



totoaba

la historia de
un pez que
transformó
un desierto

Recursos Naturales y Sociedad, 2024. Vol. 10 (Especial): 153-164. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2024.10.10.02.0011>

**Marcelo Vidal Curiel Bernal, Edgar Alcántara Razo
y Eugenio Alberto Aragón Noriega***

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Unidad Guaymas. Km 2.35 Camino al Tular, Estero Bacoichibampo, Guaymas, Sonora 85454, México.

*Autor responsable de correspondencia. E-mail: aaragon04@cibnor.mx

Resumen

La pesca de totoaba, *Totoaba macdonaldi*, fue muy importante para el establecimiento de asentamientos humanos en sitios áridos del desierto sonorense como San Felipe, Baja California, El Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco en Sonora (el primero y el último hoy polos turísticos muy importantes). En este documento se expone la historia de la pesca de totoaba y la situación actual de la explotación controlada vía acuicultura, los cambios ambientales de su hábitat de desove y crianza. La totoaba es una especie endémica del golfo con una longitud máxima de 2m, hasta 100 kg de peso total, y una longevidad de 27 años. Es el pez más grande de su familia, Sciaenidae. Sobre la base de la disminución de la captura registrada, la pesca comercial de totoaba fue prohibida a partir de 1975. En 1976 la totoaba fue registrada como en Peligro de Extinción. Debido a los esfuerzos del gobierno mexicano y las instituciones académicas para salvar la totoaba, en 2021 fue reclasificada como Vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Palabras clave: Especies en peligro de extinción, pesca, golfo de California.

Abstract

The fishery of totoaba, *Totoaba macdonaldi*, was very important for human settlements in arid sites of the Sonoran Desert such as San Felipe, Baja California, El Golfo de Santa Clara and Puerto Peñasco in Sonora (the former and the latter are very important touristic cities nowadays). This document presents the history of totoaba fishery and the current situation of controlled production through aquaculture, the dramatic alteration of its spawning and nursery habitat. The totoaba is endemic to the Gulf with

a maximum length of 2 m, up to 100 kg of total weight, and a longevity of 27 years, it is the largest fish of its family, Sciaenidae. Based on the decline in recorded catch, commercial fishing for totoaba was banned in 1975. In 1976 the totoaba was registered as Endangered on the Mexican federal list of species of interest. Due to efforts by the Mexican government and academic institutions to save the totoaba, in 2021 it was reclassified as Vulnerable by the International Union for Conservation of Nature (IUCN).

Keywords: Endangered species, fishing, Gulf of California.

Nombre común y científico

¿Se ha preguntado usted de dónde provienen los nombres científicos de los seres vivos en la Naturaleza? Pues bien, particularmente con la especie objeto de este estudio, vamos a decir que para la comunidad académica fue hasta el año de 1889 cuando un grupo de científicos norteamericanos se

adentraron en el golfo de California (también conocido como mar de Cortés) en el buque a vapor Albatross con el fin de recolectar peces que para ellos eran desconocidos. Con ese grupo de investigadores viajó Charles Gilbert, profesor de Zoología de la Universidad de Indiana en los Estados Unidos de América, quien al llegar al puerto de Guaymas y posteriormente a la parte más norteña del golfo de California encontró un pez muy abundante y grande que llegó a medir 180 centímetros y pesar 135 kilos.

Ese pez era muy popular entre los habitantes y según Gilbert (1890) los nativos le llamaban “Totuava” (así aparece escrito en los reportes que elaboró en el año 1890) (Gilbert, 1890; Jordan y Nakashima, 1916). Gilbert analizó la especie y como no se tenía conocimiento de ella en los medios académicos la describió como nueva especie y decidió llamarla *Cynoscion macdonaldi*

Era muy similar a los peces del género *Cynoscion*, que son los peces que hacen ruido con su vejiga gaseosa, o natatoria, y sus sonidos tan particulares los han llevado a que sean conocidos como roncadores o tambores. Pero ¿por qué macdonaldi? El Comisionado de pesca de los Estados Unidos de América, quien apoyó y financió la expedición del Albatross era Marshall McDonald, y fue en su honor que se decidió poner ese nombre científico a una especie nativa de nuestro mar interior mexicano llamado golfo de California (Gilbert, 1890; Jordan y Nakashima, 1916).

El nombre común o vernáculo de esta especie ha sido escrito por científicos mexicanos como “totoaba” que es diferente al deletreo que usaron los científicos estadounidenses. Fue hasta el año de 1980 cuando el científico mexicano, Alejandro Villamar, estudió la especie (Villamar, 1980) a un nivel muy detallado y encontró características muy particulares, por lo que concluyó que la especie no debía estar ubicada en el género *Cynoscion*. Al no encontrar un género específico dentro de la familia de peces Sciaenidae, propuso el género *Totoaba* y desde entonces

el nombre científico aceptado para la especie totoaba es *Totoaba macdonaldi* (nótese que cambió el nombre del género, pero no el de la especie o epíteto específico).

La conquista del desierto

Para saber el porqué de la fundación de las comunidades que conocemos como San Felipe en Baja California y El Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco en Sonora, hay que remitirse hasta principios del siglo XX entre los años 1900 a 1910. En aquellos tiempos la pesca de totoaba estaba prácticamente restringida al puerto de Guaymas, aunque se tienen registros que la comunidad comca’ac (conocidos como Seris) también la pescaban en las costas de Hermosillo, en Bahía de Kino (Juárez et al., 2016). El producto mejor pagado era la vejiga natatoria (también llamada vejiga gaseosa) y que desde esos años era llamada “buche”. Hace más de un siglo el kilo de buche era pagado a 11 dólares americanos por

los compradores asiáticos que lo transportaban principalmente a la ciudad de San Francisco, California, en Estados Unidos de América. Sin embargo, cuando los cardúmenes de totoaba que antes eran abundantes en Guaymas casi desaparecieron, los pescadores acostumbrados a las buenas ganancias que este recurso pesquero les dejaba empezaron a buscar otros sitios donde la totoaba fuera abundante. La región más norteña del golfo de California por ambas costas es un desierto tan abrasador que las temperaturas superan los 50 grados centígrados y por tanto era desalentador adentrarse en él (Berdegué, 1955). Otro reto para asentarse en las zonas desérticas es la escasez de agua dulce. Según don Julio Berdegué (científico mexicano que estudió biología en la ciudad de México y posteriormente obtuvo una maestría en la Universidad de California), fueron seis alemanes, desertores de barcos veleros durante la primera guerra mundial, quienes se dedicaban a la pesca de totoaba para comercializar el buche y quienes mejor resultado tuvieron al buscar esos nuevos sitios (Berdegué, 1955). don Julio Berdegué lo describió así: “con la idea de encontrar nuevas y mejores áreas de pesca se dedicaron a seguir los cardúmenes en sus migraciones anuales hacia la parte norte del golfo de California. Las condiciones desérticas de esta zona habían sido durante años el principal freno al establecimiento de campos pesqueros en la cabecera del golfo, pero finalmente los mencionados aventureros alemanes encontraron condiciones ideales de pesca y agua dulce en una bahía en la que establecieron por primera vez un campo pesquero. Al regresar los seis alemanes a Guaymas, las nuevas del descubrimiento de agua dulce y una zona donde las totoabas eran tan abundantes que hasta con arpones se podían capturar, corrió como reguero de pólvora. Como resultado de esto la siguiente temporada vio la salida de una pequeña flotilla de canoas empujadas a remo y vela que tras muchos contratiempos llegaron a lo que en el futuro sería conocido como el Puerto de San Felipe en Baja California. En años siguientes mujeres y

niños se trasladaron al campo pesquero provisional, que dejó de serlo para convertirse en vivienda permanente de varias familias de pescadores”.

Nuevos campos pesqueros surgieron cada vez más cerca de la desembocadura del río Colorado y se convirtieron en las comunidades que hoy conocemos como El Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco en Sonora. Con esto tenemos que la conquista del desierto y el establecimiento de comunidades, hoy muy importantes desde el punto de vista turístico y pesquero, fue debido a la pesca de la totoaba, principalmente. Esta misma conclusión la menciona el historiador Alejandro Bonada Chavarría quien en su publicación de 2020, señala y describe con más detalle la estrecha relación entre la pesca y la fundación de San Felipe, en particular el papel preponderante de totoaba en la fundación de San Felipe, que oficialmente fue establecido en el año de 1925 (Bonada Chavarría, 2020).

Historia de las capturas de totoaba y su relación con el río Colorado

Aunque se ha dicho que la pesca de totoaba inició a principios del siglo XX, en los años 1900-1910, no se tienen registros oficiales formales de su captura sino hasta 1923 cuando se registraron 80 libras exportadas a Estado Unidos de América, y en 1925 la cifra de exportación se elevó a 170 mil libras (Berdegué, 1955). En los años siguientes la captura siguió aumentando y presentando fluctuaciones, pero en realidad se desconoce el motivo ya que no se consideran confiables las estadísticas de captura. La figura 1 (Cisneros Mata, 2020; Arvizu y Chávez, 1972) presenta las fluctuaciones de las capturas desde 1923 hasta 1975 cuando se registró por última vez la captura de manera legal. En el año de 1942 se tiene el máximo registro de captura con 2261 toneladas, pero también destacan el año 1938 con 2177 toneladas y los años 1943 y 1944, con 2044 y 2007 toneladas de captura, respectivamente.

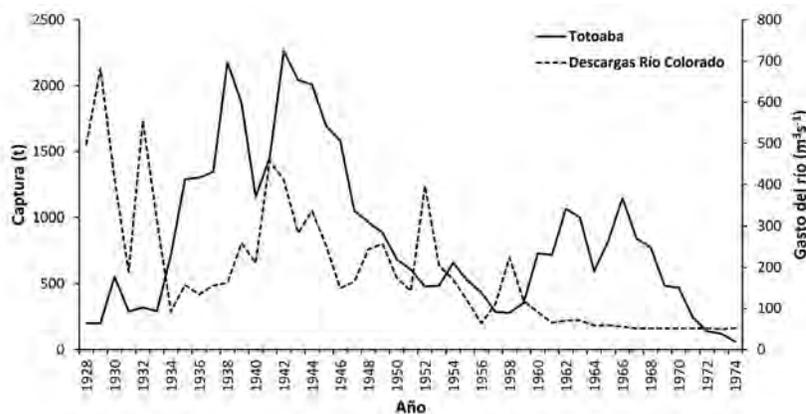


Figura 1. Capturas históricas de *Totoaba macdonaldi* (Fuente: Arvizu y Chávez, 1972).

La captura también se ha relacionado con el represamiento del río Colorado y por tanto con la limitada agua dulce que alcanza la zona de crianza de totoaba. El río más grande que atraviesa un desierto en el hemisferio occidental, el río Colorado, ha sido severamente alterado por el uso intenso del agua para satisfacer las necesidades agrícolas, industriales y urbanas de México, pero sobre todo de Estados Unidos de América. Como consecuencia,

extensas áreas ribereñas de humedales y ecosistemas costeros han sido degradadas, y la zona deltaica del río, en México, tiene ahora sólo 10% de su área original. Esta reducción del espacio habitable en el alto golfo de California ha ocasionado severos daños a las poblaciones de peces, invertebrados y mamíferos marinos, alterando los procesos ecológicos en la zona marina costera (Álvarez Borrego, 2001; Manjarrez-Bringas et al., 2018; Galindo-Bect et al., 2021).

Las descargas de agua dulce del río al delta en el alto golfo de California presentan dos periodos importantes.

El primero, antes de que se iniciara el llenado de la presa Hoover en 1935 y el segundo a partir de ese año hasta la fecha (Figura 2, Galindo Bect et al. 2000; Lavín y Sánchez 1999).

Antes del represamiento el flujo de agua del río presentaba un comportamiento estacional (período 1904-1934) con flujo máximo en junio. Los siguientes meses con mayor descarga fueron mayo y julio (Figura 3, Galindo

Bect et al. 2000; Lavín y Sánchez 1999). Los volúmenes del gasto o flujo para esos meses superaban los 1000 metros cúbicos por segundo. Para el período 1935-1997 se encontró que el flujo del río era igual en cualquier mes del año que el volumen promedio mensual, el cual no superó los 200 metros cúbicos por segundo (Figura 3).

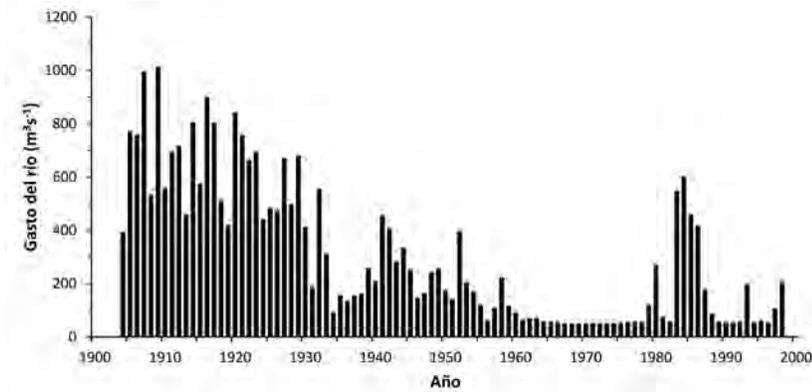


Figura 2. Promedio anual del flujo del río Colorado que cruza la frontera Estados Unidos-México, en los años 1904 a 1998 (Fuente: Buró de Reclamación de Yuma, Arizona, Estados Unidos, consultar Aragón Noriega, 2000).

No se ha demostrado que exista una clara relación entre el flujo del río Colorado y las capturas de totoaba, pero como se observa en la figura 4 (Arvizu y Chávez 1972; Lavín y Sánchez 1999 Galindo Bect et al. 2000; Cisneros Mata 2020) podría hipotetizarse una relación entre la falta de agua dulce a la zona de crianza y la disminución de la biomasa de la población de totoaba. La falta de agua dulce fue abordada por investigadores estadounidenses entre los que destacamos a Rowell y colaboradores quienes concluyeron en el año 2008, mediante técnicas geoquímicas que para totoaba el flujo del río Colorado fue un componente principal del hábitat de crianza antes de la construcción de presas y la reducción del flujo del río. El título de su estudio es muy sugerente del efecto ya que los llamaron “peces sin agua” (Rowell et al., 2008). Estos investigadores concluyeron que antes del represamiento del río, los juveniles de totoaba crecieron el doble más rápido y maduraron de 1-5 años

más rápido que después el represamiento del río. Por esta última afirmación se concluye que el flujo del río Colorado fue un componente principal en el hábitat de la totoaba antes de la construcción de presas y la reducción del flujo del río.

La pesca ilegal

En México la totoaba fue declarada en veda permanente desde 1975 por lo que cualquier captura con fines de comercialización después de esa fecha era ilegal. Es preciso mencionar que lo anterior es con fines de comercialización ya que por ejemplo en la década de 1980 ocurría captura incidental principalmente de ejemplares pequeños de totoaba (los llamados “machorros”, ejemplares menores a 80 cm de longitud total; Berdegué, 1955) sobre todo por barcos camaroneros.

Otra captura no clasificada como ilegal, fue aquella que mediante permisos especiales otorgados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos

Naturales se realiza para estudios con fines de investigación científica o con propósitos de acuicultura. Pero destaca la pesca ilegal que se desarrolló con mayor intensidad en la primera y segunda década, ya del presente siglo (periodo del 2006-2014). Para los interesados en mayor profundidad sobre este tema les recomendamos revisar las publicaciones de Cisneros-Mata (2020) y Bonada Chavarría (2020).

Al igual que al principio de la pesca, el producto más apreciado de totoaba no era su carne, que ha sido considerada como de primera, sino que siguió siendo el “buche”.

Toda la historia se repitió: los compradores asiáticos lo compraban a pie de playa y lo transportaban principalmente a California en Estados Unidos de América para de allí llevarlo a Asia. La diferencia es que ahora el kilo de buche llegó a tener un precio de hasta 4000 dólares americanos por kilo a pie de playa, según lo relata el investigador mexicano Miguel Ángel Cisneros Mata en su estudio publicado en el año 2020 (Cisneros-Mata, 2020: 42).

Líneas arriba mencionamos como entre los años 1900 a 1910 el kilo de buche estaba a 11 dólares americanos a pie de playa (Berdegué, 1955).

Considerando este último dato, y que la principal actividad económica en esa región es la pesca, y ante la falta de vigilancia, es fácil entender que los pescadores se arriesgaran a realizar pesca ilegal de totoaba para comercializar principalmente el buche y dejar al abandono la carne de los ejemplares capturados.

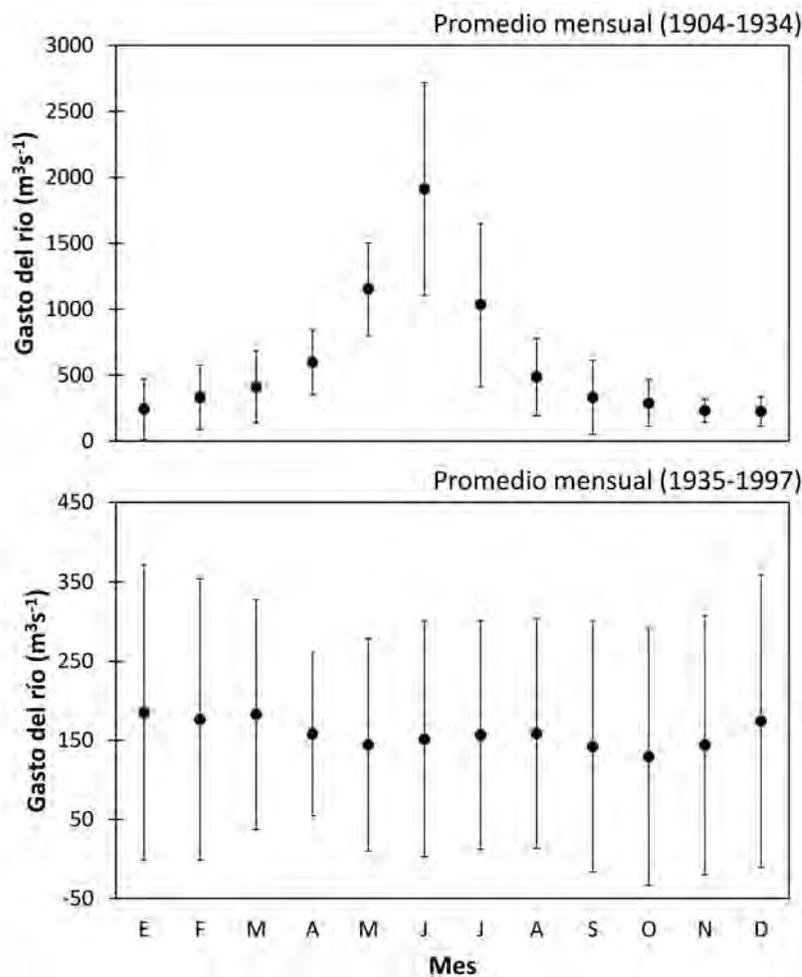


Figura 3. Promedio mensual de los valores del gasto del río Colorado para los períodos previos (1904-1934) y posteriores (1935-1997) a la construcción de la Presa Hoover. Las barras representan una desviación estándar. (Fuente: Buró de Reclamación de Yuma, Arizona, Estados Unidos, consultar Aragón Noriega, 2000).

Una alternativa para reducir la pesca ilegal es implementar la pesca deportiva de totoaba.

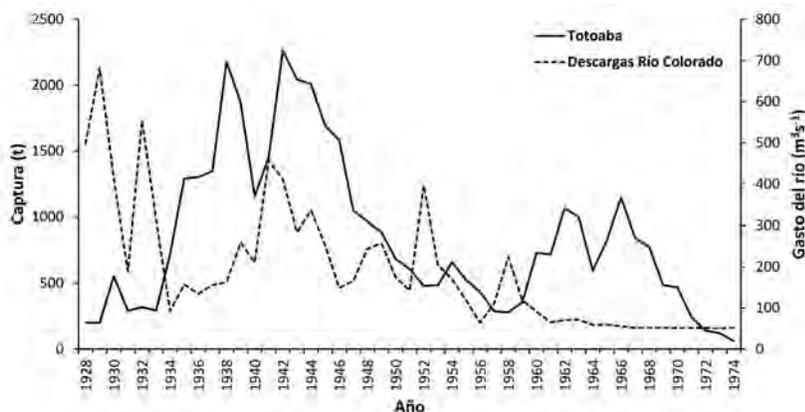


Figura 4. Volúmenes de captura comercial de totoaba y descargas del río Colorado al Delta del río Colorado. (Fuente de descarga del río: Buró de Reclamación de Yuma, Arizona, Estados Unidos. Fuente de las capturas: Arvizu y Chávez, 1972).

Se sabe de pescadores que han sacado ejemplares de gran tamaño. Por eso el someter a esta especie a una explotación racional a través de la pesca deportiva podría ser una alternativa para evaluar el estado actual de la población de este organismo y de incorporar a los totoaberos a explotarla de manera legal.

Cisneros-Mata (2020: 73) lo describe así:

“El desarrollo de la pesca deportiva de totoaba representa una oportunidad de manejo que podría resultar en una reducción del riesgo para la población en comparación con los grados de captura actuales.

Sin embargo, estos escenarios aún podrían conducir a un estado de sobreexplotación, y un resultado positivo depende de que el grado de captura por parte de la flota deportiva se mantenga bajo. Asimismo, de no controlarse la captura ilegal, el desarrollo de la pesca deportiva llevaría a la población a las peores condiciones reflejadas en este estudio.”

Antecedentes del Cultivo de totoaba

La acuicultura se ha convertido en una alternativa importante para la producción de alimentos y la conservación de especies en peligro de extinción. Sin embargo, no todas las especies de peces son adecuadas para su cultivo, y se requiere un análisis cuidadoso para determinar si una especie es una buena candidata. En el caso de la totoaba, se han identificado varias características que la hacen un buen candidato para la acuicultura: alta demanda en el mercado, alta tasa de crecimiento y adaptación a condiciones de cultivo (Juárez et al., 2016). Estos mismos autores comentan que “La idea, al cultivar totoaba, es producir una proteína de alta calidad y de una carne insuperable, que son condiciones que posee la totoaba, un pez marino saludable y que en un futuro se pueda encontrar cotidianamente en los hogares de los mexicanos, como un

alimento nutritivo y de buen sabor”. Ellos también comentaron que se pretende “contribuir a la alimentación de los mexicanos, ya que ese icónico pescado contiene proteínas de alta calidad”.

Sin duda, el desarrollo de estudios a partir de 1993 en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), para desarrollar la biotecnología del cultivo de totoaba marcó la pauta para que distintos estudios aportaran nuevos conocimientos acerca de la biología de la especie y reforzaran las técnicas de reproducción en cautiverio de totoaba (True, 2012). Los estudios realizados en la UABC dan cuenta de que se ha completado el ciclo de vida total en condiciones de laboratorio.

El motivo original para producir larvas y juveniles de totoaba fue un programa de repoblación. Desde 1994, este programa ha operado a través de un criadero que funciona como Unidad de Manejo Ambiental para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) en la UABC en Ensenada y San Felipe (Baja California). En 2014, el Instituto de Acuicultura del Estado de Sonora en Bahía de Kino, Sonora inició la producción y repoblación de totoaba criada en cautiverio (pero a partir de 2020 dejó de producir por razones ajenas al laboratorio), seguida por la empresa privada Earth Ocean Farms, que inició en 2016 en La Paz, BCS. También en Sonora hay otras empresas dedicadas a la producción del pez totoaba como Signus Ocean Farms, en La Manga, municipio de Guaymas. Los procedimientos para la captura de reproductores, además de la maduración, desove, cría de larvas y crecimiento de los juveniles están completamente dominados. Desde principios de la década de 1990, las instituciones han liberado en total unos 500 mil juveniles en la naturaleza como parte del programa de repoblación para la conservación de la totoaba, pero se necesitan más estudios para comprender el impacto de estas liberaciones.

En conclusión, el cultivo de totoaba es un campo de la maricultura en constante evolución que ha experimentado importantes avances en las últimas décadas. El desarrollo del

paquete tecnológico completo para el cultivo de totoaba ha sido el resultado de un proceso de investigación y desarrollo de varias décadas, que involucró a numerosos científicos y especialistas en acuicultura. Aunque aún existen desafíos, como el de la comercialización de los productos, el cultivo de totoaba tiene un gran potencial económico y ambiental y puede desempeñar un papel importante en la conservación de la especie.

Estatus de conservación de totoaba

La pesca de totoaba fue prohibida desde 1975 por el gobierno mexicano (SEMARNAT, 2015). La disminución de las capturas fue tan grave que la UICN la clasificó como especie en peligro crítico de extinción.

Es importante señalar que totoaba fue el primer pez marino considerado como en crítico peligro de extinción. El criterio que se siguió para esta declaratoria fue la drástica disminución de las capturas, legales en ese entonces, en su

zona de distribución original (Cisneros Mata, 2020). Las leyes mexicanas tienen sus propios criterios para clasificar las especies en peligro; estas están reguladas en la norma denominada NOM-059-SEMARNAT-2010. En esta norma totoaba también está clasificada como en peligro de extinción. La población de totoaba siguió su disminución en más del 90% en las últimas tres décadas (CONAPESCA, 2016). Esto se tradujo en la inclusión de la totoaba en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), lo que prohíbe su comercio fuera de México.

Hasta el año 2021, el estatus de conservación de la totoaba fue considerado como crítico debido a la pesca ilegal y la degradación del hábitat. Recientes evaluaciones de la población de totoaba, desarrollados por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, a la par de iniciativas para el comercio por parte de compañías privadas, dieron como resultado que la UICN, reclasificara el estatus de la totoaba en su lista roja pasando de ser considerada como especie en peligro crítico a especie vulnerable (Cisneros-Mata et al., 2020). También CITES autorizó la comercialización de la carne de totoaba proveniente de las instalaciones de cultivo.

Consideraciones finales

La totoaba es un pez símbolo de la transformación de comunidades ubicadas en los desiertos más áridos de México, es aprovechada por pueblos originarios a lo largo del golfo de California y en la desembocadura del río Colorado. Soportó la drástica alteración de su hábitat, principalmente en la zona de crianza y reproducción. Toleró la pesca intensiva que la llevó a ser considerada especie en crítico peligro de extinción, pero su población silvestre se recuperó al punto de ahora contar con una población sana desde el punto de vista de la distribución geográfica y composición de tallas (demografía) (Cisneros Mata, 2020). La población silvestre podría ahora llevar un aprovechamiento vía pesca deportiva y manejo vía unidades de manejo ambiental. Por otro lado, la tecnología también ayudó a la recuperación ya que hoy en día se tiene dominada la técnica de cultivo y existen instalaciones de producción tanto del sector privado como público. La esperanza está en que sea administrada y manejada de manera ordenada para que la población silvestre continúe su recuperación y el cultivo siga aportando ese alimento de tan alta calidad que representa la totoaba.

Referencias

- Álvarez-Borrego, S. 2001. *The Colorado River Estuary and Upper Gulf of California, Baja, Mexico*. pp 331-340. En: Seeliger, U. y B. Kjerfve (Eds.). *Coastal Marine Ecosystems of Latin America*. Ecological Studies, vol 144. Springer, Berlin, Alemania. 366 pp. https://doi.org/10.1007/978-3-662-04482-7_23.
- Aragón Noriega, E.A. 2000. *Ecología del reclutamiento del camarón azul Litopenaeus stylirostris (STIMPSON, 1871) en el Alto Golfo de California*. Tesis doctoral, CICESE, México 154 pp.
- Arvizu J. y H. Chávez 1972. *Sinopsis sobre la biología de la totoaba Cynoscion macdonaldi, Gilbert 1890*. FAO Fisheries Synopsis 108: 26pp.
- Berdegú, J. 1955. *La pesquería de totoaba (Cynoscion macdonaldi) en San Felipe, Baja California*. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 16: 45-78.
- Bonada-Chavarría, A. 2020. *Batallas en El Desierto: El Surgimiento de los Narcobucheros y el Tráfico Ilegal de Totoaba en el Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado*. Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) Revista De La Solcha 10(3): 265-299. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2020v10i3.p265-299>.
- Cisneros-Mata, M.Á., C. True, L.M. Enríquez-Paredes, Y. Sadovy y M. Liu. 2021. *Totoaba macdonaldi*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*: e.T22003A2780880. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T22003A2780880.en>.
- Cisneros Mata, M.Á. (Ed.). 2020. *Evaluación de la población de Totoaba macdonaldi*, Ediciones de la Noche, México. D.F. 105 pp.
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). 2016. *Diagnóstico de las pesquerías de Totoaba macdonaldi en México*. En <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/diagnostico-de-las-pesquerias-de-totoaba-macdonaldi-en-mexico> (consultado el 4/04/2023).
- Galindo Bect, M.S., C.I. Vázquez León, y D. Aguilar Montero. 2021. *El impacto del represamiento del Río Colorado en la pesquería del camarón en el Alto Golfo de California, México*. Frontera Norte 33: 1-23 <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2137>.
- Gilbert, C.H. 1890. *A preliminary report on the fishes collected by the steamer "Albatross" on the Pacific coast of North America during the year 1889, with descriptions of twelve new genera and ninety-two new species*. Proceedings of the United States National Museum 13: 49-126.

- Jordan, D.S. y E. Nakashima. 1916. *Notes on the Totuava (Cynoscion macdonaldi Gilbert)*. Copeia 37: 85–86. <https://doi.org/10.2307/1435924>.
- Juárez, L.M., P.A. Konietzko y M.H. Schwarz. 2016. *Totoaba aquaculture and conservation: hope for an endangered fish from Mexico's Sea of Cortez*. World Aquaculture 47(4): 30-38.
- Manjarrez-Bringas, N., E.A. Aragón-Noriega, L.F. Beltrán-Morales, M.V. Cordoba-Matson y A. Ortega-Rubio. 2018. *Lessons for Sustainable Development: Marine Mammal Conservation Policies and Its Social and Economic Effects*. Sustainability 10(7), 2185; (En Línea) DOI: <https://doi.org/10.3390/su10072185>.
- Rowell, K., C. True, K.W. Flessa y L.D. Dettman. 2008. *Fish without water: validation and application of the d18 O in Totoaba macdonaldi otoliths*. Ciencias Marinas 34: 55-68.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2015. *Estrategia para la conservación de la totoaba (Totoaba macdonaldi) en México*. En https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/105420/Estrategia_totoaba_26jun15.pdf (consultado el 17/04/2023).
- True, D.C. 2012. *Desarrollo de la Biotecnología de Totoaba macdonaldi*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Baja California. México. 121 pp.
- Villamar, A. 1980. *Totoaba, un nuevo género, de la familia Sciaenidae en el Golfo de California. México (Pisces: Teleostei)*. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 23: 129-133.

Sometido: 25 de mayo de 2023

Revisado: 02 de agosto de 2023

Aceptado: 14 de agosto de 2023

Editor asociado: Dr. Fausto Valenzuela Quiñonez

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández