

CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES
AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES



Vigésimo quinta reunión del Comité de Flora
Ginebra (Suiza), 17 y 20-23 de julio de 2020

Cuestiones específicas sobre las especies

Mantenimiento de los Apéndices

Examen periódico de las especies incluidas en los Apéndices I y II

EXAMEN PERIÓDICO DE *ARIOCARPUS RETUSUS*

1. El presente documento ha sido presentado por la Autoridad Científica de México (CONABIO)*.
2. Durante la 23ª reunión del Comité de Flora (Ginebra, Suiza, julio de 2017) y en respuesta a la Notificación a las Partes No. 2017/069, México ofreció evaluar *Ariocarpus retusus* como parte del Examen periódico de especies incluidas en los Apéndices de la CITES de conformidad con la Resolución Conf. 14.8 (Rev. CoP17).
3. *Ariocarpus retusus* es un cactus endémico de México, cuya distribución se restringe al Desierto Chihuahuense en colinas calizas y pedregosas de sitios con vegetación del tipo matorral xerófilo. El área de distribución potencial de la especie es de alrededor de 100,000 km²; aunque su área de ocupación se ha estimado entre 10,490 km² y 12,661.15 km². Únicamente el 8.6% del área de ocupación de *A. retusus* se encuentra resguardada en un Área Natural Protegida (ANP). El tamaño estimado de la población en 2019 es alrededor de 9,252.36 individuos. La especie presenta restricciones biológicas, reproductivas y demográficas intrínsecas, que en conjunto con el cambio de uso de suelo y la extracción ilegal de ejemplares de vida silvestre, comprometen la permanencia y viabilidad de sus poblaciones silvestres.
4. Presenta una alta demanda en el comercio internacional por ser una de las especies más apreciadas por los coleccionistas. De 2000 a 2018, se han registrado más de 800 exportaciones en la base de datos del Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación (UNEP-WCMC por sus siglas en inglés). Entre 2019 y 2020, se registraron un total de 1,591 individuos de *A. retusus* en venta en la web; sin embargo, sólo Alemania, Italia y República Checa han registrado viveros que la reproducen artificialmente.
5. Después de analizar la situación de la especie, México recomienda que *Ariocarpus retusus* se mantenga en el Apéndice I de la CITES, de conformidad con los criterios del Anexo 1: A (i, ii, iii, v), B (i, ii, iii, iv), C (i, ii) de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17).

* Las denominaciones geográficas empleadas en este documento no implican juicio alguno por parte de la Secretaría CITES (o del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La responsabilidad sobre el contenido del documento incumbe exclusivamente a su autor.

A. Propuesta de la revisión periódica

Mantener *Ariocarpus retusus* en el Apéndice I de la CITES, de conformidad con los criterios del Anexo 1: A (i, ii, iii, v), B (i, ii, iii, iv), C (i, ii) de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17).

B. Autor de la propuesta

Mexico*

C. Justificación

1. Taxonomía

- 1.1 Clase: Magnoliopsida
- 1.2 Orden: Caryophyllales
- 1.3 Familia: Cactaceae
- 1.4 Género, especie o subespecie, incluido el autor y el año: *Ariocarpus retusus* (Scheidw 1938)
- 1.5 Sinónimos científicos: ver Anexo 1
- 1.6 Nombres comunes: español: chaute, chautle, falso peyote, peyote cimarrón, pezuña de venado, cactus estrella, peyote brujo, peyote loco
francés:
inglés: Wild peyote, living rock, seven stars
- 1.7 Número de código: 18189

2. Visión general

Durante la 23ª Reunión del Comité de Flora (2017, Ginebra), México se postuló como revisor de *Ariocarpus retusus* dentro del proceso de Revisión Periódica de conformidad con la Res. Conf. 14.8 (Rev. CoP17 para el periodo entre la CoP17 y la CoP19).

3. Características de la especie

3.1 Distribución

Ariocarpus retusus es endémica de México, es la segunda especie con la distribución más amplia dentro del género *Ariocarpus* (Hernández *et al.* 2010), y se encuentra en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Zacatecas y posiblemente Durango (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991; Guzmán *et al.* 2003).

Para determinar la distribución actual de *Ariocarpus retusus*, se elaboró un mapa de distribución potencial a partir de registros georreferenciados de ocurrencia de la especie y variables abióticas (Fig. 1). El modelo resultante indica que *A. retusus* tiene un área de distribución potencial de 113,138 km², que representa aproximadamente el 21.2% de la extensión total del Desierto Chihuahuense, cuya área es de 533.660 km² (Hernández *et al.* 2010). Sin embargo, es posible que el área de distribución de la especie esté sobrestimada, ya que el modelo establece sitios de idoneidad a partir de factores ambientales, sin considerar variables biológicas como las interacciones bióticas e incluso la biología de la especie. De acuerdo con Hernández y Navarro, 2007, se distribuye discontinuamente y requiere de sitios especializados o restringidos para su establecimiento, tal es el caso de lomas o colinas

* Las denominaciones geográficas empleadas en este documento no implican juicio alguno por parte de la Secretaría CITES (o del Programa de las Naciones Unidas) para el Medio Ambiente sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La responsabilidad sobre el contenido del documento incumbe exclusivamente a su autor.

pedregosas, indicando que puede llegar a ocupar un área de 10.490 km² hasta 12.661 km², que representa apenas el 11.2% del área de distribución potencial actual estimada (Fig. 1).

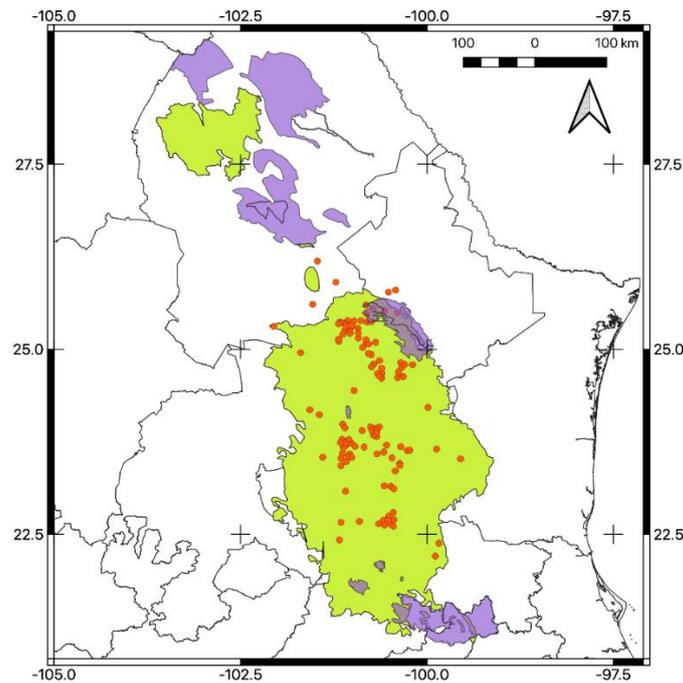


Figura 1. Registros de presencia (puntos anaranjados) y distribución potencial (en color verde) de *Ariocarpus retusus* en México, en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. En color morado se señalan las Áreas Naturales Protegidas cercanas al área de distribución.

3.2 Hábitat

La especie se encuentra en zonas desérticas y semidesérticas de México; en colinas calizas y pedregosas (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991, Rodríguez-Garza *et al.* 2011), sobre lomas con pendientes que oscilan entre 4 y 19° (Villavicencio Gutiérrez *et al.* 2010). Se encuentra entre los 1,300 y 2,384 msnm, aunque en algunos sitios del Estado de Nuevo León, se le puede encontrar por debajo de 500 msnm (Flores 2011, Villavicencio Gutiérrez *et al.* 2013). En los sitios donde se encuentra *A. retusus*, predomina el clima BSh (estepas cálidas) con temperaturas cálidas durante todo el año y con lluvias escasas que oscilan entre 250 y 500 mm anuales. El suelo donde se establece generalmente es del tipo litosol (o leptosoles); que son suelos poco profundos (10 cm), pedregosos, con abundante material calcáreo. En el 94.4% de los sitios donde se establece *A. retusus*, predomina el tipo de vegetación de matorral xerófilo (Rzedowski 1978). Crece junto a individuos de la misma especie, rocas, otras cactáceas, así como debajo del dosel de especies como *Jatropha dioica* y *Dasyllirion longissimum*; interacción conocida como nodricismo. Estas plantas u objetos nodrizas pueden modificar las condiciones ambientales y generar un microambiente menos extremo, lo que favorece el establecimiento y crecimiento de la especie (Valiente-Banuet y Ezcurra 1991; Ramírez Collantes 2011).

3.3 Características biológicas

Los individuos de *A. retusus* comienzan a reproducirse después de alcanzar una talla superior a 6 cm de diámetro. Debido a que la especie presenta un crecimiento lento, puede llegar a transcurrir hasta una década antes de que ocurra la primera floración en condiciones de cultivo (Sato y Sugiri 1996; Kessler y Stupp 2006; Cárdenas-Ramos 2015); esta cifra debe ser diferente en condiciones naturales. Los individuos reproductivos de alrededor de 6 cm de diámetro, con frecuencia producen un botón floral por temporada reproductiva (septiembre-noviembre); sin embargo, los individuos más grandes y longevos tienen un despliegue floral más grande (hasta cinco flores), lo que permite la formación de más frutos y semillas. La reproducción es únicamente sexual (Flores 2011, Martínez-Peralta y Mandujano 2012), por lo que se requiere que una buena cantidad de individuos reproductivos

florezcan al mismo tiempo y que la disponibilidad de polinizadores sea suficiente (principalmente abejas; Martínez-Peralta y Mandujano 2012).

La liberación de las semillas ocurre inmediatamente después de la dehiscencia de los frutos maduros. Cuando las semillas se liberan pueden ser dispersadas por agua (hidrocoria), viento (anemocoria) y/o por desprendimiento debido a su propio peso (barocoria; Rodríguez 2008, Flores 2011, Martínez-Peralta 2014c). Las semillas son fotoblásticas positivas (germinación inducida por la luz; Flores y Jurado 2011, Rojas-Aréchiga *et al.* 2013) y presentan latencia fisiológica (periodo de maduración del embrión; Orozco-Segovia *et al.* 2007). Las plántulas comienzan a desarrollar raíces secundarias después de 15 días posteriores a la germinación, y el primer par de tubérculos surge entre los cotiledones después de 20 días de que emerge la radícula. Los tubérculos presentan cinco espinas setosas (con pelos tiesos como cerdas) en los vértices (Olguín Santos 1994).

3.4 Características morfológicas

Esta cactácea subglobosa es principalmente solitaria y de hábitos geófitos, porque las raíces o los tallos pueden situarse por debajo del suelo (Raunkiaer 1934; Vázquez-Sánchez *et al.* 1982; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991; Aguilar-Morales *et al.* 2011; Martínez Peralta 2014c). El tallo subterráneo presenta un sistema de canales mucilaginosos muy desarrollado que le permite almacenar agua durante los meses más secos del año (Anderson 1962; Vázquez-Sánchez *et al.* 1982; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991). Su apariencia es arrosetada, mide 12 cm de alto y 10 a 25 cm de diámetro (Fig. 2a). El ápice de la planta presenta muchos tricomas largos, setosos de color blanco o amarillo que se denominan en conjunto como lana, y que se desarrollan a partir de las areolas floríferas. El tallo globoso y carnoso, se encuentra enterrado en el suelo y está conformado por numerosos tubérculos triangulares atenuados hacia la base, dispuestos en espirales. Los tubérculos son ligeramente más largos que anchos, y miden de 1.5 a 4 cm de largo y de 1 a 3.5 cm de ancho, de una coloración verde glauco cenizo o grisáceo, con consistencia cartácea (como la del papel o pergamino), superficie convexa o plana, tenuemente ondulada o arrugada, sin hendiduras. Los tubérculos culminan en puntas agudas, con areolas espiníferas lanosas, pequeñas, circulares, de 1 a 5 mm de diámetro, con o sin espinas vestigiales reducidas (Fig. 2b; Anderson 1962, Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991, Olguín Santos 1994).



Figura 2. a) Vista superior de un individuo de *Ariocarpus retusus* (autor: Carlos Gerardo Velazco Macías); b) Acercamiento a los tubérculos de *A. retusus* (autor: César Edgardo Rodríguez Ortega; ambas fotos fueron tomadas del Banco de Imágenes de CONABIO <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/>)

Las flores son hermafroditas, de forma campanulada o infundibuliforme (de embudo) y surgen del centro o de los costados del ápice (Villavicencio Gutiérrez *et al.* 2013). El color de las flores es blanco, en ocasiones con rosa pálido o rosa (Martínez-Peralta y Mandujano 2012). El polen es tricolpado (con tres líneas germinales) y se puede encontrar de 5 a 130 granos de polen/antera en flores expuestas a los polinizadores, y hasta 249,572 granos de polen en una flor completa, cada grano de 80 a 85 micras (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991, Martínez-Peralta *et al.* 2014b, Cárdenas-Ramos 2015).

El fruto ovoide emerge del ápice y mide de 20 a 25 mm de largo, es de color blanco verdoso o rosa pálido, y conserva los restos florales secos en el ápice. Las semillas tuberculadas son de color negro, con arilo pequeño, no mayores a 1.5 mm de diámetro, con un peso promedio de 0.911 mg, de 1.458 mm de largo y 1.163 mm de ancho en promedio. En un fruto se pueden contar entre 6 y 136 semillas (promedio de 76 semillas por fruto; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991, Kessler y Stupp 2006, Rojas-Aréchiga et al. 2013, Martínez-Peralta et al. 2014b, Martínez-Peralta 2014c).

3.5 Función de la especie en su ecosistema

Las flores sirven como un sitio de refugio, de apareamiento, o como fuente de alimento (Anexo 2). Los polinizadores en busca de polen o néctar son principalmente abejas nativas solitarias de distintas familias y algunos escarabajos que pueden ser florívoros. Los chapulines (Orthoptera) se alimentan de los tubérculos de las plantas. Las hormigas (Formicidae) colectan lana de la zona apical, recogen los estambres y pétalos de plantas cercanas a los hormigueros (Cárdenas-Ramos 2015, Martínez-Peralta y Mandujano 2012). Ante la depredación, la planta puede arrojar un líquido blanco pegajoso (Flores 2011). Las arañas utilizan las flores como sitios para cazar insectos tales como abejas.

4. Estado y tendencias

4.1 Tendencias del hábitat

Del área de distribución potencial actual estimada para *A. retusus* (113,138 km²) en 2009, el 16% (18,107.45 km²) presentaba cambio de uso de suelo hacia la agricultura, la ganadería, las plantaciones forestales y zonas urbanas. Para el año 2017, el 26.24% (29,690.55 km²) del área de distribución potencial de la especie, fue modificado hacia las actividades económicas. Considerando estos datos, se calculó la tasa de pérdida de hábitat (Th) como una relación entre el área (km²) destinada a las actividades económicas en 2017, y el área (km²) con cambio de uso de suelo en 2009. Se obtuvo un valor de Th = 1.4740, que sugiere que en un periodo de ocho años (2009-2017) se presenta un incremento del 47.40% de cambio de uso de suelo en zonas con vegetación natural.

Los modelos de distribución potencial no consideran la influencia de las actividades antrópicas; variables que juegan un papel determinante en el establecimiento de *A. retusus*. La Dra. Mandujano de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quien elaboró el estudio para sustentar esta revisión (Mandujano, M. C., en prep.), señala que hasta el año 2017, 29,657.83 km² de la cobertura vegetal fueron modificados hacia la agricultura, la ganadería (intensiva o extensiva) y las plantaciones forestales y, 32.72 km² se modificaron hacia zonas urbanas; lo cual representa una pérdida de 26.24% (29,690.55 km²) del área de distribución potencial actual. Si consideráramos la influencia de las actividades antrópicas sobre la permanencia de *A. retusus*, se puede establecer que la distribución potencial actual de la especie es de 83,447.45 km²; no obstante, la reducción del área puede ser mayor considerando que la proyección se realizó con información de uso de suelo y vegetación del año 2017.

4.2 Tamaño de la población

En una población silvestre de *A. retusus* se puede encontrar de uno hasta 233 individuos en 50 m²; una población en promedio tiene 79.08 individuos (\pm 20.20). Si se considera el promedio de individuos por población y el número de poblaciones encontradas (117 registros de presencia), se puede establecer que el número de ejemplares de *A. retusus* que se encuentran aún en pequeñas poblaciones silvestres distribuidas en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas es de 9,252.36 individuos.

4.3 Estructura de la población

La estructura poblacional de *A. retusus* corresponde a las siguientes categorías de tamaño:

<u>Categoría de tamaño</u>	<u>Diámetro (cm)</u>
Plántulas	< 3
Juveniles	3.1 a 6
Adultos 1	6.1 a 9
Adultos 2	9.1 a 12
Adultos 3	12.1 a 15
Adultos 4	15.1 a 18
Adultos 5	18 a 21

Se analizaron 12 localidades de *A. retusus* de las que previamente se tenía un registro de herbario (Aguilar-Morales et al. 2011); en todas, la categoría menos representada es Adultos 5 (18.1-21 cm de diámetro), es decir, aquellos que contribuyen más con la fecundidad de la población y que tienen el potencial de producir más frutos y semillas por temporada reproductiva (Cárdenas-Ramos 2015).

Se observa una frecuencia irregular de individuos entre las categorías de tamaño (Mandujano et al. 2001). La categoría de Plántulas, así como las últimas categorías de tamaño, están representadas por una frecuencia muy baja de individuos y, las categorías de tamaño intermedias presentan una frecuencia alta de individuos. Esta estructura poblacional es una característica que se presenta en otras especies del género *Ariocarpus* (Mandujano et al. 2007, Mancilla 2012). Este patrón poblacional se debe a que las condiciones ambientales extremas impiden el establecimiento de nuevos individuos y el crecimiento de los individuos de las categorías intermedias, lo cual indica que la permanencia en la misma categoría o estadio de desarrollo es común en las poblaciones. En cuanto a la frecuencia baja de individuos en las últimas categorías de tamaño, ésta podría sugerir la baja sobrevivencia de los individuos adultos, o que constantemente son objeto de saqueos (Mandujano et al. 2007; Mandujano et al. 2001).

4.4 Tendencias de la población

Considerando la proyección de distribución potencial de la especie para el año 2050 (ver sección 4.5) en escenarios de cambio climático realizados para esta revisión, se estima la pérdida de 18 poblaciones para el 2050. Considerando además que al año se extraen de forma ilegal aproximadamente 117 individuos de la especie, se estima que para el año 2050 la población se reducirá alrededor de 5,030.64 individuos, lo cual representa una pérdida potencial de 45.62 % individuos con respecto al tamaño poblacional estimado. Sin embargo, el tamaño poblacional puede ser aún más pequeño, considerando que la proyección de distribución potencial no considera el cambio de uso de suelo; evento que determina la permanencia de las poblaciones silvestres de *A. retusus*.

4.5 Tendencias geográficas

Se elaboraron mapas de distribución potencial futura para el año 2050 a partir del modelo francés CNRM-CM5 probado para México (Fernández Eguiarte *et al.*, 2015), considerando dos escenarios de cambio climático o trayectorias representativas de concentraciones (RCP por sus siglas en inglés). Bajo un escenario de cambio climático RCP 4.5 (escenario conservador), el área de distribución de *A. retusus* será de 106,938 km²; lo cual implica una reducción de 6,200 km² con respecto a la proyección de distribución actual. Considerando el cambio de uso de suelo registrado hasta el año 2017 (29,690.55 km²), el área de distribución potencial para el año 2050 sería de 77,247.45 km² (Anexo 3, a) con respecto a la distribución actual. Por otro lado, el escenario de cambio climático RCP 8.5 (escenario extremo) indica que el área de distribución potencial de la especie sería de 108,496 km², es decir, 4,642 km² menos con respecto a la distribución actual, y considerando el mismo cambio de uso de suelo, sería de 78,805.45 km² (Anexo 3, b).

5. Amenazas

Existe sobreexplotación de la especie debido a su creciente oferta y demanda por ser una de las cactáceas más apreciada por los coleccionistas (ver sección 6.4).

El cambio de uso de suelo es otra de las principales causas de pérdida de esta especie. Por ejemplo, en el año 2013 en una localidad cercana al municipio de Miquihuana (Tamaulipas), se encontró una población silvestre de *A. retusus* conformada por 1,605 individuos. La densidad era de 5.33 ind/m², por lo que la población se encontraba en un buen estado de conservación. Sin embargo, se desmontó el terreno donde se encontraba la población para construir un abrevadero para el ganado, este evento antrópico provocó la pérdida de hasta 2,000 individuos (Cosultchi *et al.* 2014, Cárdenas-Ramos 2015). Tras el cambio de uso de suelo, se observó que los remanentes de vegetación natural son incapaces de recuperarse a corto plazo, el área desmontada fue colonizada por la especie invasora “cebollín” (*Asphodelus fistulosus*; Guerrero-Eloisa 2019). De acuerdo con lo anterior, los sitios donde se establece *A. retusus* están constantemente sujetos a presiones antrópicas.

La ganadería es la actividad económica que más contribuye al deterioro del hábitat y la muerte de individuos de *A. retusus*. En algunos sitios donde se introdujo pasto exótico para el ganado, se registró la muerte de algunos ejemplares de la especie, lo cual sugiere que la especie es sensible al cambio en la composición vegetal. El ganado, además de compactar el suelo, daña las estructuras vegetativas de los individuos, o provoca la muerte de algunos ejemplares a causa del pisoteo (Cárdenas-Ramos 2015). Los sitios también son utilizados como tiraderos de basura al aire libre o para la construcción de áreas urbanas y vías de comunicación, que, en el último caso, causan la fragmentación poblacional y facilitan el acceso a las poblaciones silvestres para la extracción ilegal de ejemplares.

6. Utilización y comercio

6.1 Utilización nacional

En México se han utilizado distintas especies del género *Ariocarpus*, incluida *A. retusus*, para la elaboración de pegamentos y adhesivos con fines tradicionales, no industriales, que se obtienen del mucílago que se produce en el tallo (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991, Batis y Royas 2002). Las comunidades cercanas al Parque Nacional Cumbres de Monterrey, en el Estado de Nuevo León, utilizan al *A. retusus* como remedio para el dolor de cuerpo o de cabeza. Este remedio requiere de la totalidad de la planta, que es comida o preparada en infusiones (Cantú *et al.* 2013). En las comunidades Huicholes de Durango y Zacatecas, es conocida como “falso peyote”, por ser considerada una planta con propiedades mágicas similares al peyote (*Lophophora williamsii*). La causa de las alucinaciones que provoca se debe a que en las estructuras vegetativas o tubérculos de los individuos se sintetizan metabolitos secundarios del grupo de los alcaloides (Hordenina, N-metil-3, 4-dimetoxifenetilamina, N-metil-4-metoxifenetilamina) y fenoles (N-metil-tiramina, retusina 3,3,4,7-tetramtoxi-5-hidroxi-flavona; Batis y Royas 2002).

En la medicina tradicional se ha utilizado a *A. retusus* como un remedio contra la fiebre (Bruhn y Bruhn 1973) y para combatir enfermedades cutáneas causadas por hongos. El tallo y las raíces sintetizan distintos metabolitos secundarios, tales como fenoles (cumarinas, flavonoides, leucoantocianinas, oxhidrilos fenólicos), terpenos (esteroles, metilesteroles, saponinas, sesquiterpenlactonas) y alcaloides que actúan como agentes antimicóticos. Un estudio comprobó que las saponinas sintetizadas en el tallo, inhibieron el crecimiento de las cepas *Microsporium cookei* y *Trichophyton tonsurans* (Rodríguez-Garza *et al.* 2011).

6.2 Comercio lícito

En la base de datos del UNEP-WCMC, se tienen registrados 817 eventos de exportación y 16 eventos de reexportación de *A. retusus* entre el 2000 y el 2018. La mayoría de las exportaciones (687; 84%) se registran para fines comerciales (T), todas las cuales involucran plantas vivas o semillas reproducidas artificialmente (utilizando tanto el código D, que es el que corresponde para exportaciones de especies Apéndice I cuando tienen fines comerciales, como el A, que se utiliza erróneamente). Solamente se registraron cuatro eventos de reexportación con código W (medio silvestre), de los cuales tres fueron eventos de reexportación con México como país de origen. Estas transacciones se hicieron en el año 2000, y los propósitos registrados fueron G (jardín botánico), L (aplicación de la ley/judicial/forense) y N (reintroducción o introducción en el medio silvestre). Del total de eventos de exportación, un poco más de la mitad fueron exportaciones de semillas (411 eventos, lo que equivale a aproximadamente 239,564 semillas) y en menor medida de plantas vivas (404 eventos, lo que equivale a aproximadamente 11,261 individuos). Los mayores exportadores durante este periodo fueron Estados Unidos de América (EUA), registrando 348 eventos de exportación, seguido por Tailandia con 238 eventos de exportación; ni EUA ni Tailandia -que en conjunto suman el 78% de las transacciones- cuentan con registros ante la CITES de viveros que reproducen artificialmente especímenes de especies de flora incluidas en el Apéndice I con fines de exportación (https://www.cites.org/esp/common/reg/s_nu.html) como lo establece la Resolución Conf. 9.19 (Rev. CoP15). Durante el periodo citado (2000 a 2018), 66 países importaron plantas o semillas de esta especie, siendo Suiza el principal importador, reportando 92 eventos de importación que involucraron un total de 1,436 plantas vivas y 21,390 semillas.

En ese periodo de 18 años, México únicamente reportó un evento legal de exportación en 2018 de una planta viva reproducida artificialmente con propósitos personales (P), ocho eventos de importación de semillas, y 3 de plantas vivas que se originaron en México.

A la fecha (abril 2020), sólo Alemania (2), Italia (4) y República Checa (4) tienen instalaciones dentro del Registro de viveros que reproducen artificialmente especímenes de especies de flora incluidas en el Apéndice I con fines de exportación (https://www.cites.org/esp/common/reg/s_nu.html).

En México existen 26 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de tipo intensivo (viveros que involucran aspectos de conservación de las especies silvestres que manejan), seis jardines botánicos y 19 Predios e Instalaciones que Manejan Vida Silvestre de forma confinada (PIMVS; viveros) autorizados para el aprovechamiento de *A. retusus*; ninguno de los cuales tiene registro ante la CITES de conformidad con la Res. Conf. 9.19 (Rev. CoP15).

En el vivero la Biznaga Vagabunda localizado en el municipio de Ezequiel Montes en el Estado de Querétaro, se puede adquirir una plántula de *A. retusus* en \$3 USD aproximadamente, esto representa entre \$0.20 y \$15 USD menos aproximadamente, que el precio de venta en el mercado ilegal. La competencia económica entre los productores de cactus y los saqueadores de cactáceas, podría representar una ventaja para combatir la extracción ilegal de ejemplares de vida silvestre.

6.3 Partes y derivados en el comercio

Se venden ejemplares en distintas etapas del ciclo de vida y de diferentes tamaños. La oferta y demanda de semillas o plantas completas es constante, sin considerar la compra o venta de otras partes de las plantas o sus derivados; tales como tubérculos, botones, flores, frutos o lana (ver siguiente sección).

6.4 Comercio ilícito

En el periodo entre 2000 y 2018, la base de datos de WCMC-PNUMA incluye 6 registros de exportaciones ilegales desde y hacia distintos países; involucrando alrededor de 52 plantas vivas de *A. retusus*, y una reexportación ilegal (en 2000) de 4 plantas cuyo origen era México.

Por su parte, Arroyo-Quiroz y Wyatt (2019) reportan que, entre 1980 y 2017, se registró la exportación ilegal de cuatro individuos y semillas (se desconoce la cantidad) de *A. retusus* a República Checa y de hasta 89 individuos cuyo destino final no se especificó. Durante la 11ª Reunión del Comité de Flora (Malasia, 2001), la Autoridad Científica de México informó que *A. retusus* fue la cactácea con mayor frecuencia en venta por internet con 79 registros (PC 11 Doc 21.2). De acuerdo con la investigación de comercialización de la especie por internet, realizada por la Dra. Mandujano (Mandujano, M. C., en prep.), entre 2019 y 2020, en un periodo de cuatro meses se registraron 326 transacciones ilegales a través de la web, que corresponden a más de 1,500 individuos y más de 5,000 semillas, cuadruplicando los registros del año 2001. El 6.8% de los registros corresponde a páginas web de México, y 93.2% a otros países. Se registraron 26 tiendas en línea que ofertan ejemplares y/o semillas, y 114 vendedores independientes que ofrecen a la especie en plataformas como AliExpress, Amazon, Bidorbuy (Sudáfrica), eBay, ETSI, Facebook y Mercado Libre.

Asimismo, la Dra. Mandujano señala que existe una alta frecuencia de ejemplares para venta ilegal en internet en diferentes países, por ejemplo, en China, Estados Unidos e Italia, se pueden adquirir plántulas e incluso adultos con flores, mientras que en la India y en Canadá es más frecuente la venta de semillas. De las 140 páginas web donde se oferta *A. retusus*, cuatro tiendas y 51 vendedores independientes tienen un ejemplar de *A. retusus* a la venta, cinco tiendas y 12 vendedores independientes disponen entre dos y diez ejemplares y, tres tiendas tenían más de 100 individuos de la especie en venta. Del total de registros, resaltan cinco tiendas establecidas en China que disponen de entre 100 y 445 plántulas donde el precio de cada ejemplar oscila entre \$14 y \$28 USD aproximadamente (Mandujano, M. C., en prep.).

Las tiendas de México disponibles en línea no especifican si cuentan con algún permiso de propagación y/o venta, además, en la mayoría de los casos ofertan ejemplares adultos con flores, que, de acuerdo al tamaño, es probable que sean extraídos del medio silvestre. El precio de los individuos adultos oscila entre \$10 y \$285 USD. Por otro lado, una plántula de *A. retusus* puede adquirirse en internet desde \$3.25 y hasta \$18.25 USD aproximadamente, y en muchas ocasiones no se emite ninguna nota de venta.

En Alemania, el precio de venta de un individuo adulto oscila entre \$21.6 y \$103 USD, los juveniles tienen un precio entre \$9.75 y \$39 USD y un paquete de diez semillas tiene un costo de \$2.15 USD. En las páginas web de Canadá, sólo se encuentran a la venta semillas de *A. retusus*, un paquete de

diez semillas tiene un costo de \$7 USD y, un paquete con 100 semillas tiene un precio de entre \$14.20 y \$29 USD aproximadamente; ninguna tienda específica contar con algún permiso de venta. Finalmente, entre 2019 y 2020 se registraron un total de 1,591 individuos de *A. retusus* en venta en la web, de los cuales el 8.7% corresponde a individuos adultos sin flores, 2.1% a individuos adultos con flores, 7.7% a individuos juveniles y 81.3% a plántulas, y se están ofertando más de 5,000 semillas.

A nivel nacional, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), en su carácter de Autoridad de Aplicación de la Ley de la CITES en México, se encarga de inspeccionar y vigilar el cumplimiento de las leyes de protección ambiental en el país. Desde 2010 hasta la fecha, la PROFEPA decomisó dos ejemplares de *A. retusus* en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. En el año 2010 en un operativo en la carretera federal San Luis Potosí-Matehuala, se logró la detención de dos personas que habían extraído ilegalmente 87 ejemplares, productos y subproductos de plantas y animales de vida silvestre, entre los cuales se incluyen ejemplares de *A. retusus* y de otras especies de cactáceas (PROFEPA 2010).

6.5 Efectos reales o potenciales del comercio

Ver secciones 4.4. y 6.4.

7. Instrumentos jurídicos

7.1 Nacional

La especie se encuentra incluida en la lista de especies en riesgo a nivel nacional (Anexo Normativo III, modificado en 2019; DOF 2019) de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, (SEMARNAT 2010) en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr), que incluye aquellas especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación (esta categoría puede ser equivalente a las categorías de menor riesgo de la Lista Roja de la UICN). De acuerdo con el Artículo 420 fracción IV del Código Penal Federal (CPF), la inclusión de *A. retusus* dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, especifica que cualquier actividad ilegal con fines de tráfico, captura, posesión, transporte, acopio, introducción o extracción del país, conlleva a una sanción de trescientos a tres mil días de multa y hasta nueve años de prisión (CPF 2020). Además, se aplicará una pena adicional hasta de tres años más de prisión y hasta mil días multa adicionales, cuando estas actividades ilegales se realicen en o afecten un Área Natural Protegida, o cuando se realicen con fines comerciales. El aprovechamiento de la especie también es regulado por la Ley General de Vida Silvestre.

7.2 Internacional

Desde hace varias décadas, se ha procurado la regulación del comercio internacional de *A. retusus*; en 1975 se incluyó a la especie en el Apéndice II de CITES, y desde 1992 se transfirió al Apéndice I, en el que está incluida actualmente. También se encuentra en el Anexo A de la Regulation (EU) of the European Parliament. Dicha regulación se encarga de monitorear el comercio de *A. retusus* entre y dentro de la Unión Europea (Official Journal of the European Union 2019).

8. Ordenación de la especie

8.1 Medidas de gestión

Al estar listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Sujeta a Protección Especial (Pr), su gestión en México recae en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) bajo las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y sus reglamentos. De acuerdo con la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS-SEMARNAT), en el periodo de 2005 a 2018, se registraron 124 autorizaciones de aprovechamiento de la especie; todas correspondientes a viveros registrados legalmente en el país.

8.2 Supervisión de la población

No existen medidas particulares de supervisión para la especie.

8.3 Medidas de control

8.3.1 Internacional

Ver sección 7.2.

8.3.2 Nacional

Ver secciones 6.4 y 7.1.

8.4 Cría en cautividad y reproducción artificial

En México existen 26 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de tipo intensivo (viveros que involucran aspectos de conservación de las especies silvestres que manejan), seis jardines botánicos y 19 Predios e Instalaciones que Manejan Vida Silvestre de forma confinada (PIMVS; viveros) autorizados para el aprovechamiento de *A. retusus*; ninguno de los cuales tiene registro ante la CITES de conformidad con la Res. Conf. 9.19 (Rev. CoP15).

A la fecha (abril 2020), sólo Alemania (2), Italia (4) y la Republica Checa (4) tienen instalaciones dentro del Registro de viveros que reproducen artificialmente especímenes de especies de flora incluidas en el Apéndice I con fines de exportación (https://www.cites.org/esp/common/reg/s_nu.html).

8.5 Conservación del hábitat

Algunas poblaciones silvestres de *A. retusus* se encuentran resguardadas dentro de dos Áreas Naturales Protegidas (ANP), es el caso del Parque Nacional (PN) Cumbres de Monterrey en Nuevo León y, el Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) Bajo Río San Juan que se localiza en los estados de Coahuila y Nuevo León (Fig. 1). El hábitat de *A. retusus* se encuentra protegido directamente en ambas áreas. No obstante, la protección de las ANP representa apenas el 8.68% del área de ocupación de la especie.

8.6 Salvaguardias

Una de las medidas de protección que el gobierno mexicano implementa para salvaguardar a las especies prioritarias o en peligro de extinción, incluida *A. retusus*, son las ANP (ver sección anterior).

Otra forma de salvaguardar la especie es a través de jardines botánicos, que son centros que permiten la conservación y, en algunos casos las propagaciones de especies fuera de su hábitat natural. Aunque no se sabe con certeza el número de ejemplares que se encuentra en los jardines botánicos, la mayoría de sus colecciones vivas están conformadas por ejemplares que han sido donados por universidades, la comunidad local, regional, nacional, o bien, se trata de individuos extraídos del medio silvestre que son decomisados (Parra Suárez et al. 2017). Por ejemplo, la PROFEPA recuperó 149 ejemplares de cactáceas, entre estos uno de *A. retusus* que, en 2016 fueron entregados por la SEMARNAT al Jardín Botánico de la Universidad Autónoma de México (UNAM) para su resguardo (PROFEPA 2016).b

9. Información sobre especies similares

Las especies que conforman el género *Ariocarpus* presentan características muy similares entre sí. Las diferencias se pueden encontrar principalmente en el tamaño de los individuos; *A. retusus* y *A. trigonus* son las especies más grandes del género (diámetro), y el resto de las especies miden menos de 15 cm de diámetro. El color de las flores es otra característica distintiva, en *A. kotschoubeyanus*, las flores pueden ser rosas, magenta o blanco, por lo que podrían confundirse con las flores de *A. retusus*, pero la disposición y color de los tubérculos es una característica que permite identificar a ambas especies. Los tubérculos de *A. fissuratus* presentan muchas fisuras en su superficie, y en *A. bravoanus* son erectos, a diferencia de *A. retusus* que presenta tubérculos atenuados hacia la base, con una superficie plana (Anderson 1967, Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991).

Dentro de la familia Cactaceae, existen otros géneros y especies que pueden confundirse con *A. retusus* o con otras especies del género *Ariocarpus* (Anexo 4). Tal es el caso de las especies *Aztekium ritteri*, *Obregonia denegrii*, *Strombocactus disciformis*, *Turbinicarpus alonsoi* y especies del género *Lophophora*. La principal característica que las diferencia son las espinas, que en *Ariocarpus* están ausentes o son

vestigiales, por lo que son imperceptibles. En el género *Lophophora*, las plántulas presentan espinas, pero los adultos no, pese a esta semejanza con *Ariocarpus*, ambos géneros presentan formas distintas ya que en *Lophophora* el tallo está conformado por costillas fusionadas y los tubérculos se encuentran ausentes (Anderson 1967, Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991).

El género *Ariocarpus* difiere del género *Obregonia* en la temporada reproductiva, particularmente en el punto de donde se desarrolla la flor, así como en el color y la forma de la flor. Sin embargo, las plántulas de ambos géneros son muy similares entre sí, al igual que las semillas, que exhiben el mismo color, forma y tamaño (Anderson 1967, Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991). El género *Turbinicarpus* presenta flores del mismo color que *A. retusus*, aunque la floración se presenta en temporadas distintas del año y los individuos adultos son de diferente tamaño, siendo más pequeños en el género *Turbinicarpus*. Los individuos adultos del género *Strombocactus* alcanzan tamaños similares a los de *A. retusus*, incluso sus flores pueden presentar coloraciones similares, aunque difieren en la temporada en la que ocurre la reproducción y en la forma de los tubérculos, que en *A. retusus* son triangulares y en el género *Strombocactus* tienen forma de rombo o pirámide. El género *Aztekium* presenta tubérculos de forma y color semejante a *A. retusus*, aunque ambas difieren en el color de las flores, la época de floración y en el tamaño. *Leuchtenbergia principis* presenta tubérculos triangulares similares a los de *A. retusus*, pero presentan diferencias en el color de las flores, el tamaño de los individuos y en la época reproductiva.

10. Consultas

No se realizaron consultas con otros países, debido a que se trata de una especie endémica a México.

11. Observaciones complementarias

12. Referencias

- Aguilar-Morales, G., C. Martínez-Peralta, T. Feria-Arroyo et al. 2011. Distribución geográfica del género *Ariocarpus* Scheidweiler (Cactaceae). *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 56:49–62.
- Anderson, E. 1962. A Revision of *Ariocarpus* (Cactaceae). II. The Status of the Proposed Genus Neogomesia. *American Journal of Botany* 49:615-622. DOI: 10.2307/2439719.
- Anderson, E. 1967. A study of the proposed genus *Obregonia* (Cactaceae). *American Journal of Botany* 54:897–903. DOI: 10.1002/j.1537-2197.1967.tb10713.x
- Arroyo-Quiroz I. y T. Wyatt. 2019. Tráfico de vida silvestre entre la Unión Europea y México. En: <http://revistes.ub.edu/index.php/CriticaPenalPoder/article/view/28572/29176>
- Batis, A. y M. Royas. 2002. El peyote y otros cactus alucinógenos de México. *Biodiversidad* 40: 12–17.
- Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991. Las cactáceas de México: Volumen II. UNAM, México.
- Cantú, C., M. Rovalo, J. Marmolejo et al. 2013. Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. CONANP, Monterrey.
- Cárdenas-Ramos, D. 2015. Efecto de la florivoría en la reproducción de *Ariocarpus retusus* Scheidweiler en Miquihuana, Tamaulipas, México. Tesis de licenciatura. UNAM, Ciudad de México.
- Cárdenas-Ramos, D. y Mandujano, M. C. 2018. Florivory effects on pollinator preference and the reproductive output of a threatened living rock cactus, *Ariocarpus retusus* (Cactaceae). *Haseltonia* 25:133–139.
- CITES. 2001. PC11 Doc. 21.2 Venta de cactus en Internet. <https://cites.org/sites/default/files/eng/com/pc/11/E-PC11-21-02.pdf>
- CITES. 2020. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres. 2020. Registro de establecimientos que reproducen artificialmente con fines comerciales, especímenes de especies incluidas en el Apéndice I. En: https://www.cites.org/sites/default/files/common/notif/2001/Reg_NU.pdf
- Cosultchi, G. A., D. Cárdenas-Ramos, M. Martínez-Ramos, et al. 2014. Desaparición de una población de *Ariocarpus retusus* Scheidw. por la destrucción de su hábitat en Miquihuana, Tamaulipas, México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 59:20-63.

- Código Penal Federal. 2020. Última reforma publicada en Diario Oficial de la Federación 24-01-2020. En: <https://docs.mexico.justia.com/federales/codigo-penal-federal.pdf>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 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. En: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019
- Fernández Eguiarte, A., J. Zavala Hidalgo, R. Romero Centeno, et al. 2015. Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación. Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM/Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático-SEMARNAT/Instituto de Geografía-UNAM, México.
- Flores, A. 2011. Guía de Cactáceas del Estado de Coahuila. Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila, Coahuila.
- Flores, J. y E. Jurado. 2011. Germinación de especies de cactáceas en categoría de riesgo del Desierto chihuahuense. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2:59–70.
- Guerrero-Eloisa, O. S. 2019. Dinámica poblacional, interacción y control poblacional de una especie exótica invasora en el Desierto Chihuahuense. Tesis de doctorado. UAM, México.
- Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. Catalogo cactáceas mexicanas. UNAM, México.
- Hernández, H. M., C. Gómez-Hinostrosa y G. Hoffmann. 2010. Is geographical rarity frequent among the cacti of the Chihuahuan Desert? *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:163- 175.
- Hernández, H. M. y M. Navarro. 2007. A new method to estimate areas of occupancy using herbarium data. *Biodiversity and Conservation* 16:2457-2470.
- Kesseler, R. y W. Stupp. 2006. Semillas: la vida en cápsulas de tiempo. Turner, Madrid.
- Mancilla Ramirez, M. R. 2012. Dinámica poblacional de *Ariocarpus fissuratus* en poblaciones que difieren en su densidad. Tesis de maestría. UNAM, México.
- Mandujano, M. C., M. Franco, J. Golubov, et al. 2001. Integration of demographic annual variability in a clonal desert cactus. *Ecology* 82: 344-359.
- Mandujano, M. C., J. Verhulst, I. Carrillo-Angeles, et al. 2007. Population Dynamics of *Ariocarpus scaphirostris* Bodeker (Cactaceae): Evaluating the Status of a Threatened Species. *International Journal of Plant Sciences* 168:1035–1044.
- Martínez-Peralta, C. y M. C. Mandujano. 2012. Biología de la polinización y fenología reproductiva del género *Ariocarpus Scheidweiler* (Cactaceae). *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 57:114–127.
- Martínez-Peralta, C., J. Márquez-Guzmán y M. C. Mandujano. 2014a. How common is self-incompatibility across species of the herkogamous genus *Ariocarpus*?. *American Journal of Botany* 101:530–538.
- Martínez-Peralta, C., F. Molina-Freaner, J. Golubov, et al. 2014b. A Comparative Study of the Reproductive Traits and Floral Morphology of a Genus of Geophytic Cacti. *International Journal of Plant Sciences* 175:663-680. DOI: 10.1086/676302.
- Martínez Peralta, C. 2014c. Evolución de los caracteres florales y reproductivos en el género *Ariocarpus* (Cactaceae): especies raras en peligro de extinción. Tesis de doctorado. Instituto de Ecología-UNAM, México.
- Official Journal of the European Union. 2019. Regulation (EU) 2019/2115 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2019 amending Directive 2014/65/EU and Regulations (EU) No 596/2014 and (EU) 2017/1129 as regards the promotion of the use of SME growth markets. En: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2019:320:FULL&from=EN>
- Olgún Santos, L. 1994. Cultivo in vitro de *Ariocarpus retusus* Scheidw. (Cactaceae) especie en peligro de extinción. Tesis de licenciatura. UNAM, México.
- Orozco-Segovia, A., J. Márquez-Guzmán, M. E. Sánchez-Coronado, et al. 2007. Seed Anatomy and Water Uptake in Relation to Seed Dormancy in *Opuntia tomentosa* (Cactaceae, Opuntioideae). *Annals of Botany* 99:581–592. DOI: 10.1093/aob/mcm001.
- PROFEPA. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente de México. 2010. En: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/3493/1/mx.wap/formal_prision_a_dos_traficantes_de_vid_a_silvestre_de_charco_cercado_slp.html

- PROFEPA. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente de México. 2016. En: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/8469/1/mx/inicia_profepa_jornadas_de_donacion_de_materias_primas_forestales_y_ejemplares_de_vida_silvestre_en_celebracion_del_dia_mundial_del_medio_ambiente.html
- Ramírez Collantes, D. A. 2011. Los objetos nodriza como refugio y fuente de nutrientes: reflexiones sobre el establecimiento y restauración de cactáceas en zonas áridas de la vertiente occidental de los andes. *Ecología aplicada* 10:83-86.
- Raunkiaer, C. 1934. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Clarendon Press, Oxford.
- Rodríguez-Garza, R., G. González-González, M. J. Verde-Star, et al. 2011. Bioprospección de la actividad antimicótica de extractos metanólicos de *Ariocarpus kotschoubeyanus* y *Ariocarpus retusus*. *Polibotánica* 31:143–155.
- Rodríguez Ortega, C. E. 2008. Consecuencias demográficas y evolutivas del secuentro de semillas de tres especies del género *Mamillaria*. Tesis de licenciatura. UNAM, México.
- Rojas-Aréchiga, M., M. C. Mandujano y J. Golubov. 2013. Seed size and photoblastism in species belonging to tribe Cacteeae (Cactaceae). *Journal of Plant Research* 126:373-386. DOI: 10.1007/s10265-012-0526-2.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, Ciudad de México.
- Sato, T. y K. Sugiri. 1996. *Ariocarpus* hanbook: cultivated in Japan. Japan Cactus Planning Press, Fukushima.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.
- UNEP-WCMC. United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre. 2005. *Wildlife Trade 2005 An analysis of the European Community and Candidate Countries Annual Reports to CITES*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK. En: https://ec.europa.eu/environment/cites/pdf/2005_yearbook.pdf
- Valiente-Banuet, A. y E. Ezcurra. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacan Valley, Mexico. *Journal of Ecology* 79:961-971.
- Vázquez-Sánchez, M., T. Terrazas y S. Arias. 1982. El hábitat y la forma de crecimiento en la tribu Cacteeae (Cactaceae, Cactoideae). *Botanical Sciences* 90:97-108. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.36.102003.152622
- Villavicencio Gutiérrez, E., A. Arredondo Gómez, A. Carranza Pérez, et al. 2010. Cactaceas ornamentales del Desierto Chihuahuense que se distribuyen en Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León, México. INIFAP, Saltillo.
- Villavicencio Gutiérrez, E., A. Pérez Carranza, A. Gonzáles Cortés, et al. 2013. Cactácea ornamental del Desierto Chihuahuense. Centro de Investigación Regional Noreste, México.

Anexo 1

Los sinónimos o nombres científicos que en su momento se aceptaron para referirse a la especie (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991):

Anhalonium prismaticum Lemaire, Cact. Gen. Nov. Sp. 1, 1839.

Anhalonium retusum Salm-Dyck, Cact. Hort. Dyck. 1849 5 et 77, 1850.

Anhalonium elongatum SD. Cact. Hort. Dyck. 1849 5 et 77, 1850.

Mammillaria aloides Monville ex Labouret, Monogr. Cact. 153, 1853, nom. nud.

Anhalonium areolosum Lem., Illustr. Hort. 6, Misc. 35, 1859.

Anhalonium pulvilligerum Lem., Illustr. Hort. 16: 72, 1869.

Mammillaria aloides pulvilligera Monv. ex Lem., Illustr. Hort. 16: 72, 1869.

Mammillaria areolosa Hemsley, Biol. Centr. Amer. Bot. 1: 503, 1880.

Mammillaria elongata Hemsl., Biol. Centr. Amer. Bot. 1: 509, 1880.

Mammillaria prismatica Hemsl., Biol. Centr. Amer. Bot. 1: 519, 1880.

Mammillaria furfuracea S. Watson, Proc. Amer. Acad. 25: 150, 1890.

Cactus prismaticus Kuntze, Rev. Gen. Pl. 1: 261, 1891.

Anhalonium furfuraceum Coulter, Contr. U.S. Nat. Herb. 3: 130, 1894.

Ariocarpus furfuraceus (S. Wats.) Thompson, Rep. Mo. Bot. Gard. 9: 130, 1898.

Ariocarpus pulvilligeris Schumann ex Engler, Bot. Jahrb. 24: 550, 1898.

Ariocarpus prismaticus Cobbold, J. Hort. Cot. Gard. Home. Farm. 3, 46: 332, 1903.

Ariocarpus furfuraceus (S. Wats.) Thomps. var. *rostratus* Berger, Kakteen 334, 1929.

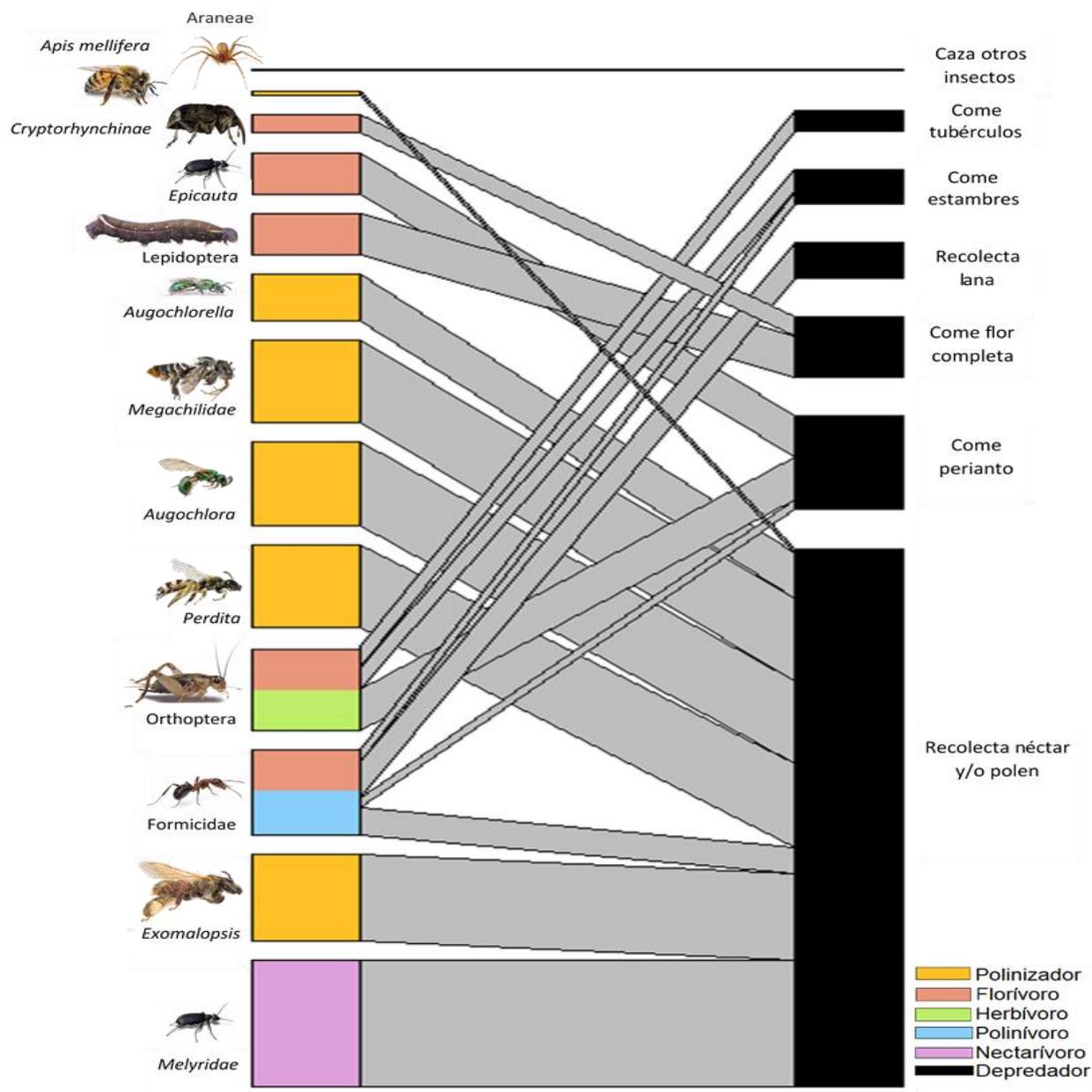
Ariocarpus elongatus (SD.) Wittstein, Kakteenkunde, 13, 1933.

Ariocarpus retusus Scheidw. var. *furfuraceus* (S. Wats.) Frank in Krainz, Die Kakteen CVIIIb, 1. 10. 1975.

Anexo 2

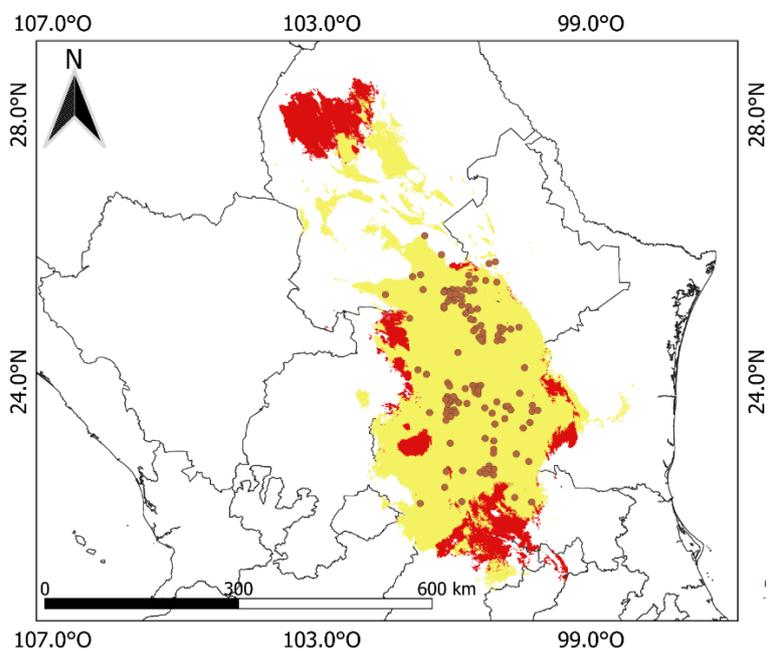
Red de interacción de *Ariocarpus retusus*.

Elaboración con datos de Cárdenas-Ramos 2015 y Cárdenas-Ramos y Mandujano 2018.

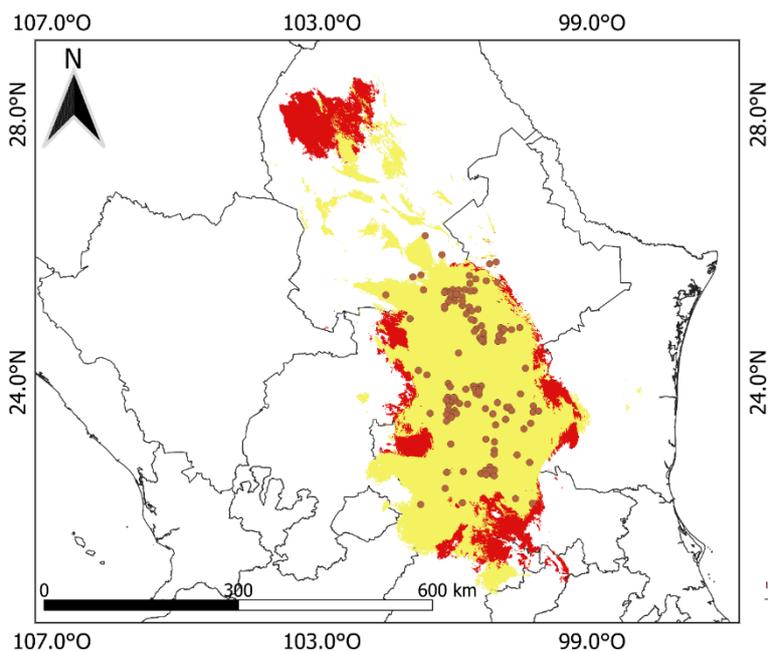


Anexo 3

a) Mapa de distribución potencial de *Ariocarpus retusus* en un escenario de cambio climático RCP 4.5 a partir del modelo CNRM-CM5. En amarillo se muestra la distribución potencial prevista para el año 2050, y en rojo, el área de distribución potencial actual, que a su vez se perdería en este escenario.



b) Mapa de distribución potencial de *Ariocarpus retusus* en un escenario de cambio climático RCP 8.5 a partir del modelo CNRM-CM5. En amarillo se muestra la distribución potencial futura para el año 2050 y en rojo, el área de distribución potencial actual, que a su vez se perdería en el futuro.



Anexo 4

Especies similares: 1) a 6) Elaboración con datos de Anderson 1967, Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991.
7) Carlos Gerardo Velazco Macías, Banco imágenes de CONABIO.



1) *Aztekium ritteri*



2) *Leuchtenbergia principis*



3) *Lophophora*



4) *Obregonia denegrii*



5) *Strombocactus disciformis*



6) *Turbinicarpus alonsoi*



7) *Ariocarpus retusus*