

**Propuesta de inclusión a la NOM-059-SEMARNAT de
Turbinicarpus horripilus (Lem.) John & Riha., 1983
con la categoría de En peligro de extinción (P).**



Responsables de la propuesta:

M. en B. Maria Loraine Matias Palafox

Dra. Cecilia Leonor Jiménez Sierra

Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Ciencias
Biológicas y de la Salud, Tel: 5804-4600 ext. 2796; 3919

Correo electrónico: ceci_jsierra@hotmail.com; lorymp47@hotmail.com

Octubre de 2018

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXTINCIÓN DE *Turbinicarpus horripilus* (Lem.) V. John & Riha. DE ACUERDO AL NUMERAL 5.7 DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010

5.7.1 Datos generales del responsable de la propuesta

Especialistas (en orden alfabético):

- Cecilia Leonor Jiménez Sierra. UAM-I. ceci_jsierra@hotmail.com Tel: 58044600 ext. 2796; 3919
- Maria Loraine Matias Palafox. UAM-I. lorymp47@hotmail.com. Tel: 58044600 ext. 2796; 3919

5.7.2 Nombre científico válido

Turbinicarpus horripilus (Lem.) V. John & Riha., 1983

Sinónimos

Mammillaria horripila Lem., 1838;
Echinocactus horripilus (Lem.) Lem, 1839;
Gymnocactus horripilus Lem. Backeb. 1951;
Thelocactus horripilus Lem. Kladiwa & Fittkau. 1970;
Neolloydia horripila Lem. Anderson, 1986;
Brovocactus horripilus Lem. Doweld. 1998;
Pediocactus horripilus Lem. Halda. 1998;
Thelocactus goldii Bravo, 1955;
Gymnocactus goldii Bravo. Llto, 1981

Nombre común

Biznaguita (español) (Martínez et al. 2013).

Clasificación taxonómica (APG III)

Reino: Plantae
División: Tracheophyta
Clase: Equisetopsida
Orden: Caryophyllales
Familia: Cactaceae
Género: *Turbinicarpus*
Epíteto específico: *horriplus*

Motivos de la propuesta

Turbinicarpus horripilus es una especie endémica de la Barranca de Metztitlán localizada en la región central del estado de Hidalgo. Su distribución se restringe a tan sólo 3,370 m², con poblaciones dispersas hasta por más de 30 km de distancia (Figura 1). Actualmente existen ocho sitios georreferenciados, uno de ellos sin individuos, pues desaparecieron debido al crecimiento de la mancha urbana (San Cristóbal). Dos poblaciones se localizan a escasos 200 metros de una carretera limítrofe al poblado del municipio de Metztitlán, lo que las expone a la desaparición. La población más numerosa no supera los 2000 individuos (Cuadro 1). Todas las poblaciones habitan en pendientes pronunciadas, pobres en suelo y expuestas constantemente a deslaves que hacen bastante hostil la permanencia de las plantas, pues es común que los deslaves las derriben cuesta abajo sin tener la posibilidad de sobrevivir. *T. horripilus* se distribuye de los 1,020 msnm a los 1,498 msnm, principalmente en matorral xerófilo, en clima árido semicálido con lluvias de verano e invierno (Bsohw), y semiárido semicálido con lluvias en verano e invierno (BS1hw) (Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015). Es una especie ornamental y sus poblaciones sufren los estragos de un exceso de recolección de individuos (Martínez y Fitz Maurice 2013). Actualmente ha sido introducida al mercado de la comercialización de plantas a través de la producción de individuos originados por semilla en las Unidades de Manejo Ambiental (UMA) para la conservación de la vida silvestre de la región. Aunque los especímenes que se comercializan actualmente provienen de las semillas producidas por las plantas madre de cada UMA, aún se realizan recolectas de semillas no reguladas para la producción. Estudios recientes sobre su biología reproductiva (Matias-Palafox 2018), revelan que la producción de semillas se ve afectada por la coincidencia de su floración con la de otras especies con las que cohabita, por lo que es necesario implementar medidas de aprovechamiento enfocadas a la programación de la recolecta de semillas con el fin de no aumentar la vulnerabilidad de su ciclo de vida. Además de ser una especie endémica y hasta ahora con pocos registros poblacionales, sus principales amenazas son el crecimiento de la mancha urbana, el deterioro natural de su hábitat y la recolección excesiva de especímenes de sus poblaciones (Martínez y Fitz Maurice 2013; Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2004;

Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox 2018).

5.7.3 Mapa del área de distribución geográfica de la especie o población en cuestión.

Se presenta el mapa de los registros actuales de *Turbinicarpus horripilus* en escala 1: 1000, 000. Modificado de Jiménez-Sierra y Matias-Palafox (2015) (Figura 1).

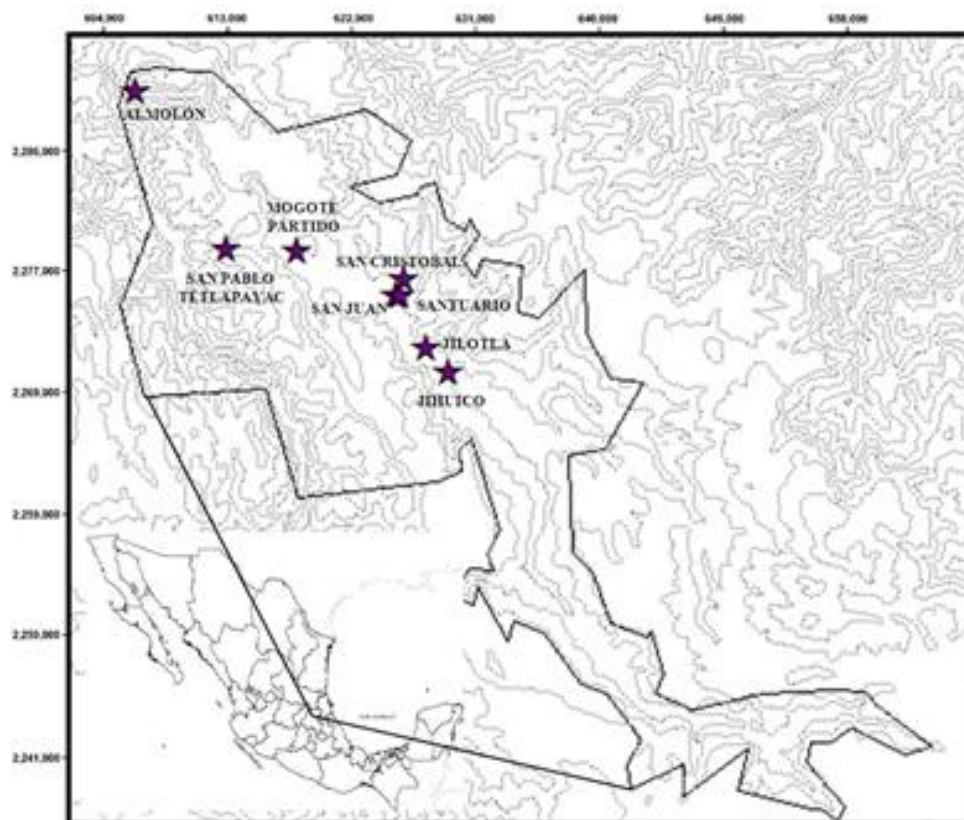


Figura 1. Distribución conocida de *Turbinicarpus horripilus* en la Barranca de Metztitlán en el Estado de Hidalgo.

5.7.4 Justificación técnica científica de la propuesta.

a) Análisis diagnóstico del estado actual de la especie y su hábitat

Turbinicarpus horripilus es una especie endémica de los cañones de la Barranca de Metztitlán. Sus poblaciones se encuentran en ambientes caracterizados por un clima árido semicálido con lluvias de verano e invierno (Bsohw), y semiárido semicálido con lluvias en verano e invierno de BS1hw, en suelos de tipo regosol calcárico, litosol y fluvisol eutricto (Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015).

Los individuos de *T. horripilus* se encuentran formando pequeños parches aislados unos de otros dentro de las poblaciones. La densidad promedio de la poblaciones existentes es de 0.66 individuos/m², y solamente en dos poblaciones (San Juan y Jihuico), se presenta una densidad >1 ind/m². Las áreas continuas de comunidad vegetal de los sitios en donde se encuentran las localidades de *T. horripilus* son muy reducidas, debido tanto a cambios en el uso del suelo como a variaciones naturales del ambiente.

Cuadro 1. Características bióticas y abióticas de las localidades conocidas de *Turbinicarpus horripilus* en la Barranca de Metztitlán (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox *et al.* en prensa).

Sitio	Localización geográfica	Elevación (m.s.n.m.)	Pendiente (°)	Área Estimada (m ²)	Número de individuos	Densidad ind/m ²	Comunidad de plantas (Rzedowski 1978)
Santuario	20° 35.32' N 98° 45.47' W	1294	60	900	639	0.71 Ind/m ²	Matorral xerófilo crasicaule
San Juan	20° 35.30' N 98° 45.33' W	1303	70	1500	1830	1.22 Ind/m ²	Matorral xerófilo crasicaule
Jilotla	20° 33.08' N 98° 44.22' W	1468	45	150	45	0.33 Ind/m ²	Matorral xerófilo rosetófilo
San Cristobal	20° 35.95' N 98° 45.15' W	1260	40	70	Extinct		
Almolón	20° 43.73' N 98° 56.23' W	1020	30	250	20	0.08 Ind/m ²	Matorral xerófilo crasicaule
San Pablo Tetlapaya	20° 37.24' N 98° 52.50' W	1498	35	500	250	0.5 Ind/m ²	Matorral xerófilo espinoso
Mogote partido	20° 37.15' N 98° 49.59' W	1256	85	4000	50	0.01 Ind/m ²	Matorral xerófilo crasicaule
Jihuico	20° 32.14' N 98° 43.29' W	1274	85	16	30	1.87 Ind/m ²	Matorral xerófilo crasicaule

Los estudios de demografía, dinámica poblacional y de biología reproductiva que se han realizado para la especie en una de las poblaciones con mayor número de individuos (Santuario), en donde además cohabita con otras cactáceas endémicas y en riesgo como *Astrophytum ornatum* (liendrilla) y *Cephalocereus senilis* (viejito), revelan que la densidad estimada de individuos es de 0.71 ind/m² y su distribución es agregada (ID = 14.12).

La distribución de los tamaños de la población es multimodal con un mayor número de individuos denominados Adultos 3 (A3= 50.1 a 150 cm²). Los individuos de los primeros intervalos de tamaño Plántulas (P) y Juveniles (J) son escasos (Figura 2). Este patrón de distribución se mantuvo más o menos constante durante tres años consecutivos de muestreo.

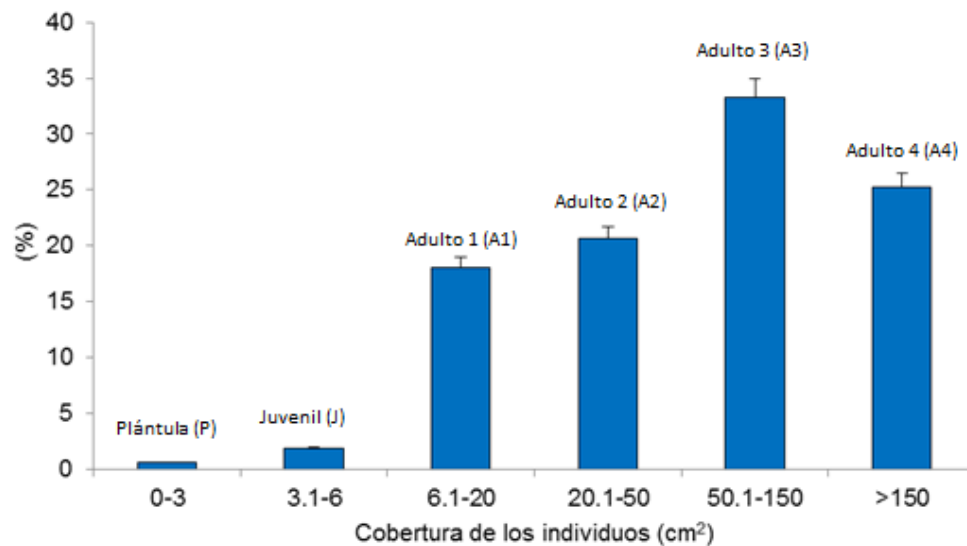


Figura 2. Estructura poblacional promedio de la población de *T. horripilus* de “Santuario” (Metztitlán, Hgo.; 2005-2007; N media=99 individuos) (Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015).

De acuerdo a los estudios realizados sobre el crecimiento anual de las plantas en la población “Santuario”, se conoce que las Plántulas incrementan alrededor de 1.3 cm²/año; los individuos Juveniles 1.4 cm²/año; los Adultos 1, 7.4 cm²/año; Adultos 2, 15.1 cm²/año; Adultos 3, 25.1 cm²/año y Adultos 4, 33.7 cm²/año. El tiempo promedio para transitar en la categoría y el tiempo promedio para llegar a la categoría actual, se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Características de los individuos que conforman la población de *Turbinicarpus horripilus* en la localidad “Santuario” (Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015).

	Crecimiento	Tiempo medio para	Tiempo medio para llegar a
Categorías	cm ² /año	transitar en la categoría	la categoría (años)
Plántulas	1.3	2.4	2.4
Juvenil	1.4	2.1	4.5
Adulto 1	7.4	1.9	6.4
Adulto 2	15.1	2	8.4
Adulto 3	25.1	4	12.4
Adulto 4	33.7		16.8

Las tasas de crecimiento poblacional λ ($\bar{\lambda}$), calculadas para dos años de seguimiento de los individuos, reflejan que las poblaciones se encuentran estables ($\bar{\lambda} = 1.004 \pm 0.078$; $\bar{\lambda} = 1.004 \pm 0.013$), con altas probabilidades de disminuir anualmente del 1 al 8%. La permanencia de los individuos es el proceso demográfico más importante para la especie, seguido por el crecimiento. La categoría de tamaño más importante son los individuos de mayor tamaño (Adultos 4), y se ha estimado, a través de proyecciones poblacionales, que la desaparición de estos individuos pone en riesgo la persistencia de la población (Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox *et al.* en prensa). Considerando los valores de las tasas de crecimiento y simulando una disminución del 10% de los adultos de mayor tamaño o su desaparición, las proyecciones muestran, en el primer caso la desaparición de la población en 64 años y en el segundo caso la desaparición de la población en 38 años, por lo que es urgente implementar medidas de conservación que promuevan su permanencia (Figuras 3 a y b).

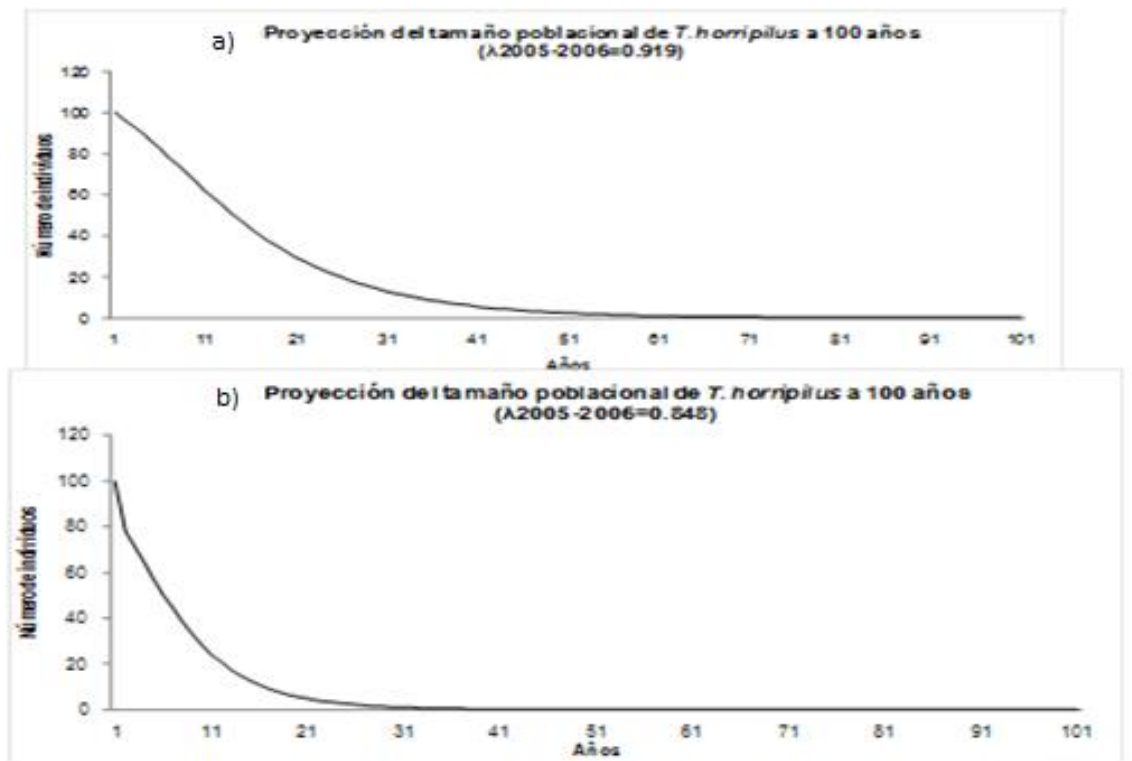


Figura 3. a). Proyección del tamaño poblacional de *Turbinicarpus horripilus* en el sitio “Santuario”, simulando la disminución en un 10% la sobrevivencia de los Adultos 4; b). Proyección el tamaño poblacional de la especie en el sitio “Santuario”, simulando la desaparición de los Adultos 4.

Turbinicarpus horripilus es una especie que florece casi todo el año a excepción de los meses más cálidos de la región (junio, julio y agosto). Todos sus picos de floración son altamente sincrónicos. Los individuos presentan entre tres o cuatro flores por rama, por lo que los individuos ramificados pueden ofertar una gran cantidad de recursos florales para la atracción de sus polinizadores. Las flores viven dos días, son homógamas y presentan hercogamia. Para la formación de frutos requieren estrictamente de la polinización cruzada llevada a cabo por abejas (nativas y exóticas). Su producción de frutos es baja y la producción de semillas varía a través del tiempo. Las semillas pierden viabilidad a través del tiempo, al año la viabilidad disminuye en un 70%. La mayor cantidad de semillas se produce al final de la temporada de lluvias, esto representa un cuello de botella para la especie en términos de producción de plántulas debido a que para cuando las condiciones sean

adecuadas para propiciar la germinación, estas serán poco viables (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006).

En cuatro años de seguimiento a los individuos de la población del sitio “Santuario”, sólo se constató el establecimiento de una plántula, lo que refleja un cuello de botella más para la supervivencia de la especie (Matias-Palafox *et al.* en prensa).

b) Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica, en su caso.

Las cactáceas constituyen elementos estructurales relevantes de las comunidades vegetales de las zonas áridas y semiáridas de México. Nuestra nación es el centro más importante de concentración de cactáceas en el mundo, con un total de 669 especies y 244 subespecies, 25 géneros; de éstas, 518 especies y 206 subespecies son endémicas (Arias *et al.* 2005). En México las cactáceas han jugado un papel importante en la alimentación y desarrollo cultural de diversos grupos étnicos, en nuestros días son objeto de extracción ilegal y de intenso cultivo alrededor de todo el mundo debido a sus formas bizarras y su alto valor estético. Esta situación ha provocado que la sobrevivencia de muchas poblaciones silvestres se encuentre amenazada, razón por la cual un número elevado de especies de cactáceas es considerado en alguna categoría de riesgo en los catálogos de especies amenazadas, tanto en la legislación mexicana, enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como en listados internacionales como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), (Arias *et al.* 2005).

El género *Turbinicarpus* es endémico de México, incluye 34 especies, con cerca de 16 variedades o formas (Guzmán *et al.* 2003). El taxón completo se encuentra en el Apéndice I de la CITES. La NOM-059-SEMARNAT-2010 lista 25 taxones entre especies, subespecies, formas o variedades en alguna categoría de protección o riesgo. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), señala 16 taxones en alguna categoría de riesgo es su Lista Roja, dentro de este grupo, *Turbinicarpus horripilus* es considerado como una especie en la categoría de En Peligro (EN, B1ab (v) + 2ab (v) ver 3.1).

Los taxones que pertenecen al género *Turbinicarpus* son muy buscados por los recolectores y conocedores de plantas. Están ampliamente presentes en el sector de la jardinería, especialmente en los países europeos. Las plantas adultas en el mercado mundial pueden alcanzar precios muy altos por lo que son sujetas a la recolección intensiva y del comercio ilegal, lo que ha disminuido drásticamente las poblaciones conocidas (Sotomayor *et al.* 2004).

Como ya se ha mencionado, las cactáceas representan uno de los elementos estructurales más importantes de las zonas áridas y semiáridas del paisaje mexicano. Además de proveer de importantes servicios ecosistémicos, entre ellos la producción de carbono orgánico, el reciclaje y producción de nutrientes, la formación de microhábitats útiles para un gran número de organismos, oferta de recursos florales y frutales importantes para la alimentación de diversas especies de insectos, aves y mamíferos (murciélagos) (Valiente-Banuet 1998).

En este contexto, *Turbinicarpus horripilus* es un elemento importante para la comunidad de cactáceas de los sitios que habita debido a que, además de ser la especie más abundante en número, es una especie que retiene el suelo de las pendientes altamente pronunciadas en las que habita, ofrece un gran número de flores en sus despliegues florales, lo que puede beneficiar a especies cercanas al lugar con la llegada de polinizadores, y ofrece recursos alimenticios para un gran número de insectos.

Es una especie que a partir de que ha sido introducida en el comercio de las UMAs de la región, ha generado una alta demanda de ejemplares, principalmente por la belleza de sus flores producidas a temprana edad, mostrando su primer evento de floración alrededor de los dos años.

c) Factores de riesgo reales y potenciales para la especie o población.

Se sabe que la extracción y comercialización ilegal de cactáceas es una práctica cotidiana, que aunada al incremento de la tasa de pérdida de hábitats naturales en México representa una fuerte amenaza para la pérdida de un gran número de especies de cactáceas (Maass *et al.* 2003). Estos factores han hecho que en las últimas décadas muchas especies

de cactáceas hayan experimentado la reducción de sus poblaciones naturales (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1978; 1991a; 1991b; Sánchez-Mejorada 1982; Arias *et al.* 2005). *Turbinicarpus horripilus* no ha quedado exento de la reducción de sus poblaciones y del número de individuos que las conforman, la evidencia fehaciente fue presenciar la desaparición de la población del sitio “San Cristóbal” en el 2004 en donde ni siquiera fue posible estimar el número de individuos por habitar en el traspatio de una casa habitación, misma que al ser ampliada acabó con la población. Estas actividades antropogénicas de alto riesgo para la especie, aunadas a la vulnerabilidad intrínseca del taxón, dada por las características de su historia de vida, tales como una limitada habilidad para recuperar el tamaño de sus poblaciones debido a la pérdida de viabilidad de sus semillas, bajo o nulo reclutamiento y a la dificultad de recuperación después de algún evento de perturbación, exponen a la especie a un alto riesgo de extinción (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Matias-Palafox 2007; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox 2018; Matias-Palafox *et al.* en prensa).

d) Análisis pronóstico de la tendencia

Como se mencionó con anterioridad, el cálculo de las tasas de crecimiento poblacional para la población del sitio “Santuario” con dos años de seguimiento de los individuos, reflejan que las poblaciones se encuentran estables ($\lambda = 1.004 \pm 0.078$; $\lambda = 1.004 \pm 0.013$), con altas probabilidades de disminuir anualmente del 1 al 8%. Simulando una disminución del 10% de los adultos de mayor tamaño o su desaparición (Adultos 4), las proyecciones muestran, en el primer caso la desaparición de la población en 64 años y en el segundo caso la desaparición de la población en 38 años, por lo que es urgente implementar medidas de conservación que garanticen su permanencia. Dentro de dichas medidas se podrían considerar, además de la planeación de la recolecta de semillas para el cultivo, la reintroducción de individuos adultos cultivados en viveros.

e) Consecuencias indirectas de la propuesta.

a. *Describe la acción específica:*

Incluir a *Turbinicarpus horripilus* en la NOM-059 con la categoría de En Peligro de Extinción (P) permitirá definir un marco regulatorio en torno a su conservación y aprovechamiento sustentable.

b. Explique la manera en que contribuiría a solucionar la problemática identificada:

La inclusión de la especie en la NOM-059 contribuirá a garantizar la permanencia de la especie endémica de México, permitiendo el desarrollo de la investigación, el monitoreo, el desarrollo de programas de conservación así como de planes de manejo específicos y acciones de educación ambiental tendientes a desarrollar estrategias de uso sustentable de este recurso.

c. Si existen otras acciones regulatorias vigentes directamente aplicables a la problemática identificada de la especie, explique por qué son insuficientes:

Si bien todas las poblaciones conocidas se encuentran dentro de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, lo que implicaría que su protección se encuentra garantizada, la realidad es que sufren recolección continua por los visitantes de la zona.

f) Análisis de costos

El costo más inmediato será el otorgar apoyos económicos a través de los programas federales establecidos (Fomento para la conservación de la vida silvestre) otorgados a las Unidades de Manejo Ambiental (UMA). Así mismo se debe contemplar beneficiar a la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán con programas oficiales (PROCODERS, empleo temporal) así como por donaciones de organizaciones sin fines de lucro. Su importancia es ALTA.

g) Análisis de beneficios

La inclusión de *Turbinicarpus horripilus* en la NOM-059, constituye un refuerzo en la conservación de los ecosistemas semiáridos de México, especialmente de la región centro del país. Lo cual contribuye a la estabilización del sustrato de un ambiente altamente frágil, en donde los deslaves constituyen una amenaza constante para la población humana de la

zona. Así mismo, al ser un elemento importante de las comunidades donde se encuentra, contribuye al mantenimiento de una alta biodiversidad de polinizadores de la zona, algunos de los cuales son útiles para la polinización de cultivos de importancia económica cultivados en la zona (frijol, calabaza, chile, jitomate, entre otros).

Su importancia es ALTA.

h) Propuesta general de medidas de seguimiento de la especie.

Se deberá promover la realización de censos periódicos (anuales o bianuales), con la finalidad de constatar que las densidades de las poblaciones existentes no hayan disminuido. Realizar un plan de manejo que garantice la recolecta de semillas para el cultivo de plantas en invernaderos para suplir la demanda del mercado y generar individuos para su reintroducción en las poblaciones silvestres.

i) Referencias de los informes y/o estudios publicados

Arias S., Guzmán U., Mandujano M. C., Soto M., Golubov J. 2005. Las especies de cactáceas en riesgo de Extinción. I Una comparación entre los listados NOM-059-ECOL-2001 (México), La Lista Roja (UICN) y CITES. Cactáceas y Suculentas Mexicanas 50: 100-125.

Bravo-Hollis H. y Sánchez-Mejorada H. 1978. Las cactáceas de México, Vol. I. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Bravo-Hollis H. y Sánchez-Mejorada H. 1991 a. Las cactáceas de México, Vol. II. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Bravo-Hollis H. y Sánchez-Mejorada H. 1991 b. Las cactáceas de México, Vol. III. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Guzmán U., S. Arias y P. Dávila. 2003. Catálogo de cactáceas mexicanas. CONABIO, UNAM. México, D.F.

- Jiménez-Sierra C. L. y M. L. Matías-Palafox. 2015. Dinámica poblacional de cactáceas amenazadas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. HK026. México D.F.
- Maass, J.F., A. Velázquez, J.L. Palacio y G. Bocco. 2003. Cartographie et inventaire forestier au Mexique. Bois et Forêts des Tropiques 275: 5-16.
- Martínez G. J., W. A. Fitz Maurice, B. Fitz Maurice 2013. *Turbinicarpus horripilus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T40977A2948794. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T40977A2948794.en>.
- Matias-Palafox M. L. y Jiménez-Sierra C. L. 2004. *Turbinicarpus horripilus* (Lem.) Vác. John & Riha. Cactáceas y Suculentas Mexicanas 49: 128.
- Matías-Palafox, M.L. y C. Jiménez-Sierra. 2006. Evaluación del riesgo de extinción de las poblaciones de *Turbinicarpus horripilus* (Lem.) Vác. John & Riha, cactácea endémica de la Barranca de Metztitlán, México. Cactáceas y Suculentas Mexicanas 51: 100-110
- Matias-Palafox M. L. 2007. Estructura poblacional y biología reproductiva de *Turbinicarpus horripilus* (Lem.) Vác. John & Riha (Cactaceae). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F.
- Matias-Palafox M. L. 2018. Evaluación del éxito reproductivo de *Astrophytum ornatum* y *Turbinicarpus horripilus*, dos cactáceas que cohabitan en una zona semiárida de Hidalgo. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F.
- Matias-Palafox M. L., Jiménez-Sierra C. L., Valverde P. L., Mandujano M. C., Golubov J. Population dynamics of *Turbinicarpus horripilus*, a microendemic cactus of the Hidalgo semidesert region. En prensa.
- Sánchez-Mejorada, H. 1982. Problemas en el control del comercio de las cactáceas. Cactáceas y Suculentas Mexicanas 27: 27-32.

Sotomayor J. M., Arredondo G. A., Sánchez F. R., Martínez M. 2004. The genus *Turbinicarpus* in San Luis Potosi. Cactus & Co. EUA.

Valiente Banuet A. 1998. Polinización biótica y dispersión de semillas de cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán, Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. G017. México D. F.

j) Ficha resumen de la información anterior

Turbinicarpus horripilus es una especie endémica de México, cuya distribución se restringe a una pequeña región del centro del país. Es una especie que, además de la vulnerabilidad intrínseca de su historia de vida y la inestabilidad de los lugares en donde habita, está sujeta a las prácticas del saqueo ilícito de especímenes y sufre los estragos de la presión antropogénica con el crecimiento de la mancha urbana.

Actualmente es una especie cultivada en las Unidades de Manejo Ambiental para la Conservación de la Vida Silvestre de la región. La comercialización de esta especie está dada por la belleza de sus flores, las cuales aparecen a temprana edad (alrededor de 2 o 3 años). Sin embargo, la producción de especímenes en estos viveros no es objeto de regulación por parte de la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT), debido a que no es una especie contemplada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Es necesario considerar la inclusión de *Turbinicarpus horripilus* en la NOM-059 para promover acciones que garanticen la conservación de la especie, entre ellas, la regulación de su aprovechamiento y la promoción de programas de apoyos económicos que permitan a las UMA de la región, continuar con las acciones ya iniciadas.

Es importante resaltar que la inclusión de esta especie en la NOM-059 será un refuerzo positivo para la conservación de las comunidades de cactáceas que habitan las zonas áridas y semiáridas de México, lo que también ayudará a preservar estos hábitats que nos proveen de importantes servicios ecosistémicos de gran valor económico, ambiental y social.

5.7.5 Anexo Normativo II. Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Plantas *Turbinicarpus horripilus* (Lem.) John & Riha., 1983

Criterio A. Características de la distribución geográfica

1. Extensión de la distribución = 4

Especie microendémica de la barranca de Metztitlán en el estado de Hidalgo. Se estimó que la especie se distribuye en tan sólo en 0.00337 km², superficie menor a 1 km² (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006).

2. Número de poblaciones o localidades conocidas existentes = 2

Se han documentado ocho localidades en Hidalgo: Santuario (20°35.32' N, 98°45.47'W), San Juan (20°35.30' N, 98°45.33'W), Jilotla (20°33.08' N, 98°44.22'W), San Cristóbal (20°35.95' N, 98°45.15'W), Almolón (20°43.73' N, 98°56.23'W), San Pablo Tetlapaya (20°37.24' N, 98°52.50'W), Mogote partido (20°37.15' N, 98°49.59'W), Jihuico (20°32.14' N, 98°43.29'W); una de ellas (San Cristóbal), desapareció de 2004 a 2005 (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox *et al.* en prensa).

3. Número de provincias biogeográficas = 3

Exclusiva de Sierra Madre Oriental

4. Representatividad del taxón en el territorio mexicano = 0

Es una especie endémica de México. Su distribución se restringe a la barranca de Metztitlán en el Estado de Hidalgo (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015).

Sumatoria del Criterio A: 9/11 = 0.82

Criterio B. Características del hábitat

1. ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta? (sensu Rzedowski, 1978) = 3

La especie se encuentra sólo en matorral xerófilo.

2. ¿El taxón tiene un hábitat especializado? = 1

Sí, habita en suelo calizo, en pendientes pronunciadas en oquedades (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015).

3. ¿La permanencia del taxón es dependiente de un hábitat primario? = 1

Sí. Los individuos no logran establecerse en hábitats perturbados (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015).

4. ¿La permanencia de la población requiere regímenes de perturbación particulares o está asociada a etapas transitorias de la sucesión? = 0

No.

5. Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón = 2

Se distribuye desde 1020msnm a los 1498msnm, con una amplitud del intervalo de 478m.

Sumatoria del Criterio B: $7/9 = 0.78$

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca

C-1. Demografía

1) Número total de individuos = 2

Se estima que existen alrededor de 3000 individuos (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox *et al.* en prensa).

2) Reclutamiento = 4

No se observó reclutamiento en ninguna de las poblaciones registradas (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox *et al.* en prensa).

3) Atributos demográficos

a) ¿Hay evidencia de densodependencia en la reproducción? = 1

Requiere polinización cruzada con ayuda de abejas (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Matias-Palafox 2007; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox 2018).

b) ¿Hay clonalidad? = 1

Aunque es una especie que se ramifica, las ramas que por algún mecanismo se llegan a separar no tienen la capacidad de sobrevivir (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Matias-Palafox 2007; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015).

c) ¿Hay evidencia de decrecimiento de las poblaciones del país? = 1

Las poblaciones se encuentran en pendientes pronunciadas, en suelo calizo propenso a deslaves frecuentes que hacen que las plantas se desprendan y mueran. Hay evidencia de la desaparición de una población completa debido a la ampliación de una casa habitación (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Matias-Palafox 2007; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015).

d) ¿Hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad? = 1

Sí, ya que los individuos ramificados (que van de dos hasta 65 ramas), aportan el mayor porcentaje de semillas a las poblaciones (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Matias-Palafox 2007; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox 2018).

e) ¿El taxón es dioico, los individuos son dicógamos o autoincompatibles? = 1

Son autoincompatibles (Matias-Palafox 2007; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox 2018).

f) ¿La floración es sincrónica o gregaria? = 1

Los períodos de floración son cortos y sincrónicos (Matias-Palafox 2018).

g) ¿El taxón produce pocos propágulos (en comparación con otros miembros de su linaje)? = 1

Los frutos tienen alrededor de 40 semillas (Matias-Palafox 2007; Matias-Palafox 2018).

Sumatoria del Criterio C-1: 13

C-2. Genética

1) Variación molecular (heterocigosis) = 1

La diversidad haplotípica es de (0.696), que corresponde a un valor bajo (González-Adán 2016).

2) Estructura genética molecular = 1

El índice de diferenciación genética estimado para la especie, indica un grado de estructuración alto ($F_{st} = 1$) (González-Adán 2016).

3) Cantidad de variación genética (estimada indirectamente) =

4) Nivel de diferenciación entre poblaciones (estimada indirectamente) =

Sumatoria del Criterio C-2: 2

C-3. Interacciones bióticas especializadas

1) ¿El taxón requiere de una nodriza para su establecimiento? = 1

Requiere de micro hábitats. En algunos casos se encuentra asociada con *Selaginella* sp. (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Matias-Palafox 2007; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015).

2) ¿El taxón requiere de un hospedero o forofito específico? = 0

No.

3) ¿El taxón requiere un polinizador específico? = 1

Lo polinizan abejas (orden Hymenoptera) (Matias-Palafox 2007; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox 2018).

4) ¿El taxón tiene un dispersor específico? = 0

No, las semillas son dispersadas por agua, hormigas y escarabajos (Matias-Palafox 2007; Matias-Palafox 2018).

5) ¿El taxón presenta mirmecofilia obligada? = 0

No.

6) ¿El taxón presenta dependencia estricta de una micorriza? = 0

No.

7) ¿El taxón sufre una afectación importante por depredadores, patógenos (incluyendo competencia muy intensa con especies alóctonas o invasoras)? = 1

Se presenta florivoría por Coleópteros y Ortópteros (Matias-Palafox 2007; Matias-Palafox 2018).

Sumatoria del criterio C-3: 3

Sumatoria del criterio C: $1/18 = 0.78$

Criterio D. Impacto de la actividad humana

1. ¿Cómo afecta al taxón la alteración antrópica del hábitat? = 1

Es perjudicado, existe evidencia de la desaparición de poblaciones por la construcción de una casa (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Matias-Palafox 2007).

2. ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón? = 4

La vegetación y el sustrato remanente no permite el restablecimiento de la especie (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006).

3. ¿Existe evidencia (mediciones, modelos, predicciones) que indique un deterioro en la calidad o extensión del hábitat como efecto de cambios globales (e.g. sensibilidad a cambio climático) o se prevé un cambio drástico en el uso del suelo? = 1

Sí. El hábitat se ha reducido por incremento de: mancha urbana y cambio de uso de suelo para agricultura y ganadería (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006).

4. ¿Cuál es el impacto del uso sobre el taxón? = 2

Algunas poblaciones se ven afectadas por la recolecta de ejemplares y semillas (Santuario, San Juan, Almolón), ya que se encuentran accesibles, ya sea por ser exhibidas al público o por encontrarse muy cerca de la mancha urbana (Matias-Palafox y Jiménez-Sierra 2006; Matias-Palafox 2007; Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015).

5. ¿Es cultivado o propagado ex situ? = 1

Sí. Es propagada a partir de semillas en las UMA de cactáceas de la región (Jiménez-Sierra y Matias-Palafox 2015; Matias-Palafox 2018).

Sumatoria del Criterio D: 7/10 = 0.7

Asignación de la categoría de riesgo para *Turbinicarpus horripilus*

Sumatoria MER

Criterio A: 0.82

Criterio B: 0.78

Criterio C: 0.78

Criterio D: 0.70

Puntaje total obtenido: 3.08

Conclusión: Inclusión en la NOM-059 con la categoría de En peligro de extinción (P).

Referencias bibliográficas que respaldan la evaluación de riesgo.

Jiménez-Sierra C. L. y M. L. Matías-Palafox. 2015. Dinámica poblacional de cactáceas amenazadas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. HK026. México D.F.

Matías-Palafox, M.L. y C. Jiménez-Sierra. 2006. Evaluación del riesgo de extinción de las poblaciones de *Turbinicarpus horripilus* (Lem.) Vác. John & Riha, cactácea endémica de la Barranca de Metztitlán, México. Cactáceas y Suculentas Mexicanas 51: 100-110

Matias-Palafox M. L. 2007. Estructura poblacional y biología reproductiva de *Turbinicarpus horripilus* (Lem.) Vác. John & Riha (Cactaceae). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F.

Matias-Palafox M. L. 2018. Evaluación del éxito reproductivo de *Astrophytum ornatum* y *Turbinicarpus horripilus*, dos cactáceas que cohabitan en una zona semiárida de Hidalgo. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F.

Matias-Palafox M. L., Jiménez-Sierra C. L., Valverde P. L., Mandujano M. C., Golubov J. Population dynamics of *Turbinicarpus horripilus*, a microendemic cactus of the Hidalgo semidesert region. En prensa.

González-Adán M. A. 2017. Genética poblacional de *Turbinnicarpus horripilus* (Cactaceae); una cactácea microendémica de la Barranca de Metztitlán. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F.