillaria*; Riqueza taxonómica; Tierras Bajas del Pacífico

Abstract

Cactaceae is a diverse group in the arid and semi-arid regions of Mexico. Taxonomy of Cactaceae has been reconfigured in recent years. This work aims to update the list of Cactaceae for Jalisco and analyze their geographical distribution. A database with 1,894 records was built. Taxonomic richness and phylogenetic diversity were analyzed using different geographical criteria. The study recognized 98 native species and 25 genera. The most diverse genera were *Mammillaria* and *Opuntia*. Six zones with high richness were identified. The most diverse cells are located in the northeast of the state, at the limits of the municipalities of Lagos de Moreno and Ojuelos in the Chihuahuan Desert province. Those cells in northeastern Jalisco concentrated the highest richness, where arid conditions are ideal for the establishment and diversification of the family. The southern region of the state, with a marked dry season, showed significant diversity. The Pacific Lowlands and the Chihuahuan Desert presented 59 and 56 species, respectively. Meanwhile, the tropical deciduous forest included 86 species. Those results ranked Jalisco in the eighth position in cactus richness. The results highlight the need for complementary conservation efforts across different regions to protect this plant group.

Keywords: Tropical deciduous forest; Phylogenetic diversity; *Mammillaria*; Taxonomic richness; Pacific lowlands

Introducción

La familia Cactaceae es un elemento florístico distintivo de los paisajes áridos y semiáridos de México (Bravo-Hollis, 1978). Cactaceae es un grupo monofilético caracterizado por la presencia de brotes cortos altamente especializados o areolas, tallos u hojas suculentas, hojas modificadas como espinas y metabolismo CAM (Gibson y Nobel, 1986; Mauseth, 2006; Nyffeler, 2002). El origen de la familia es estimado en ca. de 30 Ma en el continente americano (Arakaki et al., 2011). Los cactus se han diversificado en diferentes hábitats, principalmente en regiones áridas y semiáridas del continente y en menor medida en el dosel de los bosques neotropicales (Anderson, 2001).

De acuerdo con Guzmán et al. (2003), la familia se compone en México de 63 géneros y 669 especies, de las cuales ca. 70% son endémicas. En la flora de México, Cactaceae se encuentra en la quinta posición por su diversidad de especies (Villaseñor, 2003). La región central y norte del país es considerada como un centro de diversificación de cactáceas (Mutke et al., 2015). Godínez-Álvarez y Ortega-Baés (2007) reconocieron 8 estados mexicanos con más de 100 especies de cactus. Sin embargo, este listado no es preciso dada la complejidad taxonómica de la familia (González-Elizondo et al., 2017).

Listados dirigidos a cactáceas han sido desarrollados en Mazapil, Zacatecas (Signoret y Hernández, 2010), Tehuacán-Cuicatlán (Arias et al., 2012) y el Bajío y zonas adyacentes (Arias y Aquino, 2019; Arias et al., 2024). Sobresalen los análisis de riqueza y endemidad de cactáceas de Durango (González-Elizondo et al., 2017), Tamaulipas (García-Morales et al., 2022) y el Bajío y regiones adyacentes (Aquino et al., 2025). Mutke et al. (2015) sugieren que Jalisco representa un centro de

diversidad secundario para Cactaceae. Listados previos para la familia reconocen para Jalisco 25 géneros y 87 especies (Guzmán et al., 2003), 27 géneros y 134 especies (Ramírez-Delgado et al., 2010), 33 géneros y 135 especies (Villaseñor, 2016) y 27 géneros y 110 especies (Arreola-Nava y Ramírez-Ulloa, 2017).

En los últimos años, los análisis filogenéticos y morfométricos han reconfigurado la taxonomía de la familia (Korotkova et al., 2021). También, se han descrito nuevas especies de cactáceas para Jalisco (e.g., González-Zamora et al., 2020, 2021; Ortiz-Brunel et al., 2023). Los análisis biogeográficos son herramientas importantes en la conservación ya que permiten identificar regiones con alta diversidad. Por lo tanto, este estudio busca actualizar el listado de géneros y especies de cactáceas de Jalisco, analizar la distribución de la diversidad taxonómica y filogenética, y comparar la riqueza taxonómica y diversidad filogenética de las cactáceas de Jalisco en relación con otros estados con una alta diversidad de cactáceas.

Materiales y métodos

Jalisco se encuentra en el occidente central de México y comprende 78,595.9 km² (INEGI, 2022) (fig. 1). El estado tiene 2 estaciones pluviales bien definidas, pero no estaciones termales marcadas (Rzedowski y McVaugh, 1966). Jalisco incluye 7 tipos de vegetación, bosque de coníferas y encinos (BCE), bosque espinoso (BE), bosque mesófilo de montaña (BMM), bosque tropical caducifolio (BTC), bosque tropical subcaducifolio (BTS) y matorral xerófilo (MX) (Rzedowski, 1978) (fig. 1C). Además, en Jalisco convergen 6 provincias biogeográficas, Cuenca del Balsas (CB), Desierto Chihuahuense (DCh), Faja Volcánica Transmexicana (FVT), Sierra Madre del

Sur (SMS), Sierra Madre Occidental (SMOc) y Tierras Bajas del Pacífico (TBP) (Morrone et al., 2017) (fig. 1D). El estado cuenta con 125 municipios, los cuales están agrupados en 12 regiones administrativas que facilitan la gobernanza y desarrollo (IEEG, 2025) (fig. 1B). La riqueza de plantas vasculares en Jalisco, lo coloca en el cuarto estado con mayor diversidad vegetal en México (Gudiño-Cano et al., 2025).

Para la construcción de este listado, comparamos las listas de cactáceas publicadas por Arreola-Nava (1990),

Guzmán et al. (2003), Ramírez-Delgadillo et al. (2010), Villaseñor (2016) y Arreola-Nava y Ramírez-Ulloa (2017). También, realizamos una revisión de los especímenes de los herbarios IBUG, IEB, MEXU y ZEA (Thiers, 2025), así como la integración de algunos registros de las plataformas SEINet (2024) e iNaturalist (2024). La taxonomía fue estandarizada con el listado revisado de Cactaceae (Korotkova et al., 2021), estudios taxonómicos recientes (González-Zamora et al., 2020, 2021; Ortiz-Brunel, 2025; Ortiz-Brunel et al., 2023) y algunos ajustes

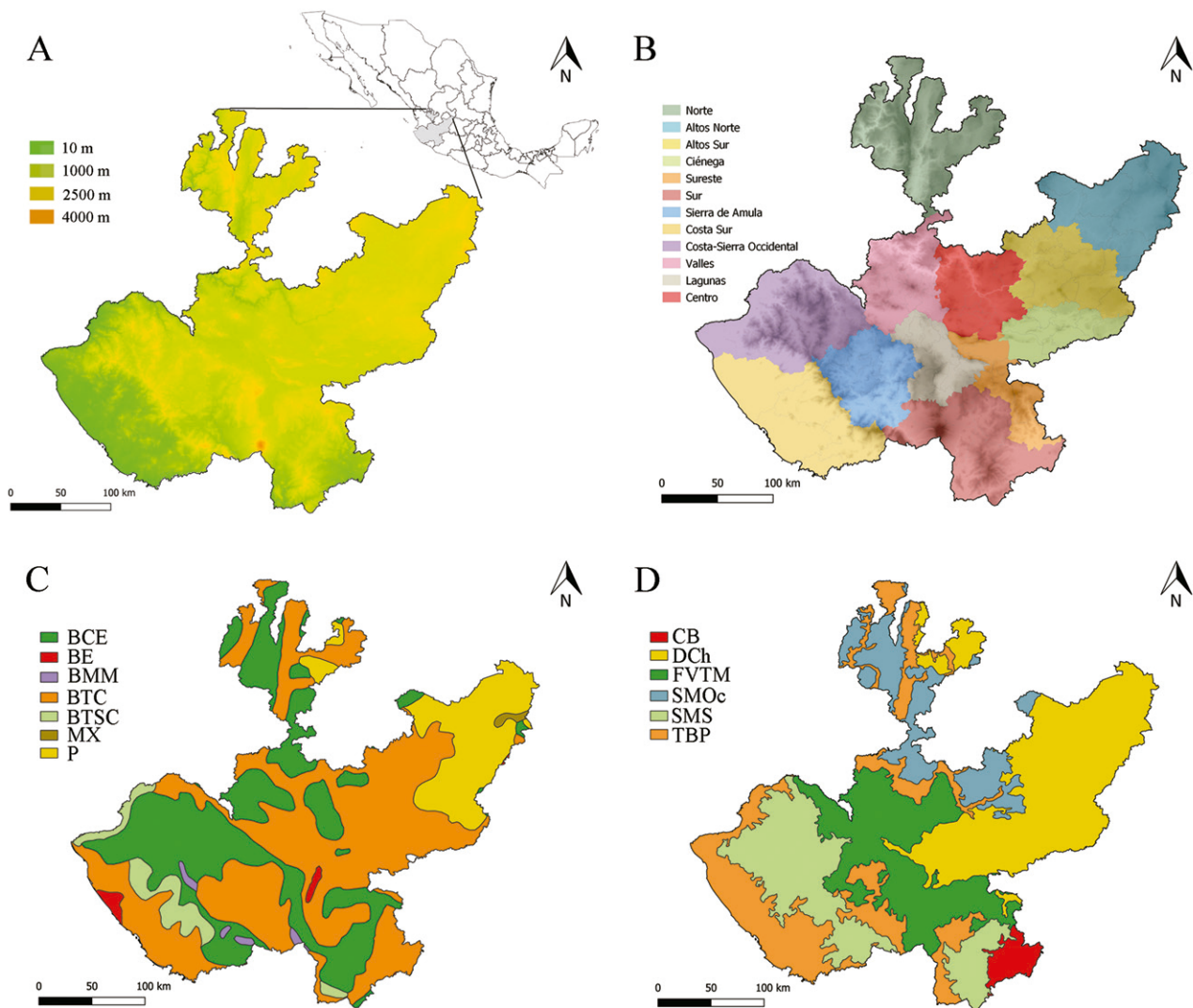


Figura 1. Ubicación y rasgos geográficos del estado de Jalisco. A) Ubicación en México y modelo digital de elevación; B) regiones administrativas; C) tipos de vegetación, BCE: bosque de coníferas y encinos, BE: bosque espinoso, BMM: bosque mesófilo de montaña, BTC: bosque tropical caducifolio, BTS: bosque tropical subcaducifolio y MX: matorral xerófilo; D) provincias biogeográficas, CB: Cuenca del Balsas, DCh: Desierto Chihuahuense, FVT: Faja Volcánica Transmexicana, SMS: Sierra Madre del Sur, SMOc: Sierra Madre Occidental y TBP: Tierras Bajas del Pacífico.

en el complejo de especies de *Mammillaria jaliscana* Boed. Los nombres de las especies y sus autoridades son citados de acuerdo con el “International Plant Names Index” (IPNI, 2025). Este listado se complementó con el estado de conservación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2012) y la PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025 (Semarnat, 2025).

Con base en el listado taxonómico, corroboramos, corregimos y/o determinamos ejemplares de los herbarios previamente citados. Así mismo, construimos una base de datos electrónica que incluyó latitud y longitud contenida en las etiquetas, o bien las georreferencias estimadas con Google Earth Pro (Google, 2022) para aquellos especímenes que no presentaron esta información. Posteriormente, para completar la base de datos para el análisis, proyectamos los puntos de presencia en el programa QGIS 3.2.2-Bonn (QGIS, 2025) usando el sistema de coordenadas geográficas WGS84 sobre el polígono de Jalisco (INEGI, 2022) y con las capas de división municipal (INEGI, 2022), modelo digital de elevación (U.S. Geological Survey, 2024), tipo de vegetación (INEGI, 1990) y provincias biogeográficas (Morrone, 2017).

Se construyó una matriz binaria (ausencia/presencia) con las especies que habitan los 16 estados de México más diversos en cactáceas de acuerdo con el catálogo de cactáceas mexicanas (Guzmán et al., 2003), el análisis presentado por Godínez-Álvarez y Ortega-Baés (2007) y los listados actualizados para Durango (González-Elizondo et al., 2017) y Tamaulipas (García-Morales et al., 2022), acotado a la taxonomía de Cactaceae propuesta por Korotkova et al. (2021).

Con la intención de tener un árbol filogenético más completo, respecto a otras fuentes, se descargaron de GenBank (NCBI, 2024) las secuencias *trnK/matK*, *psbA-trnH*, *rpl16* y *trnL-trnF* para las especies que conformaron la matriz de los estados más diversos en cactáceas. La matriz de cada secuencia fue alineada en MAFFT (Katoh y Standley, 2013), ajustada manualmente y finalmente concatenadas con las otras matrices individuales. Se realizó un análisis filogenético de inferencia Bayesiana con BEAST v. 2.7.3 (Bouckaert et al., 2019). El análisis fue particionado y usó el modelo GTR + G, el cual consistió en 2 corridas independientes de 4 cadenas y 10 millones de iteraciones, guardando un árbol cada 1,000 generaciones. Debido a que no todas las especies presentan el mismo número de secuencias, se forzó la monofilia de las tribus, las cuales han sido previamente corroboradas como grupos naturales, Opuntieae (Griffith y Porter, 2009), Cyliandropuntieae (Griffith y Porter 2009), Cactaceae (Vázquez-Sánchez et al., 2013), Cereaceae (Romeiro-Brito et al., 2023), Echinocereaceae (Sánchez et al., 2014), e Hylocereaceae (Korotkova et al., 2017).

Finalmente, aquellas especies sin ninguna secuencia disponible, fueron agregadas como ramas colapsadas dentro del género correspondiente.

La base de datos de los cactus de Jalisco y el árbol filogenético se usaron para estimar la riqueza taxonómica y la diversidad filogenética por cuadrícula (tamaño 0.333°), altitud, división municipal, tipo de vegetación y provincia biogeográfica mediante el programa Biodiverse (Laffan et al., 2010). Finalmente, se calculó la diversidad filogenética por estado con la matriz binaria de las entidades más diversas en cactáceas y el árbol filogenético con el software Picante ver. 1.6 (Kembel et al., 2010) en el programa R (R Core Team, 2024).

Resultados

Con base en los registros revisados, se listan para Jalisco a 102 especies agrupadas en 25 géneros (apéndice). Cada especie es citada por un ejemplar de respaldo preservado en alguno de los herbarios nacionales o internacionales (apéndice). Cuatro especies fueron reconocidas como plantas cultivadas, por lo que, solo 98 fueron incluidas en los análisis. *Mammillaria* Haw. resultó el género más diverso con 24 especies, seguido de *Opuntia* Mill. con 18, *Selenicereus* (A. Berger) Britton et Rose con 8 y *Acanthocereus* (Engelm.) Britton et Rose con 7 (apéndice, figs. 2, 3). La base de datos incluyó 1,898 registros, entre los cuales destacan algunas especies representadas por solo 1 registro (e.g., *Acanthocereus atropurpureus*, *Backebergia militaris*, *Selenicereus dorschianus*) y hasta por 176 en *Stenocereus queretaroensis*. Los registros de los especímenes se encontraron desde nivel del mar, como *Cochemia mazatlanensis* y *Stenocereus standleyi* hasta 2,995 m de altitud como *Disocactus speciosus* y *Opuntia robusta*. La mayor riqueza de especies se concentró entre 1,500 y 2,250 m snm, con 59 especies. Por otro lado, algunas especies se encontraron en solo 1 municipio (e.g. *Acanthocereus paradoxus* en Tolimán, *Coryphantha tripugionacantha* y *Echinocereus spinigemmatum* en Huejuquilla el Alto, *Kimnachia ramulosa* en Talpa de Allende), mientras que *Stenocereus queretaroensis* y *Mammillaria scrippsiana* habitan 51 y 31 municipios, respectivamente (apéndice). Finalmente, 7 especies son endémicas de Jalisco, *Acanthocereus atropurpureus*, *A. paradoxus*, *Mammillaria arreolae*, *M. limonensis*, *M. manana*, *Opuntia setocarpa* y *Selenicereus dorschianus* (apéndice).

Los 16 estados más diversos en cactáceas compilaron 570 especies (material suplementario 1). Las especies mayormente distribuidas fueron *Cylindropuntia imbricata*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Opuntia pubescens* en 13 estados, seguidas por *Cylindropuntia kleiniae* (DC.)



Figura 2. Diversidad de cactáceas en Jalisco (parte I). A) *Acanthocereus atropurpureus*. B) *Backebergia militaris*. C) *Cochemiea mazatlanensis*. D) *Coryphantha tripugionacantha*. E) *Echinocereus pamanesii*. F) *E. spinigemmatum*. G) *Ferocactus alamosanus* subsp. *reppenhagenii*. H) *Mammillaria albilanata* subsp. *reppenhagenii*. I) *M. jaliscana*. J) *M. karwinskiana* subsp. *beiselii*. K) *M. mercadensis*. L) *M. senilis*.

F.M.Knuth, *Cylindropuntia leptocaulis* (DC.) F.M.Knuth y *Mammillaria uncinata* en 12 estados. Por otro lado, el árbol filogenético recuperó todos los géneros como grupos monofiléticos. La topología detallada es mostrada en el material suplementario 2.

La riqueza taxonómica (RT) por cuadrícula mostró 3 celdas con los valores más altos en la región Altos Norte al noreste de Jalisco (fig. 4A, con 29, 23 y 23 especies). También, celdas con valores moderados de RT (fig. 4A) se encontraron en las regiones Norte (16 especies), Centro



Figura 3. Diversidad de cactáceas en Jalisco (parte 2). A) *Mammillaria zacatecasensis*. B) *Melocactus curvispinus* subsp. *dawsonii*. C) *Opuntia decumbens*. D) *O. leucotricha*. E) *O. excelsa*. F) *Pereskiaopsis diguetii*. G) *Pilosocereus alensis*. H) *Selenicereus atropilosus*. I) *S. murrillii*. J) *Stenocactus phyllacanthus*. K) *Stenocereus queretaroensis*. L) *S. standleyi*.

(20 y 18 especies), Sur (17 y 16 especies), Sierra de Amula (17 especies) y Costa Sur (16 especies) (fig. 4A). En cuanto a la diversidad filogenética (DF), el análisis también recuperó 3 celdas con los valores más altos en la región Altos Norte (DF 299-309) (fig. 4B). Este último análisis recupera celdas con altos valores de DF en las regiones

Norte (DF 207-234), Centro (DF 249-269), Lagunas (DF 254), Sur (DF 264), Sierra de Amula (DF 258-286) y Costa Sur (DF 238) (fig. 4B).

Los municipios con la mayor DF están asociados a las celdas con alta riqueza. Lagos de Moreno es el municipio más diverso con 34 especies; los 10 municipios

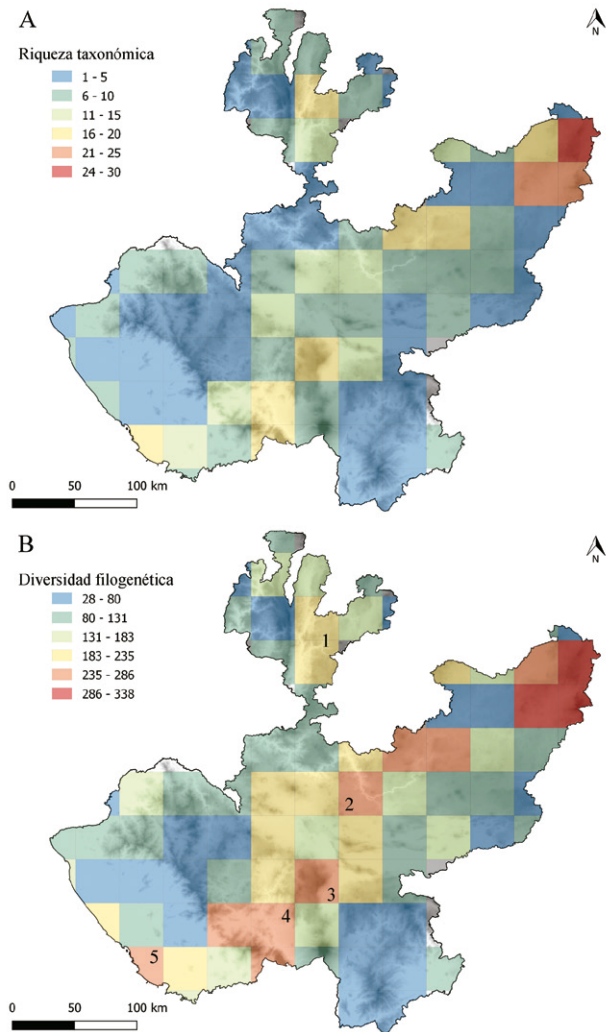


Figura 4. Análisis de la diversidad de cactáceas por celda en Jalisco. A) Riqueza taxonómica por celda; B) diversidad filogenética por celda. Los números indican grupos de celdas secundarias con altos niveles de DF.

con mayor RT y DF aparecen listados en la tabla 1. Por otra parte, el bosque tropical caducifolio se mostró como la vegetación con mayor riqueza de cactáceas en Jalisco con 79 especies, así como el valor más alto de DF (tabla 2). Mientras que las Tierras Bajas del Pacífico y el Desierto Chihuahuense resultaron las provincias con mayor diversidad de cactáceas con 59 y 56 especies, respectivamente, así mismo, presentan la misma relación en sus valores de DF (tabla 3). Finalmente, San Luis Potosí resultó el estado con los valores más altos de RT,

Tabla 1

Listado de los municipios de Jalisco con más de 10 especies de cactáceas. RT: Riqueza taxonómica; DF: diversidad filogenética.

Municipio	RT	DF
Lagos de Moreno	34	402
Ojuelos de Jalisco	29	338
Mezquitic	21	296
Cuautitlán de García Barragán	19	261
La Huerta	18	254
Yahualica de González Gallo	17	253
Tolimán	15	260
Autlán de Navarro	14	244
Bolaños	14	221
Villa Hidalgo	14	198
Zapopan	14	237
Cabo Corrientes	13	214
Amacueca	12	201
Tecolotlán	12	215
Atoyac	11	191
Encarnación de Díaz	11	175
Tepatitlán de Morelos	11	168
Tomatlán	11	196

Tabla 2

Riqueza taxonómica (RT) y diversidad filogenética (DF) de cactáceas en los tipos de vegetación de Jalisco.

Tipo de vegetación	RT	DF
Bosque tropical caducifolio	79	680
Bosque de coníferas y encinos	50	500
Pastizal	42	471
Matorral xerófilo	21	270
Bosque espinoso	17	283
Bosque tropical subcaducifolio	11	154
Bosque mesófilo de montaña	2	31

seguido por Tamaulipas y Durango (tabla 4). Mientras que Jalisco obtuvo la octava y décima posición, de acuerdo con respectivos valores de RT y DF (tabla 4).

Tabla 3

Riqueza taxonómica (RT) y diversidad filogenética (DF) de cactáceas en las provincias biogeográficas de Jalisco.

Provincia Biogeográfica	RT	DF
Tierras Bajas del Pacífico	59	612
Desierto Chihuahuense	56	554
Sierra Madre Occidental	37	421
Faja Volcánica Transmexicana	32	392
Sierra Madre del Sur	30	357
Cuenca del Balsas	6	94

Tabla 4

Riqueza taxonómica (RT) y diversidad filogenética (DF) de los estados con más diversidad de cactáceas en México.

Estado	RT	DF
San Luis Potosí	150	1,179
Tamaulipas	131	1,064
Coahuila	126	940
Durango	124	1,033
Nuevo León	123	963
Oaxaca	111	903
Zacatecas	104	954
Jalisco	98	811
Querétaro	95	891
Sonora	95	794
Guanajuato	90	829
Hidalgo	79	782
Chihuahua	79	741
Puebla	76	745
Michoacán	61	599
Guerrero	58	569

Discusión

Este trabajo permitió reconocer 102 especies de cactáceas para Jalisco agrupadas en 25 géneros. De las cuales, 4 especies están documentadas como altamente cultivadas en el país (*Epiphyllum phyllanthus*, *Opuntia cochenillifera*, *O. ficus-indica*, *O. undulata*; apéndice). *Mammillaria* y *Opuntia* fueron los géneros más diversos para Jalisco, lo cual coincide con lo reportado para Durango (González-Elizondo et al., 2017), Tamaulipas

(García-Morales et al., 2022), el Bajío y regiones adyacentes (Aquino et al., 2025). Ambos géneros son comúnmente reconocidos como elementos de gran diversidad e importancia para México.

El catálogo de cactáceas mexicanas sugiere 87 especies para Jalisco y representa la propuesta más conservadora para el estado (Guzmán et al., 2003). Mientras que Ramírez-Delgadillo et al. (2010) y Villaseñor (2016) reconocieron a 135 especies de cactáceas para Jalisco, un número de especies sobreestimado para el estado. Para estos últimos listados, destacan la inclusión de *Ferocactus pilosus* (Galeotti) Werderm., *Lophophora williamsii* (Lem. ex J.F.Cels) J.M.Coult. y 4 especies de *Turbincarpus* (Backeb.) Buxb. et Backeb., especies que habitan los suelos calizos del Desierto Chihuahuense y la Sierra Madre Oriental, suelos que no tienen representación en la porción noreste de Jalisco.

El presente trabajo destaca porque cada una de las 102 especies reconocidas están respaldadas por un ejemplar de herbario (apéndice). Recientemente, el inventario de la flora de Jalisco incluyó un listado de Cactaceae (Gudiño-Cano et al., 2025), con base en los resultados preliminares de la tesis del primer autor (González-Pinedo, 2024). Sin embargo, el listado de Gudiño-Cano et al. (2025) retoma especies que representan especímenes con una localidad errónea o mal determinados. Por ejemplo, los autores incluyeron a *Cylindropuntia leptocaulis*, L. N. Gooding 1377 (NY 3889154), anotado con la localidad La Cienega y registrado como La Ciénega, Jalisco en la base de datos del herbario NY. Sin embargo, otros especímenes colectados por L. N. Gooding con números de colecta muy cercanos, en la misma fecha y en la misma localidad como *Stenocereus thurberi* (L. N. Gooding 1374, NY), *Echinocereus engelmannii* (L. N. Gooding 1378, NY) y *Lophocereus schottii* (L. N. Gooding 1381, NY), este último anotado como La Cienega, Sonora, son especies representativas del matorral sonorenses y nunca han sido colectadas en Jalisco. Por otro lado, *Stenocereus chrysocarpus* fue registrado en la Estación de Biología Chamela, La Huerta, Jalisco con el ejemplar *A. Domínguez M. 846* (MEXU). No obstante, el trabajo de campo realizado en la Estación de Biología Chamela y regiones adyacentes, sugieren que dicha especie fue confundida con *S. fricii*, una especie común en la costa del occidente de México. Mientras que *S. chrysocarpus* es un taxón restringido a la Cuenca del Balsas.

En este trabajo reconocemos a las 2 subespecies de *Mammillaria jaliscana* (Korotkova et al., 2021) como especies distintas. Por un lado, *M. jaliscana* agrupa a plantas con 4-8 espinas centrales, sin cerdas axilares, flores magenta y que habitan laderas rocosas del bosque de encino en el centro y norte de Jalisco (Britton y Rose,

1923). Mientras que *M. zacatecasensis* incluye plantas con 3-4 espinas centrales, sin cerdas axilares, flores con tépalos amarillo pálido a rosa claro, que habitan los pastizales y su ecotono con el matorral xerófilo en Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato y noroeste de Jalisco (Shurly, 1960). Plantas con estas características han sido relacionadas al nombre *M. rettigiana* Boed. (Boedecker, 1930), una planta con una descripción no detallada y una localidad tipo sin precisión, señalada simplemente como al SO de Hidalgo, región en donde no ha sido colectado algún espécimen con las características previamente señaladas. Por otra parte, *Mammillaria gilensis* Boed. ha sido incluida como sinónimo de *M. rettigiana* (Korotkova et al., 2021) o *M. crinita* (Lüthy, 1995); sin embargo, un análisis filogenético reciente corrobora a *M. gilensis* Boed. como un linaje independiente cercano a *Mammillaria bocasana* Poselg. (Ortiz-Brunel, 2025). En este sentido, se sugiere el uso de *M. zacatecasensis* sobre *M. rettigiana* y la validación de *M. gilensis* como especie distinta.

Los análisis de riqueza taxonómica y diversidad filogenética mostraron los valores más altos en el extremo noreste del estado (fig. 4), en la región de los Altos Norte, en los municipios Lagos de Moreno y Ojuelos de Jalisco (tabla 2). Estas celdas, con índices más altos, se ubican en una región en donde predomina el pastizal y el matorral xerófilo. Los géneros *Mammillaria*, *Opuntia*, *Echinocereus* Engelm. y *Stenocactus* (K.Schum.) A.Berger están bien representados en este tipo de vegetación (apéndice, figs. 2, 3). Esta región se incluye en el Desierto Chihuahuense, una región considerada como un centro de diversidad y endemismo para la familia (Hernández et al., 2004). El clima dominante en esta región es semiárido (BS) (Rzedowski, 1978), lo cual coincide con el análisis de las cactáceas de Durango, en donde las celdas con mayor número de especies se presentan en las zonas áridas y semiáridas del estado (González-Elizondo et al., 2017). El bosque tropical caducifolio resultó el tipo de vegetación con mayor RT. Este tipo de vegetación es el más abundante en el estado y está presente en muchas de las celdas secundarias de diversidad (fig. 4B). El clima de esta región incluye climas cálidos subhúmedos a semicálidos con lluvias en verano (Aw) (Rzedowski, 1978). Rzedowski y Calderón-de Rzedowski (2013) destacan a Cactaceae en el séptimo lugar de las familias mejor representadas en el bosque tropical caducifolio en México, un linaje bien adaptado al periodo seco de los bosques estacionales. En el bosque tropical caducifolio destacan las cactáceas columnares de la tribu Echinocereae, así como los géneros *Mammillaria*, *Acanthocereus*, *Selenicereus* (apéndice, figs. 2, 3).

En el presente análisis destaca la cantidad de celdas secundarias con altos valores de DF. Estas celdas

secundarias están asociadas a la heterogeneidad ambiental y edáfica. El grupo de celdas 1 (fig. 4B), región Norte del estado, se ubica en una zona de transición entre el Desierto Chihuahuense, la Sierra Madre Occidental y las Tierras Bajas del Pacífico e incluye vegetación y ecotonos de bosque de coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio y pastizal. Esta región del municipio de Mezquitic y zonas adyacentes a Bolaños y Huejuquilla el Alto es particularmente vulnerable debido a que existen pocas áreas destinadas para la conservación (Semadet, 2025). La celda 2 (fig. 4B), ubicada en la región Centro, particularmente en los límites de la Zona Metropolitana de Guadalajara, incluye zonas de transición entre el bosque de coníferas y encino y el bosque tropical caducifolio. Por lo que destacan la importancia del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera y los bosques urbanos como la Barranca de Huentitán, el Diente y Huaxtla. La celda 3 (fig. 4B), en la región Lagunas, denota la importancia de la conservación de la biodiversidad en la sierra de Tapalpa. Esta celda incluye bosque de coníferas, encinos y cañadas con ecotonos con el bosque tropical caducifolio. En este sentido, el Paisaje Biocultural Sierra Volcánica (Rainforest Alliance Mexico, 2024) provee una oportunidad para fomentar el desarrollo sostenible en la región.

Por otra parte, el grupo de celdas 4 (fig. 4B), en las regiones Sierra de Amula y Sur, en los límites de la Sierra Madre del Sur y su transición con las Tierras Bajas del Pacífico, expone la diversidad biológica que alberga la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Esta área natural brinda servicios ecosistémicos a una región de Jalisco y Colima. Sin embargo, la región presenta una fuerte complejidad sociopolítica, por lo que la gestión debe integrar la conservación ambiental y el desarrollo social (Graf et al., 2003). Finalmente, la celda 5 en la región Costa Sur, representa la celda asociada a la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y la Estación de Biología Chamela, Instituto de Biología, UNAM (EBCh), que, si bien no presenta un alto grado de heterogeneidad ambiental, representa una porción de bosque tropical caducifolio bien conservado y documentado con una gran diversidad vegetal (Lott y Atkinson, 2006). Particularmente, la EBCh destaca como centro de investigación y enseñanza, por lo que representa una oportunidad para estudiar la diversidad morfológica, demografía e interacciones de las cactáceas que alberga la reserva.

La riqueza taxonómica aquí reportada coloca a Jalisco en la octava posición de los estados más diversos en cactáceas. De acuerdo con Godínez-Álvarez y Ortega-Báez (2007), Jalisco forma parte de los estados más diversos en este grupo de plantas y representa uno de 8 estados que en su conjunto albergan 80% de la diversidad

de la familia. Mientras que, el valor de diversidad filogenética lo reubica en el décimo lugar. Contrario a esto, Coahuila presentó 126 especies, el tercer lugar, seguido de Durango con 124 especies. Sin embargo, Durango mostró un valor más alto de diversidad filogenética (tabla 4). Miller et al. (2018) sugieren usar complementariamente ambos valores en los estudios de biodiversidad. En este trabajo, ambos valores, RT y DF se correlacionan con los criterios geográficos analizados para Jalisco (tablas 1, 2, 3; fig. 4). Sin embargo, el análisis de DF por cuadrícula recupera y revela celdas secundarias de diversidad, que no se recuperan con claridad en los análisis de RT. Este hecho también es observado en los patrones de distribución de la diversidad de plantas vasculares en la Sierra Madre del Sur (Aragón-Parada et al., 2023).

Las 98 especies nativas del estado de Jalisco representan 15% de la diversidad de la familia en el país. La alta diversidad de cactáceas de Jalisco resulta del conjunto de especies que habitan las regiones semiáridas en el noroeste del estado, en los pastizales y matorrales que se incluyen en el Desierto Chihuahuense, y de las especies que se encuentran en las regiones cálido-húmedas del

bosque tropical caducifolio, ubicados principalmente en las Tierras Bajas del Pacífico y, en menor medida, de las especies en regiones templadas de los bosques de coníferas y encinos de la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur. Este trabajo denota el papel de la estacionalidad en la diversidad de cactáceas en el bosque tropical caducifolio y muestra zonas concretas de alta diversidad que deben ser incluidas o mantenidas en el conjunto de áreas naturales protegidas de Jalisco.

Agradecimientos

Los autores agradecemos a los curadores y técnicos de los herbarios IBUG, IEB, MEXU y ZEA por facilitar la consulta de sus especímenes. También a Azul Martínez Poiré y David Gómez Quintero por su ayuda en el trabajo de campo. DS agradece a David Aquino y Juan Pablo Ortíz Brunel por el intercambio de opiniones e ideas. Este trabajo honra la memoria de Hilda Julieta Arreola Nava, apasionada estudiosa de las cactáceas del occidente de México. Los autores apreciamos los comentarios de dos revisores anónimos.

Apéndice. Listado de las especies de Cactaceae aceptadas en este trabajo y su distribución por diferentes criterios. Las especies endémicas de Jalisco se indican con doble asterisco (), las especies cultivadas se indican en negritas. División municipal clave INEGI (2022). Tipo de vegetación (Rzedowski, 1978, 1990), BCE: bosque de coníferas y encinos, BE: bosque espinoso, BMM: bosque mesófilo de montaña, BTC: bosque tropical caducifolio, BTS: bosque tropical subcaducifolio; MX: matorral xerófilo, P: pastizal. Provincia biogeográfica (Morrone, 2017), CB: Cuenca del Balsas, DCh: Desierto Chihuahuense, FVT: Faja Volcánica Transmexicana, SMOc: Sierra Madre Occidental, SMS: Sierra Madre del Sur, TBP: Tierras bajas del Pacífico. Categoría de riesgo de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2012), LC: preocupación menor, DD: datos insuficientes, EN: en peligro de extinción, VU: vulnerable, CR: en peligro crítico; y la PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025 (Sermanat, 2025), Pr: sujeta a protección especial, A: amenazada.**

Taxón	# de municipio	Vegetación	Provincia biogeográfica	IUCN/NOM	Ejemplar de respaldo
<i>Acanthocereus atropurpureus</i> ** Gonz.-Zam. et Dan.Sánchez	122	BTC	TBP	-/-	P. González 8, IBUG 214805
<i>Acanthocereus</i> sp.	67	BTSC		-/-	P. González-Zamora et D. Sánchez 137, MEXU en proceso
<i>Acanthocereus cuixmalensis</i> (Sánchez-Mej.) Lodé	20, 27, 43, 67, 020	BTC, BTSC, BCE	TBP, SMS	VU/Pr	E. J. Lott 1024, MEXU 324062
<i>Acanthocereus paradoxus</i> ** Gonz.-Zam. et Dan.Sánchez	99	BTC	TBP	-/-	P. González 7, IBUG 214566
<i>Acanthocereus rosei</i> (J.G.Ortega) Lodé	43	BTC	TBP	-/-	J. Lott 2822, MEXU 790669
<i>Acanthocereus tepalcatepecanus</i> (Sánchez-Mej.) Lodé	49	BTC	CB	VU/Pr	H. Arreola-Nava 98, IBUG 45568
<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	20, 22, 27, 30, 43, 67, 99, 118	BTC, BTSC, BCE, BE	TBP, SMS, DCh, FVTM, SMOc	-/-	H. Arreola-Nava 144, IBUG 49709

Apéndice. Continúa

Taxón	# de municipio	Vegetación	Provincia biogeográfica	IUCN/NOM	Ejemplar de respaldo
<i>Backebergia militaris</i> (Audot) Bravo ex Sánchez-Mej.	49	BTC	CB	-/Pr	H. Arreola-Nava 97, IBUG 43667
<i>Cephalocereus nudus</i> E.Y.Dawson	65	BTC	TBP	LC/-	A. Gibson 3412, ARIZ 210989
<i>Cochemia mazatlanensis</i> (K.Schum.) D.Aquino et Dan. Sánchez	20, 22, 43	BTC	TBP	LC/-	H. Arreola-Nava 138, IBUG 68253
<i>Coryphantha clavata</i> subsp. <i>stipitata</i> (Scheidw.) Dicht et A.Lüthy	53, 64	P, MX	DCh	LC/-	U. Pinedo 8, IBUG 215133
<i>Coryphantha cornifera</i> (DC.) Lem.	53, 64, 78	BTC, P, MX	DCh	LC/-	U. Pinedo 2, IBUG 214864
<i>Coryphantha elephantidens</i> (Lem.) Lem.	46, 53, 72, 78, 81, 109	BTC, P	DCh	LC/A	H. Arreola-Nava 854, MEXU 909595
<i>Coryphantha ottonis</i> (Pfeiff.) Lem.	35, 53, 61, 64, 116	BTC, P	DCh	LC/-	M. Harker s/n, IBUG 160361
<i>Coryphantha tripugionacantha</i> A.B.Lau	42	BTC	TBP	LC/-	U. Pinedo 51, IBUG en proceso
<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) F.M.Knuth	53, 64	MX, P	DCh	LC/-	U. Pinedo 15, IBUG 214858
<i>Cylindropuntia tunicata</i> (Lehm.) F.M.Knuth	64	P	DCh	LC/-	H. Arreola-Nava 222, IBUG 54623
<i>Disocactus anguliger</i> (Lem.) M.Á.Cruz et S.Arias	15, 21, 27, 58, 68, 80, 84, 100, 122	BCE, BE, BMM, BTC	TBP, FVTM, SMS	-/-	H. Arreola-Nava 323, MEXU 771565
<i>Disocactus speciosus</i> (Cav.) Barthlott	3, 4, 10, 15, 17, 27, 59, 68, 80, 84, 85, 88, 92, 94, 99, 108, 113	BCE, BMM, BTC	DCh, FVTM, SMS	LC/-	R. Acevedo et al. 130, MEXU 583332
<i>Echinocereus acifer</i> (Otto ex Salm-Dyck) Haage	19, 25, 53, 61, 64, 104, 116	BCE, BTC, MX, P	TBP, DCh, SMOc	LC/-	U. Pinedo 9, IBUG 214849
<i>Echinocereus huitcholensis</i> (F.A.C.Weber) M.Gürke	3, 19, 55, 61, 83, 94, 120	BCE, BTC	FVTM	-/-	Brunel s/n, IBUG 216904
<i>Echinocereus pamanesii</i> A.B.Lau	42	BTC	TBP	LC/-	U. Pinedo 52, IBUG en proceso
<i>Echinocereus spinigemmatum</i> A.B.Lau	42	BCE, BTC	TBP	LC/-	A. Lau 1246, MEXU 432546
<i>Echinocereus weinbergii</i> Weing.	61, 64, 104	BCE, BTC	DCh, SMOc	-/Pr	H. Arreola-Nava 1236, IBUG 106998
<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.				-/-	H. Arreola-Nava s/n, IBUG 84505
<i>Ferocactus alamosanus</i> subsp. <i>reppenhagenii</i> (G.Unger) N.P.Taylor	99	BTC	SMS	NT/Pr	H. Arreola-Nava 1179, IBUG 105210
<i>Ferocactus histrix</i> (DC.) G.E.Linds.	25, 41, 53, 61, 64	BTC, MX, P	TBP, DCh	NT/Pr	U. Pinedo 7, IBUG 215135
<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton et Rose	53, 64, 73	MX, P	DCh	LC/-	U. Pinedo 10, IBUG 214868
<i>Isolatocereus dumortieri</i> (Scheidw.) Backeb.	1, 2, 4, 14, 18, 29, 30, 33, 53, 66, 82, 86, 93, 99, 101, 111, 113, 114, 117, 118, 122, 124	BCE, BE, BTC, P	TBP, DCh, FVTM, SMOc	LC/-	H. Hernández et al. 2420, MEXU 651596

Apéndice. Continúa

Taxón	# de municipio	Vegetación	Provincia biogeográfica	IUCN/NOM	Ejemplar de respaldo
<i>Kimnachia ramulosa</i> (Salm-Dyck) S.Arias et N.Korotkova	84	BCE	SMS	-/-	P. Carrillo-Reyes 9193, IBUG 210905
<i>Lophocereus marginatus</i> (DC.) S.Arias et Terrazas	2, 35, 46, 53, 60, 64, 73, 78, 91, 93, 109, 117, 118	BTC, P	DCh, SMOc	LC/-	L. Scheinvar et al. 3916, MEXU 410834
<i>Mammillaria albilanata</i> subsp. <i>reppenhagenii</i> (D.R.Hunt) D.R.Hunt	99	BTC	TBP, SMS	LC/Pr	H. Arreola-Nava 1180, IBUG 103196
<i>Mammillaria arreolae</i> ** P.Carrillo et Ortiz-Brunel	71, 101, 120	BTC	TBP, FVTM	-/-	Brunel et P. Carrillo-Reyes 887, IBUG en proceso
<i>Mammillaria beneckeii</i> C.Ehrenb.	15, 27, 40, 43, 71, 99, 100	BCE, BE, BTC	TBP, SMS	LC/-	M.G. Ayala et E.J. Lott 13, MEXU 430441
<i>Mammillaria bombycina</i> Quehl	53, 116	BCE, P	DCh, SMOc	VU/Pr	U. Pinedo 28, IBUG 214865
<i>Mammillaria densispina</i> (J.M.Coult.) Orcutt	19, 53, 61, 104, 116, 118	BCE, BTC, P	TBP, DCh, SMOc	LC/-	U. Pinedo 31, IBUG 214863
<i>Mammillaria fittkauii</i> Glass et R.A.Foster	47, 63	BTC	TBP, DCh	LC/Pr	H. Arreola-Nava 1094, MEXU 488371
<i>Mammillaria jaliscana</i> (Britton et Rose) Boed.	2, 9, 45, 48, 61, 69, 71, 78, 83, 93, 97, 111, 117, 118, 120	BCE, BTC, P	TBP, DCh, FVTM, SMOc	VU/-	D. Sánchez 896B, IBUG 214837
<i>Mammillaria karwinskiana</i> subsp. <i>beiselli</i> (Diers) D.R.Hunt	20, 22, 43, 100	BE, BTC	TBP	LC/-	H. Arreola-Nava 1193, IBUG 104239
<i>Mammillaria limonensis</i> ** Repp.	34, 54	BTC	TBP	-/-	H. Arreola-Nava 242, IBUG 55308
<i>Mammillaria magnimamma</i> Haw.	63, 64	BTC, P	DCh	LC/-	Ed. Greenwood s/n, MEXU 447508
<i>Mammillaria manana</i> ** W.A.Fitz Maur. et B.Fitz Maur.	92	BTC	DCh	CR/-	D. Sánchez 1045, IBUG 221113
<i>Mammillaria mercadensis</i> Patoni	19, 61	BCE	SMOc	LC/Pr	U. Pinedo 47, IBUG en proceso
<i>Mammillaria nunezii</i> (Britton et Rose) Orcutt	26, 85	BTC	TBP, FVTM	LC/-	W. Fitz Maurice 2408, MEXU 1084938
<i>Mammillaria perezdelarosae</i> Bravo et Scheinvar	53, 64, 116	BCE, MX, P	DCh, SMOc	-/Pr	H. Arreola-Nava 367, IBUG 75317
<i>Mammillaria petterssonii</i> Hildm.	19, 42, 60, 86, 115, 116	BCE, BTC	TBP, DCh, FVTM, SMOc	LC/-	P. Carrillo-Reyes 2776, IBUG 165788
<i>Mammillaria polythele</i> subsp. <i>obconella</i> (Scheidw.) D.R.Hunt	13, 53, 60, 78, 109, 117, 118	BTC, P	DCh, SMOc	LC/-	H. Arreola-Nava 845, IBUG 170411
<i>Mammillaria gilensis</i> Boed.	8, 53, 64, 74	P	DCh	EN/Pr	U. Pinedo 22, IBUG 214853
<i>Mammillaria rhodantha</i> subsp. <i>fera-rubra</i> (F.Schmoll ex R.T.Craig) D.R.Hunt	10, 11, 50, 60, 61, 86, 88, 97, 116, 118	BCE, BTC	TBP, DCh, FVTM, SMOc	LC/-	H. Arreola-Nava 134, IBUG 100563
<i>Mammillaria scrippsiana</i> (Britton et Rose) Orcutt	1, 4, 6, 10, 14, 15, 19, 27, 34, 39, 40, 52, 61, 71, 75, 76, 82, 86, 88, 90, 95, 99, 101, 110, 113, 117, 118, 119, 120, 124	BCE, BE, BTC	TBP, DCh, FVTM, SMOc, SMS	LC/-	M. Huerta et al. 197, MEXU 913290

Apéndice. Continúa

Taxón	# de municipio	Vegetación	Provincia biogeográfica	IUCN/NOM	Ejemplar de respaldo
<i>Mammillaria senilis</i> Lodd. ex Salm-Dyck	19, 61	BCE	SMOc	LC/A	D. Sánchez 996, IBUG 221200
<i>Mammillaria uncinata</i> Zucc. ex Pfeiff.	29, 35, 53, 64, 78, 117, 118	BTC, MX, P	DCh, SMOc	LC/-	H. Hernández 1601, MEXU 1027375
<i>Mammillaria xaltiangueensis</i> Sánchez-Mej.	27	BCE	TBP	DD/Pr	J. Padilla-Lepe 202, IBUG 55178
<i>Mammillaria wagneriana</i> Boed.	41, 61	BTC, P	TBP, DCh, SMOc	DD/-	U. Pinedo 50, IBUG en proceso
<i>Mammillaria zacatecasensis</i> Shurly	35, 53, 64, 78	BCE, BTC, P	DCh, FVTM	-/-	H. Arreola-Nava 641, IBUG 170417
<i>Melocactus curvispinus</i> subsp. <i>dawsonii</i> (Bravo) N.P.Taylor	20, 43	BCE, BTC	TBP	LC/A	H. Arreola-Nava 471, IBUG 81449
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.) Console	14, 19, 26, 42, 53, 61, 76, 120	BTC, MX, P	TBP, DCh, FVTM	LC/-	H. Hernández 3960, MEXU 1138050
<i>Nyctocereus serpentinus</i> (Lag. et Rodr.) Britton et Rose	3, 6, 12, 13, 15, 20, 22, 024, 045, 029, 070, 036, 049, 050, 053, 061, 065, 076, 080, 058, 086, 090, 093, 092, 114, 115, 118, 124	BCE, BTC, P	TBP, CB, DCh, FVTM, SMOc, SMS	LC/-	D. Sánchez 697, IBUG 215319
<i>Opuntia cochenillifera</i> (L.) Mill.				-/-	L. Robles et al. 904, MEXU 591017
<i>Opuntia decumbens</i> Salm-Dyck	15, 20, 22, 27, 37, 43, 54, 58, 67, 100, 106, 122	BCE, BE, BTC, BTSC	TBP, SMS	LC/-	P. Carrillo-Reyes 8461, IBUG 205497
<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm.	64, 80, 116	BCE, P	DCh, SMOc, SMS	LC/-	U. Pinedo 13, IBUG 214869
<i>Opuntia excelsa</i> Sánchez-Mej.	22, 27, 43, 100	BE, BTC	TBP, SMS	LC/Pr	H. Arreola-Nava 159, IBUG 49729
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.				-/-	J. A. Reyes Agüero 2008, MEXU 1183331
<i>Opuntia fuliginosa</i> Griffiths	1, 3, 4, 8, 14, 15, 19, 27, 29, 30, 37, 40, 45, 50, 54, 66, 68, 71, 82, 88, 93, 94, 95, 106, 107, 113, 119, 120, 122, 123, 124	BCE, BE, BTC, P	TBP, DCh, FVTM, SMOc, SMS	LC/-	P. Carrillo-Reyes 7249, IBUG 201293
<i>Opuntia guilanchi</i> Griffiths	64, 120	BCE, P	DCh, FVTM	-/-	H. Arreola-Nava 1725, MEXU 1278985
<i>Opuntia hyptiacantha</i> F.A.C.Weber	35, 42, 46, 53, 61, 64, 73, 81, 93, 107, 109, 111, 115, 116, 118	BCE, BTC, P	TBP, DCh, SMOc	LC/-	H. Arreola-Nava 863, IBUG 76824
<i>Opuntia jaliscana</i> Bravo	1, 4, 10, 14, 16, 26, 29, 35, 45, 46, 48, 50, 53, 64, 72, 73, 79, 88, 93, 111, 113, 120, 124	BCE, BTC, MX, P	TBP, DCh, FVTM, SMOc	-/-	U. Pinedo 12, IBUG 214861
<i>Opuntia joconostle</i> F.A.C.Weber ex Diguet	4, 10, 35, 53, 64, 81, 90, 102, 104, 111, 115	BCE, BTC, MX, P	TBP, DCh, FVTM, SMOc	-/-	U. Pinedo 19, IBUG 214852

Apéndice. Continúa

Taxón	# de municipio	Vegetación	Provincia biogeográfica	IUCN/NOM	Ejemplar de respaldo
<i>Opuntia karwinskiana</i> Salm-Dyck	6, 15, 20, 27, 29, 40, 43, 52, 80, 90, 99, 106, 120	BCE, BTC	TBP, FVTM, SMOc, SMS	-/-	E.J. Lott et D. Rodríguez 968, MEXU 570754
<i>Opuntia lasiacantha</i> Pfeiff.	53, 60, 61, 64, 73, 81, 93, 94, 118	BCE, BTC, P	DCh, FVTM, SMOc	LC/-	H. Arreola-Nava 700, IBUG 72194
<i>Opuntia leucotricha</i> DC.	41, 42, 53, 64, 86, 109	BCE, BTC, MX, P	TBP, DCh, FVTM	LC/-	U. Pinedo 3, IBUG 214867
<i>Opuntia megacantha</i> Salm-Dyck	40, 53, 64, 73, 93, 104	BTC, MX, P	DCh, SMOc	-/-	H. Arreola-Nava 64, IBUG 45563
<i>Opuntia pubescens</i> H.L.Wendl. ex Pfeiff.	4, 6, 14, 20, 39, 76, 82, 83, 118, 119, 120	BCE, BE, BTC	TBP, FVTM, DCh	LC/-	E. Villegas et R. Ramírez, MEXU 751974
<i>Opuntia robusta</i> H.L.Wendl. ex Pfeiff.	8, 10, 19, 29, 35, 42, 50, 53, 59, 61, 64, 78, 83, 86, 88, 104, 109, 115, 116, 118	BE, BTC, MX, P	DCh, FVTM, SMOc	LC/-	H. Arreola-Nava et L. Guzmán 624, MEXU 488372
<i>Opuntia setocarpa</i> ** Arreola-Nava, Guzm.-Hern. et Cuevas	15, 68	BTC	SMS	-/-	R. Cuevas y L. Guzmán, ZEA 28150
<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	16, 35, 53, 64, 73	BTC, MX, P	DCh	LC/-	H. Arreola-Nava 599, IBUG 68248
<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	4, 8, 10, 13, 27, 29, 35, 46, 48, 53, 60, 61, 64, 76, 78, 93, 111, 116, 118, 120, 124, 125	BCE, BTC, MX, P	TBP, DCh, FVTM, SMOc, SMS	LC/-	R.T. Bárcenas 655, MEXU 694271
<i>Opuntia undulata hort. ex. Pfeiff.</i>				-/-	U. Pinedo 38, IBUG en proceso
<i>Opuntia velutina</i> F.A.C.Weber	1, 8, 14, 15, 24, 26, 29, 35, 37, 39, 50, 51, 53, 58, 66, 77, 85, 88, 90, 97, 99, 106, 108, 113, 119, 124	BCE, BTC, P	TBP, DCh, FVTM, SMOc, SMS	DD/-	H. Arreola-Nava 252, IBUG 56998
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S.Watson) Britton et Rose	3, 5, 15, 19, 20, 22, 24, 27, 32, 40, 43, 49, 58, 67, 71, 80, 88, 99, 100, 102, 116, 119, 122	BCE, BTC, BTSC, P	TBP, CB, DCh, FVTM,, SMS	LC/-	S.H. Bullock 1088, MEXU 385605
<i>Pereskiaopsis aquosa</i> (F.A.C.Weber) Britton et Rose	27, 40, 80	BCE, BTC	TBP, FVTM, SMS	LC/-	H. Arreola-Nava 1431B, MEXU 771464
<i>Pereskiaopsis diguetii</i> (F.A.C.Weber) Britton et Rose	3, 4, 6, 13, 14, 15, 17, 19, 24, 30, 37, 39, 47, 52, 54, 71, 75, 79, 88, 89, 90, 105, 106, 110, 114, 119, 120, 122	BCE, BE, BTC, P	TBP, DCh, FVTM, SMOc, SMS	-/-	H. Bravo s.n., MEXU 356975
<i>Pilosocereus alensis</i> (F.A.C.Weber ex Rol.-Goss.) Byles et G.D.Rowley	15, 20, 37, 39, 45, 49, 58, 61, 76, 84, 94, 106, 110, 120	BCE, BTC	TBP, CB, FVTM, SMOc, SMS	LC/-	D. Sánchez 700, IBUG 215328
<i>Pilosocereus purpusii</i> (Britton et Rose) Byles et G.D.Rowley	19, 20, 40, 43, 67, 76, 99, 100	BCE, BE, BTC, BTSC	TBP, SMOc	LC/-	D. Sánchez 795, IBUG 213932
<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.S.Muell.) Stearn	27	BTSC	TBP	LC/-	H. Arreola-Nava 690, IBUG 83423

Apéndice. Continúa

Taxón	# de municipio	Vegetación	Provincia biogeográfica	IUCN/NOM	Ejemplar de respaldo
<i>Selenicereus atropilosus</i> Kimnach	27, 67, 80, 99, 106	BCE, BTC, BTSC	TBP, SMS	EN/Pr	Boutin et Kimnach 3190, MO 3100258
<i>Selenicereus dorschianus</i> Ralf Bauer **	84	BCE	SMS	-/-	Bohme365, MEXU 124807
<i>Selenicereus murrillii</i> Britton et Rose	20, 43, 49, 86	BCE, BTC	CB, SMS	VU/-	E.J. Lott 1133, MEXU 322801
<i>Selenicereus ocamponis</i> (Salm-Dyck) D.R.Hunt	4, 15, 21, 27, 37, 54, 65, 75, 90, 100, 106	BCE, BTC, BTSC	TBP, DCh, FVTM, SMS	LC/-	H. Arreola-Nava 124a, IBUG 46371
<i>Selenicereus purpusii</i> (Weing.) S.Arias et N.Korotkova	14, 27, 40, 43, 67	BCE, BE, BTC, BTSC	TBP, FVTM, SMS	-/-	H. Arreola-Nava et al. 1368, MEXU 1389255
<i>Selenicereus undatus</i> (Haw.) D.R.Hunt	4, 14, 39, 86	BCE, BE, BTC	TBP, FVTM	DD/-	H. Arreola-Nava 1369, IBUG 123492
<i>Selenicereus vagans</i> (K.Brandege) Britton et Rose	20	BCE, BTC	TBP, SMS	LC/-	H. Arreola-Nava et al. 1199, IBUG 103192
<i>Selenicereus validus</i> S.Arias et U.Guzmán	85	BTC	TBP	LC/-	H. Arreola-Nava 1072, IBUG 133949
<i>Stenocactus coptonogonus</i> (Lem.) A.Berger	64	P	DCh	LC/Pr	H. Arreola-Nava 193a, IBUG s.n
<i>Stenocactus dichroacanthus</i> subsp. <i>violaciflorus</i> (Quehl) U.Guzmán et Vázq-Ben.	53	MX	DCh	-/-	H. Arreola-Nava 1249, IBUG 122399
<i>Stenocactus multicostatus</i> subsp. <i>zacatecasensis</i> (Britton et Rose) U.Guzmán et Vázq-Ben.	25, 53	BTC, MX	DCh, SMOc	DD/-	H. Arreola-Nava 240, IBUG 170418
<i>Stenocactus ochoterenanus</i> Tiegel	53, 61, 64	BTC, MX, P	DCh	DD/-	U. Pinedo 29, IBUG 215052
<i>Stenocactus phyllacanthus</i> (A.Dietr. et Otto) A.Berger	53, 64	MX, P	DCh	DD/-	U. Pinedo 21, IBUG 214854
<i>Stenocereus fricii</i> Sánchez-Mej.	43	BTC	TBP	LC/-	H. Arreola-Nava 1460, IBUG 146814
<i>Stenocereus kerberi</i> (K.Schum.) A.C.Gibson et K.E.Horak	43	BTC	TBP	LC/-	C. Gómez 3615, MEXU 1259820
<i>Stenocereus queretaroensis</i> (F.A.C.Weber ex Mathsson) Buxb.	1, 2, 3, 4, 6, 7, 11, 13, 14, 15, 19, 24, 27, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 39, 43, 45, 47, 50, 52, 53, 54, 60, 61, 66, 71, 76, 77, 81, 88, 90, 92, 93, 94, 95, 97, 99, 102, 107, 114, 117, 118, 120, 122, 124	BCE, BE, BTC, P	TBP, DCh, FVTM, SMOc, SMS	LC/-	H. Arreola-Nava et R. Soltero 132, MEXU 430793
<i>Stenocereus standleyi</i> (J.G.Ortega) Buxb.	20, 22, 43, 100	BE, BTC	TBP	LC/-	H. Sánchez-Mejorada 69-1103, MEXU 133820

Referencias

- Anderson, F. (2001). *The cactus family*. Portland, Oregon: Timber Press.
- Aquino, D., Sánchez, D. y Arias, S. (2025). Diversity of Cactaceae in the flora of Bajío and adjacent regions (Mexico). *Botanical Sciences*, 103, 695–718. <https://doi.org/10.17129/botsci.3649>
- Aragón-Parada, J., Carrillo-Reyes, P., Rodríguez, A., Munguía-Lino, G., Salinas-Rodríguez, M. M. y De-Nova, J. A. (2023). Spatial phylogenetics of the flora in the Sierra Madre del Sur, Mexico: evolutionary puzzles in tropical mountains. *Journal of Biogeography*, 50, 1679–1691. <https://doi.org/10.1111/jbi.14679>
- Arakaki, M., Christin, P. A., Nyffeler, R., Lendel, A., Egli, U., Ogburn, R. M. et al. (2011). Contemporaneous and recent radiations of the world's major succulent plant lineages. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 8379–8384. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100628108>
- Arias, S. y Aquino, D. (2019). Familia Cactaceae I. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*, 209, 1–278.
- Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, U. y Vázquez-Benítez, B. (2012). Cactaceae. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*, 95, 1–235.
- Arias, S., Puente-Martínez, R. y Aquino, D. (2024). Familia Cactaceae II. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*, 242, 1–111.
- Arreola-Nava, H. J. (1990). Inventario de las cactáceas de Jalisco y su distribución. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 35, 3–12.
- Arreola-Nava, H. J. y Ramírez-Ulloa, R. M. (2017). Los cactus (familia Cactaceae). En A. Cruz-Angón, A. Ordorica-Hermosillo, J. Valero-Padilla y E. D. Melgarejo (Eds.), *La biodiversidad en Jalisco: estudio de estado, Vol II* (pp. 151–156). Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial.
- Boedeker, K. (1930). *Mammillaria rettigiana* Böd. sp. n. *Monatsschrift der Deutschen Kakteen-Gesellschaft*, 2, 98–99.
- Bravo-Hollis, H. (1978). *Las cactáceas de México, Vol. I*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Britton, N. L. y Rose, J. N. (1923). *The Cactaceae: descriptions and illustrations of plants of the cactus family, Vol. IV*. Washington D.C.: The Carnegie Institution of Washington.
- Bouckaert, R., Vaughan, T. G., Barido-Sottani, J., Duchêne, S., Fourment, M., Gavryushkina, A. et al. (2019). BEAST 2.5: An advanced software platform for Bayesian evolutionary analysis. *Plos Computational Biology*, 15, e1006650. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006650>
- García-Morales, L., García-Jiménez, J., Contreras-Medina, R., Alcántara-Ayala, O. y Luna-Vega, I. (2022). Diversity, distribution and conservation of the Cactaceae (Caryophyllales) from Tamaulipas, Mexico. *Plant Biosystems*, 156, 1405–1421. <https://doi.org/10.1080/11263504.2022.2056648>
- Gibson, A. C. y Nobel, P. S. (1986). *The cactus primer*. Massachusetts: Harvard University Press.
- Godínez-Álvarez, H. y Ortega-Baes, P. (2007). Mexican cactus diversity: environmental correlates and conservation priorities. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 81, 81–97.
- González-Elizondo, M., González-Elizondo, M. S., González-Gallegos, J. G., Tena-Flores, J. A., Enríquez, I. L. L., Ruacho-González, L. et al. (2017). Updated checklist and conservation status of Cactaceae in the state of Durango, Mexico. *Phytotaxa*, 327, 103–129. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.327.2.1>
- González-Pinedo, D. U. (2024). *Análisis biogeográfico de Cactaceae (Caryophyllales) en Jalisco, México (Tesis)*. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco.
- González-Zamora, P., Carrillo-Reyes, P. y Sánchez, D. (2020). *Acanthocereus paradoxus* (Cactaceae), a new endemic species from Jalisco, Mexico. *Phytotaxa*, 470, 145–154. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.470.2.3>
- González-Zamora, P., Rodríguez-Contreras, A. y Sánchez, D. (2021). A new endemic species of *Acanthocerus* (Cactaceae) from southern Jalisco, Mexico. *Phytotaxa*, 522, 131–138. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.522.2.5>
- Google. 2022. Google Earth Pro Software 7.3.2. <https://www.google.com/intl/es/earth>
- Graf, S. H., Santana, E., Jardel, E. J., Gómez, M. y García-Ruvalcaba, S. (2003). La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, México. En J. Carabias, J. Maza y R. Cadena (Eds.), *Capacidades necesarias para el manejo de áreas protegidas, América Latina y el Caribe* (pp. 135–153). Arlington: The Nature Conservancy.
- Griffith, M. P. y Porter, J. M. (2009). Phylogeny of Opuntioideae (Cactaceae). *International Journal of Plant Sciences*, 170, 107–116. <https://doi.org/10.1086/593048>
- Gudiño-Cano, A. K., De-Nova, J. A., Ortiz, E., Vargas-Ponce, O., Carrillo-Reyes, P., Munguía-Lino, G. et al. (2025). Inventario de la flora vascular de Jalisco, México. *Botanical Sciences*, 103, 176–206. <https://doi.org/10.17129/botsci.3499>
- Guzmán, U., Arias, S. y Dávila, P. (2003). *Catálogo de cactáceas mexicanas*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Hernández, H. M., Gómez-Hinostrosa, C. y Goettsch, A. B. (2004). Checklist of Chihuahuan desert Cactaceae. *Harvard Papers in Botany*, 9, 51–68.
- IEG (Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco). (2025). *Regionalización de Jalisco*. Recuperado el 13 enero, 2025 de: <https://iieg.gob.mx/ns/>
- iNaturalistMX. (2024). Recuperado el 16 diciembre, 2024 de: <https://www.inaturalist.org/home>
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática). (1990). *Vegetación potencial. IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II*. Ciudad de México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 6 de enero, 2025 de <http://geoportat.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/vpr4mgw.html>

- INEGI (Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática). (2022). *Información geográfica*. División política estatal y municipal 1:250000. Recuperado el 6 de enero, 2025 de <http://geoportal.conabio.gob.mx/>
- IPNI (International Plant Names Index). (2025). International Plant Names Index. Recuperado el 31 enero, 2025 de: <http://www.ipni.org>
- IUCN (International Union for the Conservation of Nature). (2012). Recuperado el 30 enero, 2025 de: <https://www.iucnredlist.org/resources/categories-and-criteria>
- Katoh, K. y Standley, D. M. (2013). MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Molecular Biology and Evolution*, 30, 772–780. <https://doi.org/10.1093/molbev/mst010>
- Kembel, S. W., Cowan, P. D., Helmus, M. R., Cornwell, W. K., Morlon, H., Ackerly, D. D. et al. (2010). Picante: R tools for integrating phylogenies and ecology. *Bioinformatics*, 26, 1463–1464. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btq166>
- Korotkova, N., Aquino, D., Arias, S., Egli, U., Franck, A., Gómez-Hinostrosa, C. et al. (2021). Cactaceae at Caryophyllales.org—a dynamic online species-level taxonomic backbone for the family. *Willdenowia*, 51, 251–270. <https://doi.org/10.3372/wi.51.51208>
- Korotkova, N., Borsch, T. y Arias, S. (2017). A phylogenetic framework for the Hylocereeae (Cactaceae) and implications for the circumscription of the genera. *Phytotaxa*, 327, 1–46. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.327.1.1>
- Laffan, S. W., Lubarsky, E. y Rosauer, D. F. (2010). Biodiverse, a tool for the spatial analysis of biological and related diversity. *Ecography*, 33, 643–647. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06237.x>
- Lott, E. J. y Atkinson, T. H. (2006). Mexican and Central American seasonally dry tropical forests: Chamela-Cuixmala, Jalisco, as a focal point for comparison. En T. R. Pennington y A. R. James (Eds.), *Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation* (pp. 315–342). Boca Raton: CRC Press.
- Lüthy, J. M. (1995). *Taxonomische untersuchung der gattung Mammillaria Haw. (Tesis doctoral)*. Universidad de Berna, Berna, Suiza.
- Mauseth, J. D. (2006). Structure-function relationships in highly modified shoots of Cactaceae. *Annals of Botany*, 98, 901–926. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl133>
- Miller, J. T., Jolley-Rogers, G., Mishler, B. D. y Thornhill, A. H. (2018). Phylogenetic diversity is a better measure of biodiversity than taxon counting. *Journal of Systematics and Evolution*, 56, 663–667. <https://doi.org/10.1111/jse.12436>
- Morrone, J. J., Escalante, T. y Rodríguez-Tapia, G. (2017). Mexican biogeographic provinces: map & shapefiles. *Zootaxa*, 4277, 277–279. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2.8>
- Mutke, J., Burstedde, K., Laurens-Geffert, J., Miebach, A., Daud-Rafiqpoor, M., Stein, A. et al. (2015). Mapping the diversity of cacti. *Schumannia*, 7, 31–57.
- NCBI (National Center for Biotechnology Information). (2024). GenBank. Recuperado el 6 mayo, 2024 de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
- Nyffeler, R. (2002). Phylogenetic relationships in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from *trnK/matK* and *trnL/trnF* sequences. *American Journal of Botany*, 89, 312–326. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.2.312>
- Ortiz-Brunel, J. P. (2025). *Evolución y biogeografía de Mammillaria serie Stylothelae (Cactaceae) (Tesis doctoral, Ciencias en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas)*. Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- Ortiz-Brunel, J. P., Carrillo-Reyes, P., Sánchez, D., Ruiz-Sánchez, E. y Rodríguez, A. (2023). A morphological analysis of the *Mammillaria fittkaui* species complex (Cactaceae) reveals a new species from Jalisco, Mexico. *Botanical Sciences*, 101, 619–631. <https://doi.org/10.17129/botsci.3221>
- QGIS. (2025). QGIS Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project. Recuperado el 6 mayo, 2024 de: <http://qgis.org>
- R Core Team. (2024). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado el 7 octubre, 2024 de: <http://www.R-project.org/>
- Rainforest Alliance México. (2024). *Paisaje biocultural Sierra Volcánica-PBSV*. Carta territorial del paisaje biocultural Sierra Volcánica 2024-2039, Jalisco, México.
- Ramírez-Delgado, R., Vargas-Ponce, O., Arreola-Nava, H. J., Cedano-Maldonado, M., González-Tamayo, R., González-Villareal, L. M. et al. (2010). *Catálogo de plantas vasculares de Jalisco*. Universidad de Guadalajara, Jalisco.
- Romeiro-Brito, M., Taylor, N. P., Zappi, D. C., Telhe, M. C., Franco, F. F. y Moraes, E. M. (2023). Unravelling phylogenetic relationships of the tribe Cereeae using target enrichment sequencing. *Annals of Botany*, 132, 989–1006. <https://doi.org/10.1093/aob/mcad153>
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Ciudad de México: Limusa.
- Rzedowski, J. y Calderón-de Rzedowski, G. (2013). Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. *Acta Botanica Mexicana*, 102, 1–23. <https://doi.org/10.21829/abm102.2013.229>
- Rzedowski, J. y McVaugh, R. (1966). La vegetación de la Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium*, 9, 1–123.
- Sánchez, D., Arias, S. y Terrazas, T. (2014). Phylogenetic relationships in *Echinocereus* (Cactaceae, Cactoideae). *Systematic Botany*, 39, 1–15. <https://doi.org/10.1600/036364414X683831>
- SEINet. (2024). Southwest Environmental Information Networking. Recuperado el 16 diciembre, 2024 de: <https://swbiodiversity.org/seinet/index.php>
- Semadet (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial). (2025). Mapa de Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas. Recuperado el 4 febrero, 2025 de: <https://semadet.jalisco.gob.mx/inicio>
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2025). Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025. *Protección ambiental-Especies nativas*

- de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio*. Recuperado el 14 abril, 2025 de: <https://www.dof.gob.mx/>
- Shurly, E. (1960). *Mammillaria zacatecasensis* Shurly sp. n. *Cactus and Succulent Journal of Great Britain*, 22, 51.
- Signoret, D. B. y Hernández, H. M. (2010). Mazapil, Zacatecas: diversity and conservation of cacti in a poorly-known region in northern Mexico. *Cactus and Succulent Journal*, 82, 197–202. <https://doi.org/10.2985/015.082.0502>
- Thiers, B. (2025). Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York: New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Recuperado el 31 enero, 2025 de: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- U.S. Geological Survey. (2024). 1-meter Digital Elevation Models (DEMs). U.S. Geological Survey, Reston: VA. <https://data.usgs.gov/datacatalog/data/USGS:77ae0551-c61e-4979-aedd-d797abdcde0e>
- Vázquez-Sánchez, M., Terrazas, T., Arias, S. y Ochoterena, H. (2013). Molecular phylogeny, origin and taxonomic implications of the tribe Cacteeae (Cactaceae). *Systematics and Biodiversity*, 11, 103–116. <https://doi.org/10.1080/14772000.2013.775191>
- Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia*, 28, 160–167.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559–902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>