

## Artículo de divulgación

# Mantarrayas (Chondrichthyes: Myliobatiformes), las aves del mar: importancia, amenazas e iniciativas de conservación en México

Manta rays, birds of the sea: importance, threats and conservation initiatives in Mexico

Grecia Fernanda Morales-Amador<sup>1</sup>, Gema Rosa Cristóbal-Mondragón<sup>2</sup>   
& José Manuel Tinajero-Rodríguez 

### Resumen

Las mantarrayas son miembros de la familia Mobulidae, conocidas por ser las rayas más grandes del mundo, se distribuyen en diversas zonas tropicales, subtropicales y templadas. Estos organismos desempeñan un papel crucial en los ecosistemas marinos, filtrando plancton y contribuyendo al equilibrio de las cadenas alimentarias. Además, son un recurso importante para las economías locales, especialmente a través del turismo de buceo. Sin embargo, estas especies están amenazadas por la sobre pesca, la degradación de su hábitat y el cambio climático. En este ensayo destacamos la importancia de las mantarrayas, desde una perspectiva biológica y económica; además, se analizan iniciativas de conservación, así como también, se resalta la importancia de México, en la preservación de estas especies, ya que nuestro país alberga regiones clave para la conservación de las mantarrayas.

**Palabras clave:** Mantarrayas (Mobulidae), conservación de especies, migración, ecosistemas marinos, México.

Recibido: 06 de agosto de 2025.

### Abstract

Manta rays are members of the Mobulidae family, known as the largest rays in the world, distributed in various tropical, subtropical, and temperate zones. These organisms play a crucial role in marine ecosystems, filtering plankton and contributing to the balance of food chains. They are also an important resource for local economies, particularly through dive tourism. However, these species are threatened by overfishing, habitat degradation and climate change. This essay highlights the importance of manta rays from a biological and economic perspective and discusses conservation initiatives such as protected areas and fishing regulations that aim to protect manta rays. It also highlights the importance of Mexico in the conservation of these species since our country harbors key regions for manta ray conservation.

**Key words:** Manta rays (Mobulidae), species conservation, migration, Marine ecosystems, Mexico

Aceptado: 16 de enero de 2025.

## Introducción

Las mantarrayas son animales marinos colosales y los miembros de la familia Mobulidae, son consideradas las más grandes del mundo (Ehemann *et al.* 2022). Actualmente, se reconocen dos especies de mantas gigantes: *Mobula birostris* descrita por Walbaum en 1792 y conocida como la manta oceánica y *Mobula alfredi*, descrita por Krefft en 1868 (Ahyong *et al.*

2025), conocida como la manta de arrecife. Aunque existen investigaciones en dónde se han logrado identificar nuevas especies (Hinojosa-Alvarez *et al.* 2016; Hosegood *et al.* 2020). Su morfología única y su comportamiento migratorio no solo las vuelve fascinantes desde una perspectiva ecológica y económica, sino también por desempeñar un papel fundamental en el equilibrio de los ecosistemas marinos actuando como filtradores de plancton

<sup>1</sup> Licenciatura en Biología, Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Biofísica Molecular de Canales Iónicos, Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, UNAM, Ciudad de México, CP 04510, México.

\* Autor de correspondencia: jose.t.r@huixquilucan.tecnm.mx (JMR)

(Miguel de Jesús & Daniel Enrique 2013).

Desde el 2019 la mantarraya oceánica (*M. birostris*) fue clasificada como especie en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) (IUCN 2019). La sobrevivencia de estos animales se ve amenazada por la acción humana, principalmente debido a la sobre pesca, la degradación de su hábitat y el impacto del cambio climático. La pesca incidental y dirigida ha reducido significativamente sus poblaciones, mientras que la contaminación y el tráfico marítimo afectan su comportamiento migratorio y su capacidad de reproducción (Salomón-Aguilar 2015). Debido a su importancia ecológica y económica, resulta urgente implementar un enfoque integral de conservación que combine estrategias de manejo sostenible, regulación pesquera, áreas marinas protegidas y educación ambiental (Heinrichs *et al.* 2011).

En este ensayo analizamos la relevancia biológica y económica de las mantarrayas, así como su impacto en los ecosistemas donde habitan y en las comunidades humanas que dependen de su presencia. Además, se examinan las principales amenazas que enfrentan y se evalúan las estrategias de conservación implementadas para su protección. A través de este análisis, se busca generar conciencia sobre la importancia de estas especies y la necesidad de garantizar su preservación a largo plazo, así como también, el impacto de México en la preservación y conservación de estas especies.

### **Características que hacen únicas a las mantarrayas**

Las mantarrayas son muy inteligentes, poseen la mayor proporción cerebro/peso corporal de todos los peces (Ari 2011),

pueden llegar a medir hasta 8.8 metros de envergadura y pesar hasta 2,400 kilogramos (Pimiento *et al.* 2019). Su anatomía se destaca por su cuerpo aplanado y sus grandes aletas pectorales, que parecen alas gigantes que les permiten moverse de manera elegante bajo el agua (Salomón-Aguilar 2015). A diferencia de otras rayas, las mantarrayas no tienen aguijón venenoso, lo que las hace inofensivas para los humanos (Notarbartolo-Di-Sciara 1987, Stevens *et al.* 2019).

La boca de las mantarrayas está ubicada en la región ventral del cuerpo, está especializada para la filtración de grandes volúmenes de plancton durante el nado. Además, presentan estructuras cefálicas especializadas, denominadas lóbulos cefálicos, que facilitan la canalización del agua hacia la cavidad bucal (Couturier *et al.* 2012, Hall *et al.* 2018). Los ojos se localizan lateralmente en la cabeza, mientras que las aberturas branquiales están situadas en la superficie ventral, lo que les permite mantener un flujo de oxígeno constante mientras se desplazan en su hábitat (Couturier *et al.* 2012).

Las mantarrayas habitan principalmente en los océanos tropicales y subtropicales del mundo (Ehemann *et al.* 2022), especialmente en los océanos Pacífico e Índico. Son migratorias, y sus desplazamientos están fuertemente influenciados por la disponibilidad de alimento, que consiste en plancton, peces pequeños y crustáceos (Salomón-Aguilar 2015).

El ciclo reproductivo de las mantarrayas es muy largo, alcanzan la madurez sexual a los 5 o 6 años y dan a luz sólo una o dos crías por gestación, cada gestación dura entre 12 y 13 meses con intervalos de entre 2 a 5 años entre cada parto. Son ovovivíparas, sus embriones se desarrollan en huevos, donde las crías obtienen los nutrientes necesarios a partir del contenido

del huevo y de fluidos maternos, lo que favorece su adecuado desarrollo hasta el nacimiento ya que son retenidos dentro del cuerpo materno hasta el momento de su eclosión. Al nacer, las crías son completamente independientes, presentando una morfología similar a los adultos, aunque en menor tamaño (Couturier *et al.* 2012; Stevens *et al.* 2019). Esta combinación de una larga gestación, amplios períodos entre gestaciones y una madurez sexual tardía hace que las mantarrayas sean especialmente vulnerables a la sobreexplotación y otros factores que afecten su densidad poblacional (Salomón-Aguilar, 2015, Stevens *et al.* 2019).

### **El comportamiento migratorio dificulta el estudio de las mantarrayas**

Las mantarrayas son pelágicas, lo que significa que pasan gran parte de su vida en aguas abiertas, aunque pueden encontrarse en áreas costeras. La *M. birostris* es una especie altamente migratoria que habita tanto en aguas costeras como oceánicas (Rambahiniarison *et al.* 2018), lo que le permite recorrer grandes distancias en busca de alimento y mejores condiciones de hábitat (SEMARNAT 2018). Esta especie puede encontrarse en todos los océanos tropicales y subtropicales del mundo, incluyendo regiones del Atlántico, Pacífico e Índico (IUCN 2019). La *M. alfredi* muestra un comportamiento más sedentario, prefiriendo habitar zonas costeras, particularmente en áreas protegidas cercanas a los arrecifes coralinos. Se distribuye principalmente en la región Indo-Pacífica y el Atlántico tropical oriental, donde las aguas cálidas y resguardadas proporcionan las condiciones ideales para su desarrollo y supervivencia (Marshall *et al.* 2009, IUCN 2019). Ambas especies nadan en aguas superficiales, entre 0 y 120 metros de

profundidad, aunque se han registrado inmersiones de hasta 1,000 metros.

En el océano Pacífico, las mantarrayas son comunes en aguas tropicales y subtropicales. En América, se encuentran desde las costas del norte de México hasta el sur de Perú y Chile. México, en particular, alberga zonas clave para la conservación de las mantarrayas, como el Archipiélago de Revillagigedo y el Mar de Cortés, reconocidos por su biodiversidad y atractivo para el turismo ecológico (SEMARNAT 2018).

En el Atlántico occidental, las mantarrayas habitan desde Carolina del Norte en Estados Unidos hasta Brasil, mientras que en el Atlántico oriental, se localizan en las islas de Cabo Verde y las costas de África occidental (Marshall *et al.* 2009).

En el océano Índico, áreas como las Maldivas, Seychelles, y la costa oriental de África (Mozambique & Tanzania) son puntos clave para la observación de mantarrayas, siendo las Islas Maldivas uno de los destinos más importantes a nivel mundial (IUCN 2019). En el Mar Mediterráneo, aunque su presencia es menos frecuente, las mantarrayas han sido registradas en regiones como el Estrecho de Gibraltar y el Mar Adriático (IUCN & TRAFFIC 2016). Por otro lado, en el Mar Rojo, las condiciones ambientales, caracterizadas por aguas cálidas y una alta biodiversidad, favorecen la presencia de estas especies.

La distribución de las mantarrayas está determinada por diversos factores ecológicos y oceanográficos, entre los que destacan las corrientes marinas, que influyen en sus patrones migratorios, la disponibilidad de alimento, fundamental para su supervivencia, y las temperaturas del agua, que limitan su rango geográfico a zonas tropicales, subtropicales y templadas.

Determinar la densidad poblacional de las mantarrayas gigantes (*Mobula birostris*) ha sido complicado debido a su comportamiento migratorio, sin embargo, la pesca intensiva redujo drásticamente la población de estos organismos en México durante las décadas entre 1960 y 1990. Según la SEMARNAT (2018). En los últimos 10 años la población de mantarrayas ha experimentado una disminución debido a la sobre pesca y captura incidental. Aunque no se tiene un cálculo exacto de la densidad poblacional reciente, los datos indican una tendencia a la baja, especialmente en áreas de alta actividad pesquera como el Golfo de California (Salomón-Aguilar 2015). En el noroeste del Pacífico mexicano la densidad poblacional es baja y presenta variaciones estacionales, con mayor concentración de mantarrayas en los meses en que las corrientes frías ricas en nutrientes están presentes. La pesca ilegal, especialmente en los estados de Sonora y Oaxaca, es una amenaza persistente para la mantarraya gigante, dado que sus branquias se comercializan en mercados clandestinos (Salomón-Aguilar 2015).

La distribución de esta especie en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México se ha reducido a menos del 40% de su extensión histórica, como resultado de la degradación del hábitat y la disminución en la disponibilidad de alimentos como el zooplancton debido a los impactos del cambio climático y fenómenos oceanográficos como El Niño y La Niña. Por otro lado, la contaminación por metales pesados, hidrocarburos y microplásticos impacta negativamente en las mantarrayas, lo que afecta su capacidad para alimentarse eficientemente (SEMARNAT 2018).

La importancia de la mantarraya gigante va más allá de su papel ecológico. Estas criaturas son clave para la economía

turística, especialmente en el sector del buceo recreativo, y también tienen un valor cultural simbólico. Sin embargo, su población continúa en declive debido a la falta de medidas de conservación más estrictas y la presión humana sobre los ecosistemas marinos (Mezcua 2023). Se ha reportado que el 88% del tiempo las mantarrayas han permanecido dentro de la ZEE de México; sin embargo, solo el 12% lo hicieron dentro del área protegida lo que ha dificultado la conservación de estas especies (Graham *et al.* 2012).

### **¿Por qué son tan importantes las mantarrayas a nivel ecológico y económico?**

Las mantarrayas desempeñan un papel crucial en los ecosistemas marinos debido a su naturaleza planctívora, ya que se alimentan filtrando grandes cantidades de agua, capturando pequeños organismos como peces y zooplancton. A través de este proceso, contribuyen a regular la cadena alimentaria y a mantener el equilibrio dentro de los ecosistemas marinos (SEMARNAT 2018). El movimiento de las mantarrayas, desplazándose desde las profundidades hacia la superficie pasando a través de las diferentes capas de agua ayuda a distribuir nutrientes a lo largo del océano, transportando nutrientes esenciales que benefician tanto a los organismos que habitan en la superficie como en las aguas profundas. Este intercambio vertical es crucial para mantener la biodiversidad y la productividad de los ecosistemas marinos (Andrzejaczek *et al.* 2021).

Uno de los sitios de mayor relevancia para la conservación de la biodiversidad marina es el Archipiélago de Revillagigedo, un hábitat protegido y reconocido por la UNESCO como Patrimonio Natural de la Humanidad debido a su extraordinaria riqueza biológica. Este ecosistema alberga

una gran diversidad de especies marinas, incluyendo mantarrayas gigantes (*M. birostris*), cuya presencia en la zona resalta la importancia ecológica del archipiélago como un área crítica para la alimentación, reproducción, limpieza y migración de estas y otras especies pelágicas (Del Moral-Flores *et al.* 2020; Cabral *et al.* 2023). Este sitio es endémico de los peces Ángel Clarión (*Holacanthus clarionensis*), los cuales mantienen una relación simbiótica mutualista al limpiar a las mantarrayas de ectoparásitos que pudieran infectar sus heridas (Murie *et al.* 2020). Recientemente se han descrito otras relaciones mutualistas importantes en esta zona, entre *M. birostris* y dos distintas especies de tiburón, la rémora tiburonera (*Remora remora*) (Becerril-García *et al.* 2020) y el tiburón de Galápagos (*Carcharhinus galapagensis*) (Vinesky *et al.* 2025). Además, este archipiélago es considerado uno de los principales refugios de *M. birostris* durante el fenómeno del niño (Cabral *et al.* 2023).

El Mar de Cortés, descrito por el famoso explorador Jacques Cousteau como "el acuario del mundo" debido a su extraordinaria biodiversidad, no solo es un hábitat clave para las mantarrayas, sino que también alberga una amplia variedad de especies marinas, lo que convierte al Mar de Cortés en uno de los ecosistemas más complejos y ricos del planeta (Niño Torres *et al.* 2011). Las mantarrayas encuentran en estas aguas las condiciones ideales para alimentarse y reproducirse, lo que refuerza su rol ecológico en la regulación de las cadenas alimentarias marinas.

La Isla Socorro y las Islas Marietas, ubicadas en el Pacífico mexicano, son sitios particularmente populares entre los aficionados al buceo debido a la presencia constante de mantarrayas, así como otras especies marinas como tiburones y delfines, el turismo en estas áreas representa

un beneficio económico considerable para las comunidades locales, que dependen en gran parte de la actividad turística. (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP 2004).

El avistamiento de mantarrayas se ha consolidado como una actividad turística clave en México, siendo Baja California Sur, Puerto Vallarta y el Archipiélago de Revillagigedo destinos que atraen a miles de visitantes cada año (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP 2004). Estos lugares son conocidos por ofrecer experiencias únicas de buceo con mantarrayas, y la importancia económica de este tipo de turismo no puede subestimarse. Los ingresos generados por el turismo ecológico relacionado con las mantarrayas y otras especies marinas ayudan a sostener a las comunidades costeras y fomentan la conservación de estos frágiles ecosistemas (SEMARNAT 2018).

## Iniciativas de conservación

Como hemos mencionado antes, las mantarrayas gigantes son animales de gran importancia ecológica, reconocidos por su papel en el equilibrio de los ecosistemas marinos y por su importancia dentro del turismo sustentable. Con el fin de buscar preservar la población de mantas gigantes, México ha implementado algunas estrategias, como: el reconocimiento de estas especies como "sujetas a protección especial" al incluirlas dentro de las normas oficiales mexicanas Mexicana NOM-029-PESC-2006 y NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que restringe su captura y comercialización. Además, el establecimiento de áreas naturales protegidas en regiones importantes para las mantarrayas gigantes ha sido otra de las estrategias implementadas para preservar estas especies. Como ejemplo tenemos la

reserva de la Biosfera del Archipiélago de Revillagigedo, declarada patrimonio de la humanidad por la UNESCO.

Por otro lado, diversas organizaciones y gobiernos han implementado medidas para proteger a las mantarrayas. Asimismo, existen organismos internacionales como la *Manta Trust*, *Marine Megafauna Foundation* (MMF), *Save Our Seas Foundation*, *Maldives Manta Conservation Programme* (MMCP), *Indonesia Manta Project* y *The Manta Network* que apoyan y promueven la investigación, educación y protección de las mantarrayas en diferentes partes del mundo. Estas organizaciones financieran programas de ciencia para poder identificar y monitorear el comportamiento de las mantarrayas.

Es importante mencionar que, aunque el turismo de observación de mantarrayas puede generar beneficios económicos, es necesario realizar una gestión adecuada, un verdadero turismo sostenible, para evitar alterar el comportamiento natural de las especies y dañar sus hábitats esenciales, como las estaciones de limpieza.

A nivel de investigación es necesario realizar un esfuerzo conjunto a nivel gubernamental y privado que permita generar nuevas políticas públicas reforzadas por científicos dedicados al estudio de las mantarrayas gigantes y de este modo asegurar la preservación de estas especies. Es necesario ampliar el esfuerzo para entender más profundamente el comportamiento de estos organismos ya que, sigue siendo poco entendido su comportamiento reproductivo.

## Conclusión

México ha avanzado en la conservación de las mantarrayas gigantes mediante una combinación de legislación, protección

de hábitats y programas científicos. Sin embargo, es esencial continuar fortaleciendo estos esfuerzos, integrando a más comunidades costeras y promoviendo políticas públicas que aseguren la preservación de estas especies icónicas para las futuras generaciones dada su importancia a nivel biológico y social.

## Agradecimiento

Grecia Fernanda Morales Amador y José Manuel Tinajero Rodríguez agradecen a su *alma mater*, el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan porque en sus instalaciones surgió la inquietud de realizar este ensayo. Este trabajo fue solicitado por José Manuel Tinajero Rodríguez dentro de la asignatura de Fisiología Animal como parte del programa académico de la Licenciatura en Biología del Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan (TESH, TecNM). Un especial agradecimiento al Programa de Becas Posdoctorales en la UNAM (POSDOC) por la beca otorgada a Gema R. Cristóbal Mondragón. Los autores agradecen a los revisores anónimos por sus recomendaciones para mejorar este trabajo.

## Referencias

Ahyong, S., C. B. Boyko, J. Bernot, S. N. Brandão, M. Daly, S. De Grave, N. J. de Voogd, S. Gofas, F. Hernandez, L. Hughes, T. A. Neubauer, G. Paulay, van der Meij, S. B. Boydens, , Decock, W. S. Dekeyzer, M. Goharimanesh, L. Vandepitte, B. Vanhoorne & A. Zullini. 2025. *World Register of Marine Species* (WoRMS) [Dataset]. WoRMS Editorial Board. <https://www.marinespecies.org>

Andrzejaczek, S., R. J. Schallert, K. Forsberg, N. S. Arnoldi, M. Cabanillas-Torpoco, W. Purizaca & B. A. Block. 2021. Reverse diel vertical movement of oceanic manta rays off the northern coast of Peru and implications for conservation. *Ecological Solutions and Evidence* 2(1), e12051. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12051>

Ari, C. 2011. Encephalization and brain organization of mobulid rays (Myliobatiformes, Elasmobranchii) with ecological perspectives. *The Open Anatomy Journal* 3(1), 1-13. <https://doi.org/10.2174/1877609401103010001>

Becerril-García, E. E., M. A. Gutiérrez-Ortiz, P. A. Preciado-González & A. Ayala-Bocos. 2020. Presence of Remora remora on Mobula birostris in Revillagigedo National Park, Mexico. *Marine and Freshwater Research* 71(3), 414. <https://doi.org/10.1071/MF19089>

Cabral, M. M. P., J. D. Stewart, T. A. Marques, J. T. Ketchum, A. Ayala-Bocos, E. M. Hoyos-Padilla & H. Reyes-Bonilla. 2023. The influence of El Niño Southern Oscillation on the population dynamics of oceanic manta rays in the Mexican Pacific. *Hydrobiologia* 850(2), 257-267. <https://doi.org/10.1007/s10750-022-05047-9>

Couturier, L. I. E., A. D. Marshall, F. R. A. Jaine, T. Kashiwagi, S. J. Pierce, , Townsend, K. A., S. J. Weeks, M. A. Bennett & A. J. Richardson 2012. Biology, ecology, and conservation of the Mobulidae. *Journal of Fish Biology*, 80(5), 1075-1119. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03264.x>

Del Moral-Flores, L. F., J. M. Gracián-Negrete, & A. F. Guzmán-Camacho. 2020. Fishes of Archipelago of Revillagigedo Islands: A systematic and biogeographic update. *BIOCYT Biología Ciencia y Tecnología* 9(33-36). <https://doi.org/10.22201/fesi.20072082.2016.9.75910>

Ehemann, N., E. Acosta-Rodríguez, A. Tagliafico, N. Pelletier & G. Stevens. 2022. Manta and devil ray species occurrence and distribution in Venezuela, assessed through fishery landings and citizen science data. *Journal of Fish Biology* 101(1), 213-225. <https://doi.org/10.1111/jfb.15088>

Graham, R. T., M. J. Witt, D. W. Castellanos, F. Remolina, S. Maxwell, B. J. Godley & L. A. Hawkes. 2012. Satellite tracking of manta rays highlights challenges to their conservation. *PLoS ONE* 7(5), e36834. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036834>

Hall, K. C., P. J. Hundt, J. D. Swenson, A. P. Summers, & K. D. Crow. 2018. The evolution of underwater flight: The redistribution of pectoral fin rays in manta rays and their relatives (Myliobatidae). *Journal of Morphology* 279(8), 1155-1170. <https://doi.org/10.1002/jmor.20837>

Heinrichs, S., M. O'Malley & P. Hilton. 2011. The global threat to manta and mobula rays. *Manta Ray of Hope*, WildAid & Shark Savers. <https://wildaid.org/wp-content/uploads/2017/09/The-Global-Threat-to-Manta-and-Mobula-Rays-WEB.pdf>

Hinojosa-Alvarez, S., R. P. Walter, P. Diaz-Jaimes, F. Galván-Magaña & E. M. Paig-Tran. 2016. A potential third manta ray species near the Yucatán Peninsula? Evidence for a recently diverged and novel genetic manta group from the Gulf of Mexico. *PeerJ* 4, e2586. <https://doi.org/10.7717/peerj.2586>

Hosegood, J., E. Humble, R. Ogden, M. De Bruyn, S. Creer, G. M. W. Stevens, M. Abudaya, K. Bassos-Hull, R. Bonfil, D. Fernando, A. D. Foote, H. Hipperson, R. W. Jabado, J. Kaden, M. Moazzam, L. R. Peel, S. Pollett, A. Ponzo, M. Poortvliet, , ... G. Carvalho. 2020. Phylogenomics and species delimitation for effective conservation of manta and devil rays. *Molecular Ecology*, 29(24), 4783-4796. <https://doi.org/10.1111/mec.15683>

IUCN. 2019. *Mobula birostris*: Marshall, A., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Francis, M. P., Derrick, D., Herman, K., Jabado, R. W., Liu, K. M., Rigby, C. L., & Romanov, E. The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T198921A214397182 [Dataset]. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T198921A214397182.en>

Marshall, A. D., L. J. V. Compagno & M. B. Bennett. 2009. Redescription of the genus *Manta* with resurrection of *Manta alfredi* (Krefft, 1868) (Chondrichthyes; Myliobatoidei; Mobulidae). *Zootaxa*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.191734>

Mezcua, J. (2023, julio 12). Mantarraya, pacífico y misterioso gigante del océano [Blog]. Fordivers. <https://fordivers.store/blogs/blog-fordivers/mantarraya-pacifico-y-misterioso-gigante-del-oceano>

Miguel de Jesús, G. G., & G. S. Daniel Enrique. 2013. Aspectos biológicos y ecológicos de la manta gigante *Manta birostris* (Walbaum, 1792). *Revista Científica de Biología Marina*, 1.

Murie, C., M. Spencer & S. P. Oliver. 2020. Current strength, temperature, and bodyscape modulate cleaning services for giant manta rays. *Marine Biology* 167(5). <https://doi.org/10.1007/s00227-020-3674-2>

Notarbartolo-di-Sciara, G. 1987. A revisionary study of the genus *Mobula* Rafinesque, 1810 (Chondrichthyes: Mobulidae) with the description of a new species. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 91(1), 1-91. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1987.tb01723.x>

Pimiento, C., J. L. Cantalapiedra, K. Shimada, D. J. Field & J. B. Smaers. 2019. Evolutionary pathways toward gigantism in sharks and rays. *Evolution*, 73(3), 588–599. <https://doi.org/10.1111/evo.13680>

Rambahiniarison, J. M., M. J. Lamoste, C. A. Rohner, R. Murray, S. Snow, J. Labaja, G. Araujo & A. Ponzo. 2018. Life history, growth, and reproductive biology of four mobulid species in the Bohol Sea, Philippines. *Frontiers in Marine Science*, 5, 269. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00269>

Salomón-Aguilar, C. A. 2015. Zonas prioritarias de conservación de rayas y mantarrayas en el noroeste del Pacífico mexicano. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras*, 23(2), 77–99.

SEMARNAT. 2018. Programa de acción para la conservación de las especies tiburones y rayas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

Stevens, G., D. Fernando, & M. Dando. 2019. Guide to the manta and devil rays of the world. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9780691207216>

IUCN & TRAFFIC. 2016. Análisis de las propuestas de enmienda a los apéndices de CITES de UICN/TRAFFIC para la 17<sup>a</sup> reunión de la Conferencia de las Partes (pp. 101–104).

Vinesky, J., J. Ketchum & M. Hoyos. 2025. Scraping the surface: First records of cleaning associations between sharks and oceanic manta rays. Cold Spring Harbor Laboratory. <https://doi.org/10.1101/2025.04.04.647128>