

Los cactus: patrimonio natural de México

Cacti: natural heritage of Mexico

Sharon Amairany Rosas Aguilar y Sofía Solórzano Lujano

Resumen

Los cactus son plantas terrestres que se distribuyen principalmente en las zonas áridas del continente americano y las islas del Caribe, aunque también se encuentran en ambientes no áridos desde Canadá hasta Tierra del Fuego. La mayoría de las 1,500 especies de cactus son nativas del continente americano y únicamente *Rhipsalis baccifera* tiene distribución natural en el viejo continente. México contiene la mayor riqueza a nivel mundial con casi 700 especies. Los cactus proveen múltiples beneficios ecosistémicos, ya que reducen los impactos de la desertificación, tienen interacciones ecológicas y tróficas con otros organismos. Algunas especies median o favorecen el establecimiento de otras plantas, facilitan la permeación del agua hacia los mantos freáticos y disminuyen la erosión del suelo, así como también tienen usos alimentarios y medicinales. La mayoría de las cactáceas enfrentan riesgos de supervivencia debido a la pérdida y fragmentación de los hábitats naturales, así como la extracción intensiva para el comercio ilícito. Existen leyes mexicanas y acuerdos internacionales para conservar y proteger a los cactus y los ambientes en donde ocurren. Todos podemos contribuir con buenas prácticas comerciales para adquirir cactus legalmente y así ayudar a su conservación.

Palabras clave: amenazas, cactus, conservación, conservación, biodiversidad.

CÓMO CITAR ESTA COLABORACIÓN

Rosas Aguilar, Sharon Amairany y Solórzano Lujano, Sofía . (2024, marzo-abril). Los cactus: patrimonio natural de México. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 25(2). <https://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2024.25.2.7>

Abstract

Cacti are land plants that are distributed mainly in the arid zones of the American continent and the Caribbean islands, though they also occur in non-arid environments from Canada to Tierra del Fuego. Most of the 1,500 species of cacti are native to the American continent, and only *Rhipsalis baccifera* has a natural distribution in the old world. Mexico contains the highest world richness with nearly 700 species. Cacti provide multiple ecosystemic benefits since they reduce the impacts of desertification and have ecological and trophic interactions with other organisms. Some species promote or facilitate the establishment of other plants, allowing the permeation of water into the waterbeds, diminishing soil erosion, or having medicinal and alimentary uses. Most cacti deal with survival risks from the loss and fragmentation of natural habitats, as well as from intensive harvesting for illegal trade. There are Mexican laws and international agreements to conserve and protect cacti and their habitats. Everybody may contribute with good commercial practices that support cacti conservation.

Keywords: cacti, conservation, rarity, threatened species, threats.



Sharon Amairany Rosas Aguilar

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Ingeniera en Restauración Forestal por la Universidad Autónoma Chapingo. Actualmente, es estudiante de la Maestría en Ciencias Biológicas de la UNAM. Tiene especial interés en la conservación de especies de cactus en alguna categoría de riesgo.

 sharonamairany.r@gmail.com

Sofía Solórzano Lujano

Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-Iztacala)

Bióloga (1995), Maestra en Ecología y Ciencias Ambientales (1998) y doctora en Ciencias (2003). Es profesora en el campus FES Iztacala de la UNAM y desde el año 2006 inició sus trabajos con los cactus, para los que implementó las tecnologías moleculares para los análisis genético poblacionales del género *Mammillaria*. Desde entonces, junto con sus colaboradores, alumnos de licenciatura y de posgrado; ha contribuido al conocimiento de los procesos microevolutivos y de los factores ecológicos que participan en la problemática de conservación de los cactus endémicos de México. También, su grupo de trabajo publicó los primeros genomas ensamblados y anotados de genoma de cloroplasto y mitocondrial para *Mammillaria*. Recientemente, sus análisis filogenómicos y biogeográficos permitieron identificar los procesos evolutivos y las áreas geográficas más relevantes para entender la riqueza de los cactus en México.

 <https://orcid.org/0000-0001-6251-0688>



Figura 1. Los cactus de la subfamilia *Pereskioideae* tienen hojas grandes, tallos delgados y con espinas. La especie *Pereskia sacharosa* Griseb. es un árbol y habita en selvas desde México hasta América del Sur. Crédito: [Martin Lowry](#).

No todas las plantas con espinas son cactus. Las cactáceas son plantas que crecen en ambientes terrestres; muchas de ellas producen flores de colores vistosos y suelen tener cuerpos suculentos cubiertos de espinas. Sin embargo, algunos cactus tienen hojas y también espinas, y sus tallos pueden ser o no suculentos (Figura 1). Las espinas son hojas que se modificaron para evitar perder agua por evaporación, regular la incidencia de luz y la temperatura, así como proteger y dotar de formas de propagación a las plantas. Los cactus pueden almacenar agua hasta en un 90% de su volumen (Bravo y Sánchez, 1978; Anderson, 2001), por eso se dice que son plantas suculentas.

La capacidad de almacenar agua se debe a que los tejidos internos de los cactus son como una esponja que absorbe y almacena agua en mucílagos azucarados o resinosos (Anderson, 2001). Las espinas, los cuerpos suculentos y las cutículas cerosas aislantes son adaptaciones a ambientes donde el agua es escasa (Anderson, 2001; Bravo y Sánchez, 1978; Oldfield, 1997). No obstante, estas características no son exclusivas de las cactáceas, ya que otras plantas también las tienen. Por ejemplo, los cuerpos suculentos y con espinas se encuentran también en otras familias como Euphorbiaceae (Figura 2a) y en otras del orden Asparagales de las familias Agavaceae (magueyes, Figura 2b) y Asparagaceae (yucas, izotes, sotoles y soyates, Figura 2c).

Figura 2. a) *Euphorbia meloformis* (©Adriaan Grobler), b) *Agave americana* (©Ma. Eugenia Mendiola González) y c) *Yucca gigantea* (©Tim Quinn) son ejemplos de especies que se asemejan a los cactus, ya sea por ser suculentos o por tener espinas. Estos son ejemplos de evolución paralela convergente como respuesta a la aridez, la estabilidad estructural y el mimetismo.



Entonces, ¿cómo distingo a los cactus?

Si las espinas y los cuerpos suculentos no definen a los cactus, lo que sí los define son las areolas, que son visibles a simple vista. Las areolas son áreas que parecen “botones”, donde se desarrollan las espinas, flores e incluso ramas (Bravo y Sánchez, 1978). En los nopales y en las tunas (Figura 3), podemos observar esas areolas algodonosas y espinosas que constituyen meristemas de crecimiento especializados característicos. Todas las plantas que tienen areolas

son cactus y, por tanto, pertenecen a la familia Cactaceae, que además presentan ovarios ínferos rodeados por pericarpelos carnosos (Anderson, 2001). Por ejemplo, al pelar los nopales y las tunas, retiramos las espinas grandes y pequeñas, concentradas en esas pequeñas areolas (Figura 3).

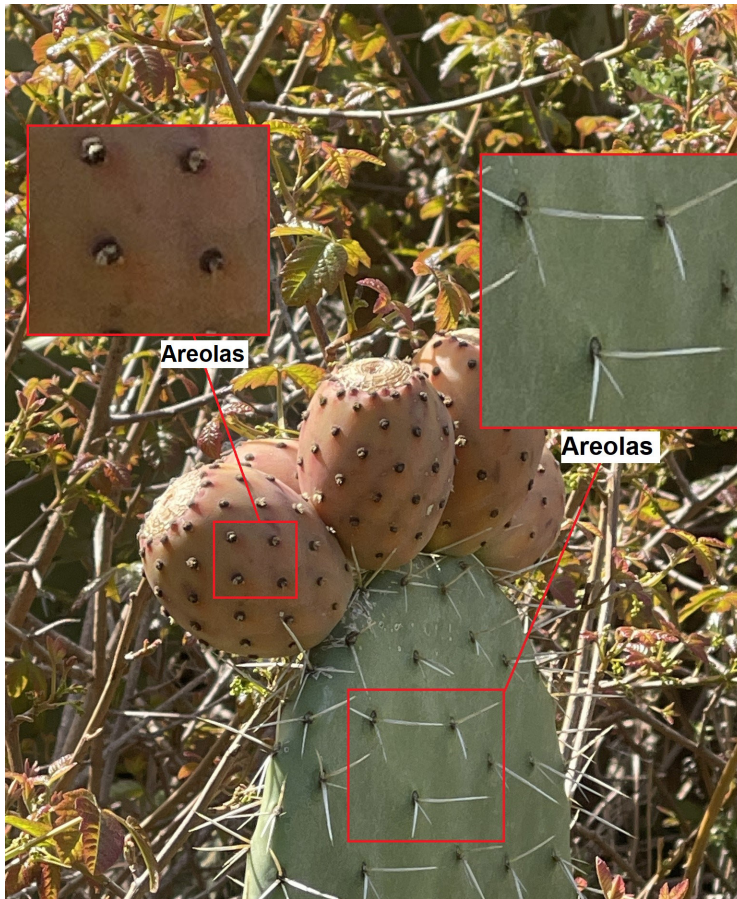


Figura 3. El nopal de la foto es de la especie *Opuntia ficus-indica*; tiene espinas en los tallos y en los frutos (tunas). Las areolas son las zonas de donde salen las espinas. Créditos: ©Fred Watson modificada por Sharon Rosas y Sofía Solórzano.

Centros de diversidad cactológica del mundo

Desde el sureste de Canadá hasta la Patagonia hay cactáceas, y aunque se les puede encontrar en bosques húmedos y templados, en selvas tropicales y manglares, así como en bosques fríos de coníferas; estas son más diversas en las zonas áridas y semiáridas del sureste de Estados Unidos, México y América del Sur (Anderson, 2001).

Los patrones actuales de distribución de las cactáceas señalan a ciertas áreas del continente americano como centros de mayor diversidad. Algunos autores han identificado que esos centros se hallan principalmente en México y en América del Sur. De acuerdo con Mutke et al. (2015) se destacan siete centros por su alta diversidad cactológica, los que suman 877 especies y 173 géneros. Cuatro de ellos se ubican en México y suman 542 especies y 100 géneros; los otros tres centros están en América del Sur, en donde destacan la región de los Andes Centrales, la Caatinga y la Mata-Atlántica, que suman 335 especies y 73 géneros. Respecto a los cuatro centros de México, estos abarcan a los

desiertos Chihuahuense y Sonorense (centro Chihuahua), otro está en el estado de Jalisco (centro Jalisco), al centro-sur de México está el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (centro Puebla-Oaxaca) y una región de los estados de Sonora y Sinaloa (centro Sonora-Sinaloa). Sin embargo, varios estudios previos ya habían reconocido a algunas de estas zonas por su diversidad de cactus. Por ejemplo, Hernández et al. (2004) identificaron que el Desierto Chihuahuense registra 324 especies agrupadas en 39 géneros. Recientemente, Brailovsky y Hernández (2022) reconocieron a los desiertos Chihuahuense y Sonorense, así como al Valle de Tehuacán-Cuicatlán como áreas que destacan por su diversidad de cactus. Por lo anterior, a México se le reconoce como el país que concentra la mayor riqueza mundial de cactáceas, con casi 700 especies, de las cuales el 74% (517 especies) solo viven en el territorio mexicano, es decir, son endémicas (Ortega-Baes y Godínez, 2006).

Debido a que no hay fósiles de cactus, con base en filogenias moleculares se ha propuesto su origen en América del Sur (Nyffeler, 2002), que se estima ocurrió hace 35 millones de años (Arakaki et al., 2011). En estudios palinológicos realizados en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Puebla y Oaxaca) se han hallado granos de polen de cactus columnares (Ramírez-Arriaga et al., 2014; Ramírez-Arriaga et al., 2017) en estratos geológicos cuya edad se estimó en 16 millones de años. Desde ese entonces, los cactus en esa región de México han evolucionado. En particular, en la zona árida del Altiplano Mexicano, los cactus globosos pequeños han proliferado y diversificado en los últimos 7 millones de años (Chincoya et al., 2023).

La dramática situación de la conservación de los cactus.

La [Lista Roja de Especies Amenazadas](#) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) incluye 1,478 taxa (especies y subespecies) distribuidos en cinco categorías de riesgo. México encabeza esta lista con 601 taxa, seguido de Brasil con 274. Las categorías de mayor amenaza son en Peligro Crítico de extinción (CR) y en Peligro de Extinción (EN), que agrupan a 277 taxa de cactus (IUCN, 2023; ver Cuadro 1). Por otro lado, en México, la Norma Federal NOM-059-SEMARNAT-2010 incluye a 269 taxa (ver Cuadro 1) en tres categorías de riesgo, según sus propias evaluaciones y criterios (DOF, 2019).

México (NOM-059- SEMARNAT-2010)		Nivel Mundial (IUCN)	
Categoría	Número de especies	Categoría	Número de especies
1. En peligro de extinción (P)	38	1. En peligro crítico de extinción (CR)	99
2. Amenazadas (A)	80	2. En peligro de extinción (EN)	178
3. Sujetas a protección especial (Pr)	151	3. Vulnerable (VU)	139
		4. Casi amenazado (NT)	75
		5. Preocupación menor (LC/LR)	858
		6. Datos insuficientes (DD)	129
Total	269	Total	1,478

Cuadro 1. Categorías de riesgo y número de especies de cactus incluidas en listas de riesgo a nivel nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010) y a nivel mundial (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN).

Por otro lado, México, junto con otros países, firma el acuerdo CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) con el propósito de controlar, regular o prohibir la venta internacional de especies. El CITES jerarquiza estas restricciones de comercio en tres Apéndices, siendo el Apéndice I el más estricto, ya que contiene a las especies para las que se prohíbe la venta de individuos completos vivos o

muertos, y partes de ellos, como serían pedazos de plantas y semillas en el caso de los cactus, salvo mediante permisos especiales o para efectos de colección y manejo científico de los ejemplares. El Apéndice I contiene 81 taxa de cactus, mientras que el resto están en el Apéndice II, exceptuando a los géneros *Pereskia*, *Pereskiaopsis* y *Quiabentia*, que no están incluidos en ninguno de los tres apéndices (CITES, 2023).

Amenazas que ponen en riesgo a los cactus

Las principales amenazas reconocidas para los cactus son la expansión de la agricultura, la ganadería y la acuacultura, las grandes obras de infraestructura, el uso biológico y los desarrollos residenciales y comerciales (Oldfield, 1997). Esto evidencia que el cambio en el uso del suelo y el saqueo de plantas vivas representan las principales amenazas para la persistencia a largo plazo de los cactus; incluso la extracción de ejemplares y la construcción de desarrollos urbanos pueden diezmar poblaciones enteras (Goettsch et al., 2015). Por ende, su conservación requiere la protección tanto de las especies como de los lugares en los que habitan. Las plantas vivas y las semillas también son destinadas a grandes colecciones privadas, y la alta demanda del mercado ilegal, conformado por consumidores aficionados a nivel nacional e internacional, pone en riesgo a los cactus (Margulies et al., 2022).



Figura 4a. *Echinocactus platyacanthus*. Crédito: [monitorzapotitlansalinas](https://www.monitorzapotitlansalinas.com).

4a) *Echinocactus platyacanthus*



Figura 4b. *Ferocactus histrix*.
Crédito: © Juan Carlos Flores.

La extracción intensiva y crónica de plantas por motivos culturales también plantea un problema para la conservación de las cactáceas (PROFEPA, 2016). Por ejemplo, en la gastronomía mexicana, el acitrón, un ingrediente de varios platillos, solía obtenerse de los cactus, principalmente de *Echinocactus platyacanthus* (Figura 4a) y *Ferocactus histrix* (Figura 4b). Estas especies son endémicas de México y se encuentran en la categoría de en Peligro de Extinción y Sujeta a Protección Especial, respectivamente (DOF, 2019). La explotación de especies en peligro de extinción está estrictamente prohibida, y cualquier actividad extractiva debe ser denunciada ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Además, estas dos especies, al igual que la mayoría de las cactáceas, presentan tasas de crecimiento muy lentas, dificultando la recuperación de sus poblaciones. Por ejemplo, la biznaga burra, *E. platyacanthus*, en condiciones naturales crece de 1 a 2 cm por año (Jiménez-Sierra y Eguiarte, 2010; Figura 4a), lo que implica que se necesitan décadas para tener plantas adultas capaces de reproducirse. En el ámbito culinario, una alternativa es reemplazar el acitrón obtenido de los cactus por dulces de camote, papaya y chilacayote (Cedillo, 2020).

El saqueo de plantas, un problema que todos podemos evitar

Todos podemos contribuir a evitar el saqueo de plantas implementando el buen hábito ciudadano de no comprar plantas cuyo origen sea desconocido o sospechoso. El saqueo masivo de cactus, sin control, se ejerció desde el siglo pasado hacia países extranjeros, particularmente hacia Alemania, Austria, Bélgica, Holanda, República Checa, Japón y Estados Unidos de América (Scheinvar, 2004). Algunos naturalistas al parecer se interesaron en coleccionar cactus con fines de estudio (Motttram, 2014); sin embargo, la gran mayoría ha sacado plantas y semillas para venderlos en sus propios países (Robbins, 2003).

Esta práctica de comercio ilegal intenso ha llevado a que hoy día muchas especies raras y en peligro de extinción se vendan sin restricciones en varios sitios de internet de distintos países de Europa occidental y Asia (Olmos-Lau y

Mandujano, 2016). El comercio ilegal trafica tantas plantas que puede acabar con toda una población y colocar a toda una especie en la posibilidad de desaparecer (Goettsch et al., 2015). Entre los cactus, los que más preocupan son las llamadas especies raras. Estas especies suelen tener una distribución geográfica altamente restringida, con una o pocas poblaciones las que en general son de tamaño pequeño (Hernández y Godínez, 1994). Desde hace décadas, las especies raras han estado bajo una presión de recolección y saqueo tan intensos que casi todos se encuentran en peligro crítico de extinción (Margulies et al., 2022). Esto se debe a la alta demanda que tienen las especies raras en el mercado ilegal donde alcanzan los precios más altos (Robbins, 2003); sin embargo, muchas de estas plantas mueren en el tránsito antes de llegar a sus compradores, principalmente coleccionistas privados del extranjero.

Además, en las últimas décadas, en lo que se conoce como arquitectura del paisaje, especies suculentas, incluyendo varios cactus columnares y biznagas de gran tamaño, se extraen de poblaciones naturales para decorar jardines residenciales y áreas verdes públicas. Para mitigar esta extracción, en el sur de Estados Unidos de América (Arizona y Texas) se ha implementado la producción de estas plantas en invernaderos legales, siendo Arizona líder como exportador de cactus, vendiendo a más de 40 países (Robbins, 2003). En contraste, en México, obtener la autorización para cultivar y exportar plantas propagadas es complejo, ya que se enfrentan a regulaciones estrictas y trámites complicados que desalientan a muchos productores (Bárcenas, 2003).

En México, muchas plantas extraídas ilegalmente se venden localmente en mercados y en la calle, y varias páginas de internet anuncian especímenes sin mostrar permisos que garanticen un origen y producción legal (Olmos-Lau y Mandujano, 2016). Para dimensionar el problema, el lector puede considerar el impacto de mil personas comprando una planta cada una, lo que equivale a mil plantas lo que puede representar a toda una población o especie completa (Solórzano et al., 2016). Otro aspecto a tener en cuenta es que a mayor precio de un cactus, mayor es el riesgo de su desaparición, ya que la falta de opciones legales impulsa la extracción ilegal con sus costos asociados (Robbins, 2003).

Si el saqueo de cactus es un delito y su venta una amenaza, ¿cómo obtener un cactus sin perjudicarlos? Si te apasionan los cactus, puedes adquirirlos con la garantía de que fueron producidos en viveros y en unidades de manejo con los permisos legales correspondientes, o de aquellos vendidos en jardines botánicos. Estos lugares exhiben permisos en sus instalaciones y colocan etiquetas en las macetas que indican el origen del vivero que propagó esa especie. En nuestro país, los permisos son emitidos por la SEMARNAT, a través de Unidades de Manejo Ambiental, Predios de Manejo Ambiental, Instituciones Universitarias y organizaciones ambientales. Aunque puede ser tentador, se debe evitar comprar en sitios de internet con plantas de procedencia dudosa. También es recomendable no adquirir cactus vendidos en la calle o aquellos que carezcan de la etiqueta de producción certificada en las macetas.

El caso de los cactus pequeños

Los cactus de tamaño reducido (menos de 30 cm de altura) son codiciados por su tamaño compacto, sus flores vistosas y sus formas llamativas (Figura 5a y 5b). Estos cactus son ideales para cualquier azotea, balcón o ventanal, ya que requieren cuidados sencillos, convirtiéndolos en plantas ornamentales de alta demanda. No sorprende que estas plantas de pequeño tamaño, al igual que sus contrapartes más grandes, los cactus globosos y columnares, estén siendo afectadas por el mercado ilícito.

Esta demanda se ha sumado a la problemática del cambio en el uso de suelo en sus hábitats naturales, llegando al punto en que en México el mayor porcentaje (63%) de especies en riesgo pertenece a géneros de cactus pequeños, destacando entre ellos los géneros *Ariocarpus* (7 especies) y *Mammillaria* (109) (DOF, 2019; Figura 5).

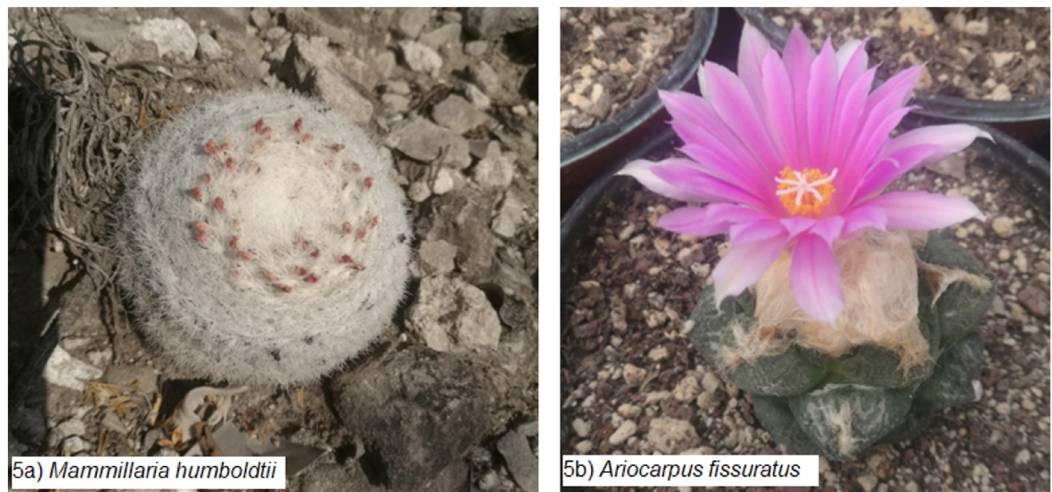


Figura 5. Los cactus se ven seriamente afectados por el mercado ilícito debido a sus formas y flores llamativas: a) *Mammillaria humboldtii*, b) *Ariocarpus fissuratus*. Crédito: Sharon Rosas.

Además de amenazar la existencia de estas especies, el mercado ilegal de cactus conlleva daños económicos significativos, estimándose que pueden alcanzar hasta los dos mil millones de dólares al año (Lawrence, 2022). Cuantificar el impacto real del saqueo de especies es un desafío, ya que se comercializan plantas completas o partes de ellas, e incluso semillas, lo que complica aún más el problema (Olmos-Lau y Mandujano, 2016; Robbins, 2003). Algunas estimaciones indican que anualmente se comercializan entre 7 y 8 millones de cactus en el mercado nacional e internacional (Scheinvar, 2004).

Conclusiones

Las actividades humanas han tenido un impacto negativo en las poblaciones de cactus, una situación cada vez más preocupante debido a la elevada tasa de cambio en el uso de suelo y el saqueo. Dado que los cactus desempeñan un papel crucial en los ecosistemas naturales, su pérdida puede afectar a otras

especies, desencadenando una cascada de daños que eventualmente alteraría las funciones del ecosistema e incluso podría llevar a su pérdida. Es crucial evitar el uso de productos como el acitrón original, actualmente prohibido, y la recolección ilegal de semillas, que reduce los bancos naturales de germoplasma. Afortunadamente, podemos contribuir evitando la compra de cactus de procedencia ilícita y respaldando a los viveros que cuentan con permisos para continuar su producción. También es esencial promover los viveros nacionales que legalmente abastecen la demanda del mercado de plantas en riesgo, con el objetivo de mitigar la extracción ilegal. Aunque pueda parecer increíble, pequeñas acciones pueden marcar una gran diferencia.

Referencias

- ❖ Anderson, E. (2001). *The cactus family*. Timber Press.
- ❖ Arakaki, M., Christin, P., Nyffeler, R., Lendel, A., Eggli, U., Ogburn, R. M., Spriggs, E. L., Moore, M. J. y Edwards, E. J. (2011). Contemporaneous and recent radiations of the world's major succulent plant lineages. *Proceedings Of the National Academy Of Sciences Of The United States Of America*, 108(20), 8379-8384. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100628108>
- ❖ Bárcenas, T. (2003). Part II. Chihuahuan Desert Cacti in Mexico: An assessment of trade, management, and conservation priorities. En: *Pricky trade: trade and conservation of Chihuahuan Desert Cacti* (Ed. Christopher S. Robbins). TRAFFIC North America. <https://n9.cl/rf6gvg>
- ❖ Brailovsky, D. y Hernández, H. M. (2022). Cacti in the Mazapil Region, Chihuahuan Desert, Mexico: Diversity, Geographical Patterns and Conservation. *Haseltonia*, 28(1). <https://doi.org/10.2985/026.028.0103>
- ❖ Bravo, H. y Sánchez, H. (1978). *Las cactáceas de México, volumen I*. UNAM. (Original publicado en 1937).
- ❖ Cedillo, C. (2020). La dulce ilegalidad del acitrón. CENCORAMA. http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/662_cienciorama.pdf
- ❖ Chincoya, D. A., Arias, S., Vaca-Paniagua, F., Dávila, P. y Solórzano, S. (2023). Phylogenomics and Biogeography of the Mammilloid Clade Revealed an Intricate Evolutionary History Arose in the Mexican Plateau. *Biology*, 12(4), 512. <https://doi.org/10.3390/biology12040512>
- ❖ Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). (2023). *Checklist of CITES species*. <https://checklist.cites.org>. Consultado el 13 de diciembre de 2023.
- ❖ Diario Oficial de la Federación (DOF). (2019). Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Distrito Federal, México: Diario Oficial de la Federación; 14 de noviembre de 2019. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019

- ❖ Flores, J. C. (2023, marzo). *Biznaga Barril de Acitrón*. Naturalista. <https://www.naturalista.mx/photos/261800409>
- ❖ Goettsch, B., Hilton-Taylor, C., Cruz-Piñón, G., Duffy, J. P., Frances, A., Hernández, H. M., Inger, R., Pollock, C. M., Schipper, J., Superina, M., Taylor, N., Tognelli, M. F., Abba, A. M., Arias, S., Arreola-Nava, H. J., Baker, M. A., Bárcenas, R. T., Barrios, D., Braun, P., . . . Gaston, K. J. (2015). High proportion of cactus species threatened with extinction. *Nature Plants*, 1(10). <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.142>
- ❖ Grobler, A. (2016, octubre). *Euphorbia meloformis*. iNaturalistEc. <https://ecuador.inaturalist.org/photos/15881224>
- ❖ Hernández, H. M. y Godinez, A. (1994). Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazada. *Acta Botanica Mexicana*, 26, 33-52. <https://doi.org/10.21829/abm26.1994.690>
- ❖ Hernández, H., Gómez, C. y Goettsch, B. (2004). Checklist of Chihuahuan Desert Cactaceae. *Harvard Papers in Botany*, 9, 51-68. <https://tinyurl.com/27nh5zfy>
- ❖ Jiménez-Sierra, C. L., y Eguiarte, L. E. (2010). Candy Barrel Cactus (*Echinocactus platyacanthus* Link & Otto): A Traditional Plant Resource in Mexico Subject to Uncontrolled Extraction and Browsing. *Economic Botany*, 64(2), 99-108. <http://www.jstor.org/stable/41001171>
- ❖ Lawrence, M. (2022, February 23). These tiny succulent plants are being poached by the thousands. *Vox*. <https://www.vox.com/down-to-earth/22935166/succulent-plant-poaching-jared-margulies>
- ❖ Lowry, M. (2006, 28 octubre). *Pereskia Sacharosa*. NaturalistaCO. <https://colombia.inaturalist.org/photos/61375032>
- ❖ Margulies, J. D., Moorman, F. R., Goettsch, B., Axmacher, J. C. y Hinsley, A. (2022). Prevalence and perspectives of illegal trade in cacti and succulent plants in the collector community. *Conservation Biology*, 37(3). <https://doi.org/10.1111/cobi.14030>
- ❖ Mendiola González M. A. (2020, 29 de agosto). *Babuya Negra, Penco Negro*. iNaturalistEc. <https://ecuador.inaturalist.org/photos/93216400>
- ❖ Monitorzapotitlansalinas. (2017). *Biznaga Burra Echinocactus platyacanthus*. iNaturalistMx. <https://mexico.inaturalist.org/observations/8855691>
- ❖ Mottram, R. (2014). Curt Backerberg: A history and evaluation of his work on cacti. *The Cactician*, 6: 1-57. <https://n9.cl/zi1v8>
- ❖ Mutke, J., Burstedde, K., Geffert, J., Miebach, A., Rafiqpoor, M., Stein, A. y Barthlott, W. (2015). Mapping the diversity of cacti. En: Barthlott, W. (Ed.), *Biogeography and biodiversity of cacti* (pp. 30-36). Oldenburgo, Schumannia.
- ❖ 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(2), 312-326. <http://www.jstor.org/stable/4131304>
- ❖ Oldfield, S. (1997). *Cactus and succulent plants*. IUCN, ssc *Cactus and Succulent Specialist Group*. IUCN, Gland. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/1997-041.pdf>

- ❖ Olmos-Lau, V. R., y Mandujano, M. C. (2016). An open door for illegal trade: online sale of *Strombocactus disciformis* (Cactaceae). *Nature And Conservation*, 15, 1-9. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.15.8259>
- ❖ Ortega-Baes, P. y Godínez-Álvarez, H. (2006). Global Diversity and Conservation Priorities in the Cactaceae. *Biodiversity And Conservation*, 15(3), 817-827. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-1461-x>
- ❖ Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). (2016). *Acitrón, dulce regalo del desierto*. http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/662_cienciorama.pdf
- ❖ Quinn, T. (2016, 6 de noviembre). *Izote Gigante*. iNaturalistMx. <https://mexico.inaturalist.org/photos/5464159>
- ❖ Ramírez-Arriaga, E., Prámparo, M. B., Nieto-Samaniego, Á. F. y Valiente-Banuet, A. (2017). Eocene Mequitongo Formation palynoflora from the intertropical Tehuacán–Cuicatlán Valley, Mexico. *Review Of Palaeobotany and Palynology*, 246, 14-31. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2017.06.001>
- ❖ Ramírez-Arriaga, E., Prámparo, M. B., Nieto-Samaniego, Á. F., Martínez-Hernández, E., Valiente-Banuet, A., Macías-Romo, C., y Dávalos-Álvarez, O. G. (2014). Palynological evidence for Middle Miocene vegetation in the Tehuacán Formation of Puebla, Mexico. *Palynology*, 38(1), 1-27. <https://doi.org/10.1080/01916122.2013.802750>
- ❖ Robbins, C. (2003). Part I. Chihuahuan Desert Cacti in the United States: An assessment of trade, management, and conservation priorities. En: *Pricky trade: trade and conservation of Chihuahuan Desert Cacti* (Ed. Christopher S. Robbins). TRAFFIC North America.
- ❖ Scheinvar, L. (2004). *La flora cactológica del estado de Querétaro: diversidad y riqueza*. Fondo de Cultura Económica.
- ❖ Solórzano, S., Arias, S., y Dávila, P. (2016). Genetics and Conservation of Plant Species of Extremely Narrow Geographic Range. *Diversity*, 8(4), 31. <https://doi.org/10.3390/d8040031>
- ❖ Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). (2023). *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2023-1. (<http://www.iucnredlist.org>). Consultado el 13 de diciembre de 2023.
- ❖ Watson, F. (2021). *Nopal de Castilla*. iNaturalistMx. <https://mexico.inaturalist.org/observations/70781509>