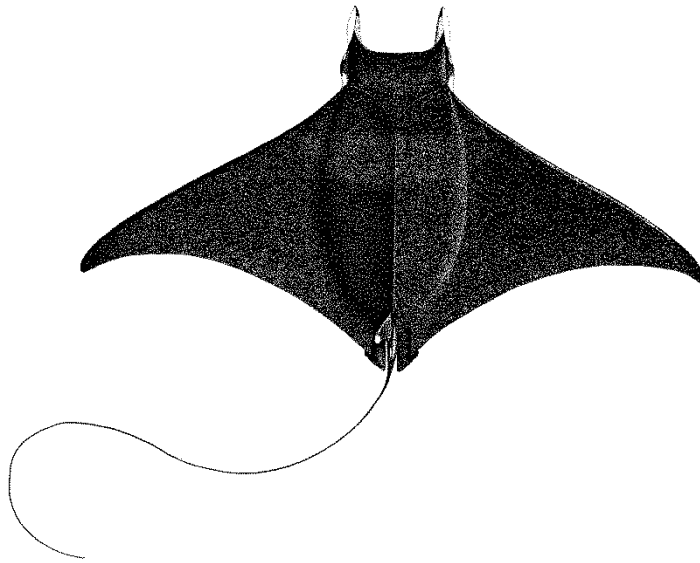


Justificación técnica para la inclusión la raya diablo de aguijón
(*Mobula mobular*) en la categoría de riesgo Amenazada (A) según el
Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies
Silvestres en México



5.7.1 Datos generales del responsable de la propuesta: Ramón Bonfil Sanders, Cerrada Monserrat 9, La Candelaria, Coyoacán, CDMX 04380. 55 1841 9293, ramon.bonfil@gmail.com, Instituciones proponentes: CODEMAR AC y Océanos Vivientes A.C.

5.7.2 Nombre científico válido: *Mobula mobular* (Bonnaterre, 1788)

Sinónimos: *Squalus edentulus* Brünnich, 1768; *Raia mobular* Bonnaterre, 1788; *Raia aurita* Suckow, 1799; *Raja vespertilio* Walbaum, 1792; *Aodon cornu* Lacepède, 1798; *Raia fabroniana* Lacépède, 1800; *Raja cephaloptera* Bloch & Schneider, 1801; *Raja giorna* Lacepède, 1803; *Raja diabolus* Shaw, 1804; *Apterurus fabroni* Rafinesque, 1810; *Cephalopterus massena* Risso, 1810; *Mobula auriculata* Rafinesque, 1810; *Anodon cornutus* Billberg 1833; *Cephaloptera rissoi* Billberg, 1833; *Cephalopterus rissoi* Billberg, 1833; *Cephaloptera dumerillii* Billberg, 1833; *Cephaloptera japonica* Müller & Henle, 1841; *Mobula japonica* (Muller & Henle, 1841); *Cephaloptera rochebrunei* Vaillant, 1879; *Cephalopterus edentula* Griffini, 1903; *Mobula rancureli* Cadenat, 1959

Fuente: Eschmeyer, W. N. and R. Fricke, and R. van der Laan (eds). 2018. CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES.
(<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).
Electronic version accessed 26 Juny 2018.

Nota: estudios filogenéticos recientes (White *et al.* 2018) han demostrado que *Mobula japanica* (Muller & Henle, 1841) es una sinonimia de *Mobula mobular* (Bonaterre, 1788), es decir ambas son la misma especie, y este último es el nombre válido.

Nombres comunes: raya diablo de aguijón, cubana de lomo blanco, raya diablo gigante, manta.

Sugerencia: Se sugiere incluir a las poblaciones mexicanas de *Mobula mobular* como especie (A) Amenazada.

5.7.3 Mapa de la distribución geográfica de la especie.

El método seguido para la construcción del mapa de distribución actual de *M. mobular* en territorio mexicano consistió en lo siguiente.

La distribución teórica de la especie se obtuvo de Couturier *et al.* (2012) y Last *et al.* (2016), quienes indican que esta especie habita en aguas costeras y alejadas de la costa en mares cálidos, y que en México ocurre solo en el Pacífico, desde la frontera con Estados Unidos hasta la frontera con Guatemala. Esta información fue complementada con datos de un estudio de marcaje satelital de *M. mobular* en Baja California Sur (Croll *et al.* 2012) el cual muestra que esta especie se distribuye alrededor del sur de la península de Baja California en algunas zonas oceánicas.

Los datos anteriores se actualizaron y complementaron con los registros nacionales de la base de datos *Naturalista* de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) donde solo se reportan avistamientos en la Bahía de La Paz https://www.naturalista.mx/observations?place_id=6793&taxon_id=49696 .

Con todos estos datos y tomando en consideración batimetría, geoformas, y zona económica exclusiva, se generó el mapa de distribución actual (Fig. 1).

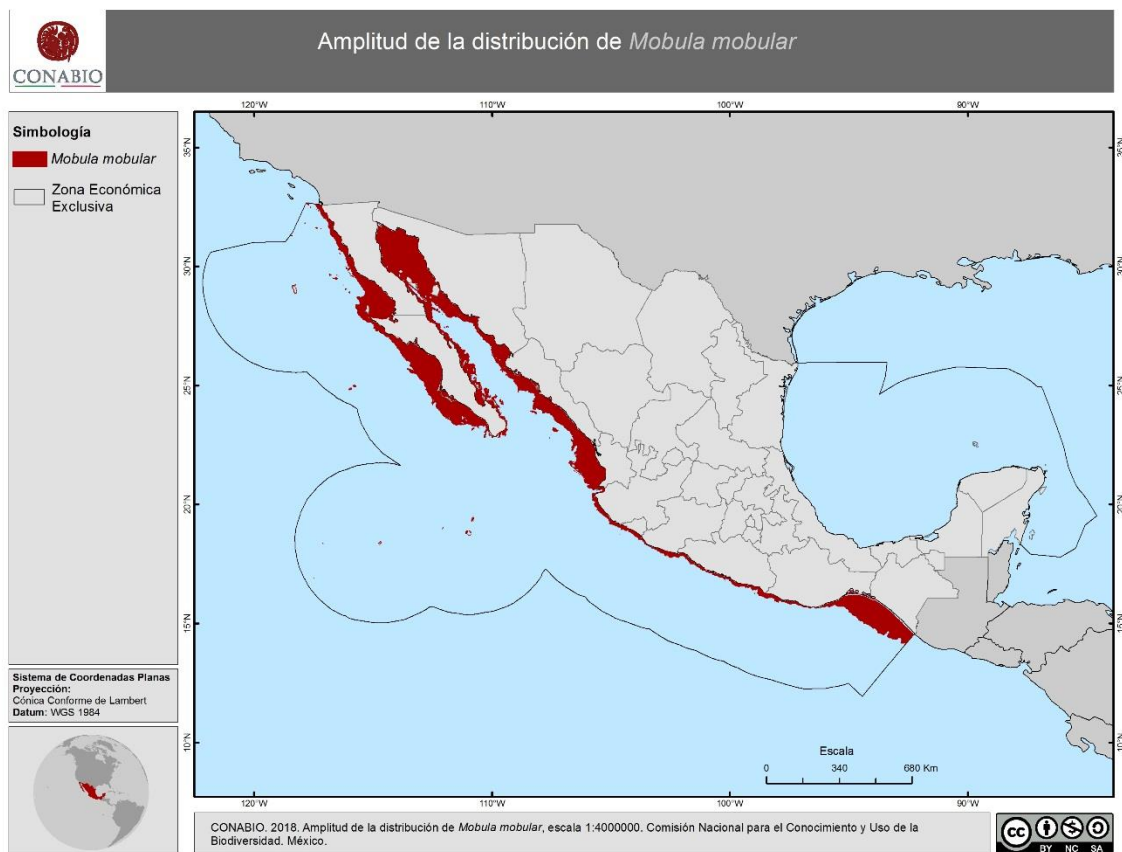


Figura 1. Distribución de *Mobula mobular* en México (basado en Couturier *et al.* 2012, Croll *et al.* 2012, Last *et al.* 2016 y datos de *Naturalista*).

5.7.4 Justificación técnica científica de la propuesta, que incluya:

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

M. mobular como todos los miembros de la familia Mobulidae es una de las pocas rayas de hábitos pelágicos. Habita en mares cálidos de los Océanos Pacífico, Atlántico Sur, Índico y el Mar Mediterráneo. Es una de las pocas especies de elasmobranquios filtradores, alimentándose de plancton, particularmente el eufásido *Nyctiphanes simplex* y peces pequeños como sardinas y anchovetas (Notarbartolo di Sciara, 1988; Last *et al.* 2016). Es una especie vivípara que solo tiene una cría cada 2-3 años, y las hembras llegan a la 1ª madurez sexual entre los 217 y 237 cm de ancho de disco o entre los 8 y 9 años de edad (Couturier *et al.* 2012, Rambahiniarison *et al.* 2018). Estas características biológicas determinan que, como muchos elasmobranquios, sus poblaciones tienen una potencial reproductivo extremadamente bajo y por lo mismo son muy vulnerables a los efectos de la pesca, además de que tardan muchos años en recuperarse una vez que desaparece la pesca. Estimaciones de parámetros demográficos para *M. mobular* (Rambahiniarison *et al.* 2018) indican que su tasa intrínseca de crecimiento poblacional r es de entre 0.012 y 0.027 mientras que su tasa

intrínseca máxima de crecimiento poblacional r_{max} es de 0.077 (Pardo *et al.* 2016), una de las más bajas entre 106 tiburones y rayas examinados y que por consiguiente tienen un riesgo de extinción mayor que la gran mayoría de los tiburones y rayas (Dulvy *et al.* 2014).

A nivel mundial, las poblaciones de la raya diablo de aguijón y otras mantas de la familia Mobulidae han sido objeto de una explotación intensa y creciente a desde hace dos décadas, debido al enorme crecimiento de la demanda por sus branquias en el mercado asiático de medicina tradicional china, a pesar de que dicho producto nunca fue de uso tradicional en la medicina china y no existe evidencia de ningún efecto curativo de este producto (Heinrichs *et al.* 2011).

En México, las mantarrayas y rayas diablo sufrieron una explotación desmedida en el Pacífico y a pesar de que su pesca esta prohibida a través de la NOM-029-CONAPESCA-2006 desde 2007, no existe monitoreo suficiente de la actividad pesquera y el autor ha recibido varias comunicaciones personales entre 2014 y 2016 que indican que las mantarrayas y rayas diablo siguen siendo pescadas y desembarcadas en algunos puertos de Sonora y Oaxaca, además de que las branquias secas de mobúlidos son comercializadas ilegalmente en La Paz, B. C. S.

De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, el método utilizado para el diagnóstico consiste en el Método de Evaluación de Riesgo presentado abajo. Los datos existentes indican que la distribución de esta especie en México es menor al 40% de la ZEE. El hábitat marino utilizado por *M. mobular* ha sufrido así mismo grandes cambios estructurales y una disminución de la disponibilidad de alimento en los eslabones de la cadena trófica, tanto a nivel mundial (Pauly *et al.* 1998) como en México (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón 2011). Lo anterior indica que no existe suficiente alimento en el hábitat natural como para que las poblaciones de esta y otras especies que se alimentan de plancton y peces pequeños crezcan de manera adecuada. Por último los impactos antropogénicos al hábitat natural de *M. mobular* incluyen contaminación por metales pesados, hidrocarburos, y microplásticos, estos últimos consumidos cotidianamente por esta especie filtradora.

La aplicación del MER a los datos existentes indica que *M. mobular* obtiene un puntaje de 10, por lo cual debe ser ingresada como una especie (A) Amenazada a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

b) Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica

Aunque ecológicamente no cumplen ningún papel preponderante en la regulación trófica de los ecosistemas como la mayoría de los tiburones depredadores tope, tienen relaciones simbióticas relevantes con varias especies de rémoras (Echeneidae) que muy comúnmente viven pegadas a *M. mobular* (Couturier *et al.* 2012).

La relevancia taxonómica de *M. mobular* consiste en que es una de las tan solo 8 especies de la familia Mobulidae a nivel mundial, y es la tercera mayor de ellas llegando a medir al menos 5.2 m de envergadura (Last *et al.* 2012). Además, es uno de los pocos elasmobranquios que evolucionaron al gigantismo, y es también uno de los pocos elasmobranquios filtradores junto con las demás especies de la familia Mobulidae, el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), el tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*) y el tiburón bocón (*Megachasma pelagios*).

Culturalmente las rayas diablo y las mantarrayas, son especies icónicas que representan la belleza de la fauna oceánica debido a su gran tamaño, naturaleza inofensiva, nado suave y comportamiento curioso y tolerante de los humanos. Son relevantes en las tradiciones de las culturas Polinesias de Hawaii, y en la actualidad son muy populares en tatuajes y películas animadas, además de ser uno de los elasmobranquios más apreciados por los buzos deportivos.

Económicamente sus branquias han adquirido en los últimos 10 años un valor exageradamente alto en el mercado asiático, llegándose a pagar hasta \$500 dólares por kg (Heinrichs *et al.* 2011). Sin embargo su valor vivas supera enormemente el valor de los productos de la pesca, pues las mantarrayas y rayas diablo de gran tamaño, incluyendo a *M. mobular* son de las especies marinas que más ingresos generan por actividad turística. Existen varios sitios a nivel mundial para el buceo con mantarrayas y rayas diablo, sin embargo no existe mucha información sobre el valor de este turismo. En las Islas Maldivas en el Océano Índico, el valor del turismo para bucear con mantarrayas de arrecife *Mobula alfredi* se estimó en \$8.1 millones de dólares anuales al final de la década de los 2000es (Anderson *et al.* 2011).

c) Factores de riesgo reales y potenciales e importancia relativa de cada uno

La pesca incidental con todo tipo de redes, sobre todo cerqueras, es el principal riesgo real para esta especie en México. Desafortunadamente no existen datos sobre la captura y destino (liberadas vivas o muertas, desembarcadas, etc.) de esta especie en las actividades de la pesca de atún con redes cerqueras en el Pacífico mexicano.

La morfología de *M. mobular* con aletas cefálicas y grandes aletas pectorales puntiagudas, además de sus hábitos pelágicos las hace fácil presa de redes pesqueras en las cuales se enredan fácilmente y mueren asfixiadas al no poder desenredarse solas. Por lo anterior, la pesca incidental en todo tipo de pesquerías con redes de enmalle es otro factor real de riesgo para la especie.

Las actividades turísticas de buceo con esta especie, representan así mismo un riesgo para la salud de estos animales debido a la falta de una regulación de la misma, con un Código de Comportamiento que incluya por ejemplo, el no agarrarse de sus aletas pectorales para ser arrastrado por ellas, y no tocarlas ni acercarse demasiado.

La gran demanda de branquias de mobúlidos en el mercado asiático de medicina tradicional china (según Heinrichs *et al.* 2011 el valor total de este mercado es de 11.3 millones de dólares anuales) representa un factor real de riesgo para *M. mobular* a través del mercado negro de estos productos. En México se tienen reportes anecdóticos del comercio ilegal de branquias de mobúlidos en La Paz, B.C.S.

Las alteraciones en la abundancia de los niveles tróficos de las redes alimentarias de los ecosistema marinos causadas por a sobreexplotación de recursos pesqueros y la consecuente sobreexplotación de peces menores de cardumen como sardinas y anchovetas (Pauly *et al.* 1998) significan que existe una disminución en la abundancia de estas presas de *M. mobular* y una competencia con el hombre por dichos recursos. Esto representa un factor potencial de riesgo a través de una menor disponibilidad de alimento para *M. mobular*.

El cambio climático también es un factor de riesgo potencial para todas las mantarrayas. El cambio climático puede alterar la distribución, abundancia y fenología del plancton conforme los océanos se calientan (Hays *et al.* 2005), además de que las condiciones oceanográficas locales y regionales que producen los afloramientos de plancton que son el alimento principal de todos los mobúlidos, pueden cambiar como resultado del calentamiento global y así influenciar la ruta y temporalidad de las migraciones de las mantarrayas (Richardson, 2008).

Los posibles efectos negativos en la salud de *M. mobular* debidos a la contaminación marina por hidrocarburos, metales pesados, y sobre todo por microplásticos es otro factor de riesgo potencial para esta especie (Couturier *et al.* 2012).

d) Análisis pronóstico de la tendencia actualizada de la especie o población referida, de no cambiarse el estado actual de los factores que provocan el riesgo de su desaparición en México, a corto y mediano plazos

No existe información cuantitativa sobre la tendencia de las poblaciones de *M. mobular* en México, sin embargo es muy probable que debido a la explotación directa a la cual fue sometida la población antes de que fuera prohibida su pesca en la NOM-029-SEMARNAT-2006, la misma haya declinado considerablemente en el Pacífico mexicano. La tendencia actual de la población se desconoce, pero de no desaparecer los factores de riesgo es muy probable que la abundancia de *M. mobular* disminuya a niveles que garanticen su clasificación como especie en Peligro (P) a mediano plazo.

e) Consecuencias indirectas de la propuesta

Acciones específicas:

Fortalecer los programas de monitoreo de la Comisión Interamericana del Atún Tropical para que documenten el número de individuos de todas las especies de mobúlidos que son capturados en los lances de redes de cerco para pesca de atún en territorio mexicano, incluyendo la especie y destino (liberados vivos, descartados muertos, desembarcados).

Expandir y fortalecer programas de monitoreo de la CONAPESCA por medio de oficiales de pesca para vigilar que no se capturen, desembarquen y comercialicen organismos de esta especie en ninguna pesquería del país. Para esto será necesario monitorear principalmente los campos de pesquerías artesanales que son los más susceptibles a capturar mantarrayas con redes de enmalle y arpones.

Dado que la captura de esta especie está prohibida desde 2007, las únicas capturas son ilegales, por lo cual el impacto económico de esta propuesta será mínimo y solo para los pescadores que aún la capturan ilegalmente.

f) Análisis de Costos

FALTA, ¿CONABIO?

g) Análisis de Beneficios

a) Valores de uso indirecto

Los tiburones y rayas son depredadores de los océanos que indican el bienestar del ecosistema marino, al encontrar tiburones en ciertas áreas nos indica que existen presas suficientes para que la población pueda subsistir, de igual forma, las rayas al ser carnívoros forrajeadores, nos indican que el fondo marino también cuenta con presas suficientes para sostener sus poblaciones en áreas determinadas. Al contar con su presencia es posible aprovechar los recursos que estas especies indican que habitan en esa área (Peces, moluscos, entre otros). Cabe mencionar que el aprovechamiento de los recursos debe ser de una manera responsable y a tasas sostenibles para la continuidad y subsistencia de tiburones y rayas en esas áreas.

b) Valores de no uso

Los tiburones y rayas son relevantes para la biodiversidad del país, ya que se distribuyen ampliamente en la zona económica exclusiva tanto del Pacífico mexicano como la del golfo de México y el caribe. Ambos grupos han existido en la tierra por millones de años, lo que hace importante conservar a estas especies por su alto valor histórico en la historia evolutiva de la Tierra, incluso son necesarias para futuras investigaciones sobre el pasado de estas especies y otras asociadas a éstas.

c) Evidencia del valor de la especie

Haciendo una comparación del costo-beneficio entre los recursos generados de pesquería de los tiburones y rayas y el turismo de naturaleza, por lo menos en 2 áreas del Pacífico donde se distribuye la especie evaluada, la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe y el Parque Nacional Revillagigedo, el turismo de naturaleza genera un mayor beneficio económico que la pesquería, siendo 47.8 millones de dólares anuales en la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe (CONANP, 2017) y 42.7 millones de dólares anuales en el Parque Nacional Revillagigedo (CONANP, 2018); contra 20 millones de dólares anuales generados por valor de pesquería (CONAPESCA, 2014). Estos resultados dan sustento a que la actividad turística genera mayores ingresos, y la especie debe ser conservada en vez de pescada. De esta manera se reduce el impacto humano sobre la población de la especie.

Por otro lado, faltan estudios específicos para la especie, ya que los datos de CONAPESCA son generales y no hacen diferencia entre especies. Asimismo, con la distribución de la especie, CONAPESCA menciona la presencia de tiburones, pero no especifica que la especie sea de los tiburones observados y registrados tanto en la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe, como el Parque Nacional Revillagigedo.

h) Medidas de seguimiento

Es necesario implementar programas permanentes de conteo de mantarrayas en los principales puntos de observación de esta especie (Bahía de La Paz) para tener una línea de base con la cual evaluar la tendencia de las poblaciones y la efectividad de su protección a través de una eventual inclusión en la NOM-059-SEMARNAT.

Así mismo se deben implementar programas de marcaje satelital para investigar las rutas migratorias y posible conectividad entre las diferentes subpoblaciones que habitan en territorio mexicano, así como aquellas de regiones vecinas.

i) Referencias

Aguilera-Márquez, D., G. Leyva-García y J. García-Hernández, 2014. Efectos del dragado de una bahía en el sur de Sonora, en las concentraciones de metales pesados de huevos de aves de colonia, p. 323-340. En: A.V. Botello, F. Páez-Osuna, L. Mendez-Rodríguez, M. Betancourt-Lozano, S. Álvarez-Borrego y R. Lara-Lara (eds.). Pacífico Mexicano. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. UAC, UNAM-ICMYL, CIAD-Mazatlán, CIBNOR, CICESE. 930 p.

Arreguín-Sánchez, F. y E. Arcos Huitrón. 2011. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica* 21(3): 431-462.

- Bizzarro, J. J., Smith, W. D., Márquez-Farías, J. F., Tyminski, J., & Hueter, R. E. (2009a). Temporal variation in the artisanal elasmobranch fishery of Sonora, Mexico. *Fisheries research*, 97(1-2), 103-117.
- Bizzarro, J. J., Smith, W. D., Hueter, R. E., & Villavicencio-Garayzar, C. J. (2009c). Activities and catch composition of artisanal elasmobranch fishing sites on the eastern coast of Baja California Sur, Mexico. *Bulletin, Southern California Academy of Sciences*, 108(3), 137-151.
- Botello, A.V., J. Rendón von Osten, J. Benítez y G. Gold-Boucht (eds.), 2013. Golfo de México. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. UAC, UNAM-ICMYL, CINVESTAV-Unidad Mérida. 1210 p.
- Botello, A.V., F. Páez-Osuna, L. Mendez-Rodríguez, M. Betancourt-Lozano, S. Álvarez-Borrego y R. Lara-Lara (eds.), 2014. Pacífico Mexicano. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. UAC, UNAM-ICMYL, CIAD-Mazatlán, CIBNOR, CICESE. 930 p.
- Botello A.V., A. O. Toledo, G. de la Lanza-Espino, & S. Villanueva-Fragoso, 2015. The Pacific coast of Mexico p. 1-28. En: A.V. Botello, F. Páez-Osuna, L. Mendez-Rodríguez, M. Betancourt-Lozano, S. Álvarez-Borrego y R. Lara-Lara (eds.). Pacífico Mexicano. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. UAC, UNAM-ICMYL, CIAD-Mazatlán, CIBNOR, CICESE. 930 p.
- Canese, S., Cardinali, A., Romeo, T., Giusti, M., Salvati, E., Angiolillo, M., & Greco, S. (2011). Diving behavior of the giant devil ray in the Mediterranean Sea. *Endangered Species Research*, 14(2), 171-176.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, 62(12), 2588-2597.
- CONANP, 2017. Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp/prensa/inicia-temporada-de-tiburón-blanco-en-isla-guadalupe-con-nuevas-reglas>
- CONANP, 2018. Ingreso por cobro de derechos 2013 abril 2018. Dirección Regional Península de Baja California y Pacífico Norte.
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, (CONAPESCA). *Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca*. [online] gob.mx. Available at: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuacultura-y-pesca> [Accessed 9 Apr. 2018]. 2000 – 2014

- Couturier, L. I. E., Marshall, A. D., Jaine, F. R. A., Kashiwagi, T., Pierce, S. J., Townsend, K. A., ... & Richardson, A. J. (2012). Biology, ecology and conservation of the Mobulidae. *Journal of fish biology*, 80(5), 1075-1119.
- Croll, D. A., Dewar, H., Dulvy, N. K., Fernando, D., Francis, M. P., Galván-Magaña, F., ... & Newton, K. M. (2016). Vulnerabilities and fisheries impacts: the uncertain future of manta and devil rays. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26(3), 562-575.
- Croll, D. A., Newton, K. M., Weng, K., Galván-Magaña, F., Sullivan, J. O., & Dewar, H. (2012). Movement and habitat use by the spine-tail devil ray in the Eastern Pacific Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 465, 193-200.
- Cuevas-Zimbrón, E., Sosa-Nishizaki, O., Pérez-Jiménez, J. C., & O'Sullivan, J. B. (2013). An analysis of the feasibility of using caudal vertebrae for ageing the spinetail devilray, *Mobula japanica* (Müller and Henle, 1841). *Environmental biology of fishes*, 96(8), 907-914.
- Diario Oficial de la Federación. 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006. Especificaciones para su aprovechamiento. 14 febrero 2007.
- Dulvy, N. K., Pardo, S. A., Simpfendorfer, C. A., & Carlson, J. K. (2014). Diagnosing the dangerous demography of manta rays using life history theory. *PeerJ*, 2, e400.
- Germanov, E. S., Marshall, A. D., Bejder, L., Fossi, M. C., & Loneragan, N. R. (2018). Microplastics: No small problem for filter-feeding megafauna. *Trends in ecology & evolution*, 33(4), 227-232.
- Gill T. 1908. The Story of the Devil Fish. Smithsonian Miscellaneous Collections 52: 155–180.
- González-Farías, F.A., X. Cisneros Estrada, D. Escobedo Urías, y M. López Hernández, 2014. Impacto socio-económico del uso de agroquímicos en distritos de riego (dr 063 Guasave, Sinaloa, y dr de temporal tecnificado 009 El Bejuco, Nayarit). p. 73-100. En: A.V. Botello, F. Páez-Osuna, L. Mendez-Rodríguez, M. Betancourt-Lozano, S. Álvarez-Borrego y R. Lara-Lara (eds.). Pacífico Mexicano Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. UAC, UNAM-ICMYL, CIAD-Mazatlán, CIBNOR, CICESE. 930 p.
- Hall, M., & Roman, M. (2013). Bycatch and non-tuna catch in the tropical tuna purse seine fisheries of the world. *FAO fisheries and aquaculture technical paper*, (568), Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

- Hays, G. C., Richardson, A. J. & Robinson, C. (2005). Climate change and plankton. *Trends in Ecology and Evolution* 20, 337–344.
- Heinrichs, S., O'Malley, M., Medd, H., & Hilton, P. (2011). Manta ray of hope: global threat to manta and mobula rays. *Manta Ray of Hope Project* (www.mantarayofhope.com).
- Last, P., Naylor, G., Séret, B., White, W., de Carvalho, M., & Stehmann, M. (Eds.). (2016). *Rays of the World*. Csiro Publishing.
- Murphy, G. I. 1967. Vital statistics of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*) and the population consequences. *Ecology* 48:732-736.
- Notarbartolo-di-Sciara, G. (1987). Myliobatiform rays fished in the southern Gulf of California (Baja California Sur, Mexico) (Chondryctyes: Myliobatiformes). *Mem. V Simp. Biol. Mar. Univ. Auton. Baja California Sur.* 109-115
- Notarbartolo-di-Sciara, G. (1988). Natural history of the rays of the genus *Mobula* in the Gulf of California. *Fishery Bulletin*, 86(1), 45-66.
- Notarbartolo-di-Sciara, G. (1995). What future for manta rays? Shark News. Newsletter of the IUCN Shark Specialist Group. October 1995. pp 1.
- Osuna-López, I., M.G. Frías-Espericueta, G. López-López, G. Izaguirre- Fierro, H. Zazueta-Padilla, M. Aguilar-Juárez, E.M. Correa-González, J. C. Bautista Covarrubias, J.A. Cervantes-Atondo, L. Sánchez-Osuna y D. Voltolina, 2014. Niveles de concentración de pesticidas organoclorados en moluscos bivalvos del noroeste de México. p. 33-42. En: A.V. Botello, F. Páez-Osuna, L. Mendez-Rodríguez, M. Betancourt-Lozano, S. Álvarez-Borrego y R. Lara-Lara (eds.). *Pacífico Mexicano. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*. UAC, UNAM-ICMYL, CIAD-Mazatlán, CIBNOR, CICESE. 928 p.
- Pardo, S. A., Kindsvater, H. K., Cuevas-Zimbrón, E., Sosa-Nishizaki, O., Pérez-Jiménez, J. C., & Dulvy, N. K. (2016). Growth, productivity, and relative extinction risk of a data-sparse devil ray. *Scientific reports*, 6, 33745.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., & Torres, F. (1998). Fishing down marine food webs. *Science*, 279(5352), 860-863.
- Rambahiniarison, J., Lamoste, M. J., Rohner, C., Murray, R., Snow, S., Labaja, J., ... & Ponzo, A. (2018). Life History, Growth, and Reproductive Biology of Four Mobulid Species in the Bohol Sea, Philippines. *Frontiers in Marine Science*, 5, 269.

- Richardson, A. J. (2008). In hot water: zooplankton and climate change. *ICES Journal of Marine Science* 65, 279–295.
- Robinson, C. J., Gómez-Gutiérrez, J., & de León, D. A. S. (2013). Jumbo squid (*Dosidicus gigas*) landings in the Gulf of California related to remotely sensed SST and concentrations of chlorophyll a (1998–2012). *Fisheries Research*, 137, 97-103.
- Robinson, C. J., Gómez-Gutiérrez, J., Markaida, U., & Gilly, W. F. (2016). Prolonged decline of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) landings in the Gulf of California is associated with chronically low wind stress and decreased chlorophyll a after El Niño 2009–2010. *Fisheries research*, 173, 128-138.
- Sampson, L., Galván-Magaña, F., De Silva-Dávila, R., Aguiniga-Garcia, S., & O'Sullivan, J. B. (2010). Diet and trophic position of the devil rays *Mobula thurstoni* and *Mobula japanica* as inferred from stable isotope analysis. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(5), 969-976.
- Serrano-López, J. N. (2009). Estudio comparativo de la reproducción de tres especies del género *Mobula* (Chondrichthyes: Mobulidae) en el suroeste del Golfo de California, México (Tesis Doctoral). Centro de Interdisciplinarion de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B. C. S.
- Smith, L. E. (2018). Plastic ingestion by *Scyliorhinus canicula* trawl captured in the North Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 130, 6-7.
- Smith, S. E., Au, D. W. and Show, C. (1998) Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. *Marine and Freshwater Research* 49, 663–678.
- Smith, W. D., Bizzarro, J. J., & Cailliet, G. M. (2009). The artisanal elasmobranch fishery on the east coast of Baja California, Mexico: Characteristics and management considerations La pesca artesanal de elasmobranquios en la costa oriental de Baja California, México: Características y consideraciones de manejo. *Ciencias Marinas*, 35(2), 209-236.
- Thompson, R.C., 2006. Plastic debris in the marine environment: consequences and solutions. In: Krause, J.C., Nordheim, H., Bräger, S. (Eds.), *Marine Nature Conservation in Europe*. Federal Agency for Nature Conservation, Stralsund, Germany, pp. 107–115.
- Thompson, R.C., Olsen, Y., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W.G., McGonigle, D., Russell, A.E., 2004. Lost at sea: where is all the plastic? *Science*, 838.

Vaillant L, Diguët L. 1898. Sur le Cephaloptere du Golfe de Californie. Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle 4: 127–128.

Ward-Paige, C. A., Davis, B., & Worm, B. (2013). Global population trends and human use patterns of *Manta* and *Mobula* rays. *PloS one*, 8(9), e74835.

White, W.T., Clark, T.B., Smith, W.D. & Bizzarro, J.J. 2006. *Mobula japanica*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. www.iucnredlist.org

White, W. T., Corrigan, S., Yang, L., Henderson, A. C., Bazinet, A. L., Swofford, D. L., & Naylor, G. J. (2018). Phylogeny of the manta and devilrays (Chondrichthyes: mobulidae), with an updated taxonomic arrangement for the family. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 182(1), 50-75.

j) Ficha resumen de la información anterior

Las poblaciones de *M. mobular* (una especie con características biológicas que hace que sus poblaciones sean muy vulnerables a los efectos de la pesca), han sufrido un incremento drástico en sus capturas a nivel mundial debido a aumentos en la demanda de sus branquias en el mercado asiático, además de sufrir los impactos humanos a su hábitat. Las poblaciones mexicanas fueron severamente explotadas en el pasado reciente, y a pesar de estar protegidas por la NOM-029-CONAPESCA-2006, el monitoreo y vigilancia en la implementación de dicha norma son insuficientes, por lo que las poblaciones mexicanas necesitan de protección adicional por su vulnerabilidad, y de no ser protegidas podrían desaparecer del territorio nacional.

Determinación de la Categoría de Riesgo conforme al Método de Evaluación de Riesgo de Extinción (MER)

Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México.

La raya diablo de aguijón *Mobula mobular* es una especie pelágica de aguas costeras y alejadas de la costa, con distribución en aguas cálidas de los océanos Pacífico, Índico, Atlántico Sur y el Mar Mediterráneo (Last *et al.* 2016). De acuerdo a Couturier *et al.* (2012), esta especie se distribuye en toda la plataforma continental de México desde la frontera con Estados Unidos hasta la frontera con Guatemala en el Océano Pacífico, pero en el Océano Atlántico Occidental solo se distribuye en la costa de Brasil.

Los datos nacionales que existen en la base de datos *Naturalista* (cita) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) solo indican registros en la Bahía de La Paz. Un estudio reciente de dinámica espacial basado en marcaje satelital (Croll *et al.* 2012) indica que *M. mobular* se distribuye principalmente en algunas zonas costeras y oceánicas cercanas a la porción sur de B. C. S. y el sur del Golfo de California. Según datos de la CONABIO, las zonas marítimas de México que incluyen la parte del mar territorial y la Zona Económica Exclusiva (ZEE) son de 2,320,380 km² para el Océano Pacífico y de 829,540 km² para el Golfo de México y Mar Caribe. Una vez definida la distribución actual, la cual se muestra en la figura 2, se generaron polígonos con los que se calculó el área que ocupa la especie dentro de la gradilla de 10 x 10 km para posteriormente calcular el porcentaje de la ZEE en la que se puede encontrar el taxón. Los cálculos correspondientes se muestran en la figura 3, los cuales indican que *M. mobular* se distribuye solo en el xxx % de la ZEE por lo cual su distribución es de menos del 15% de la ZEE de México.

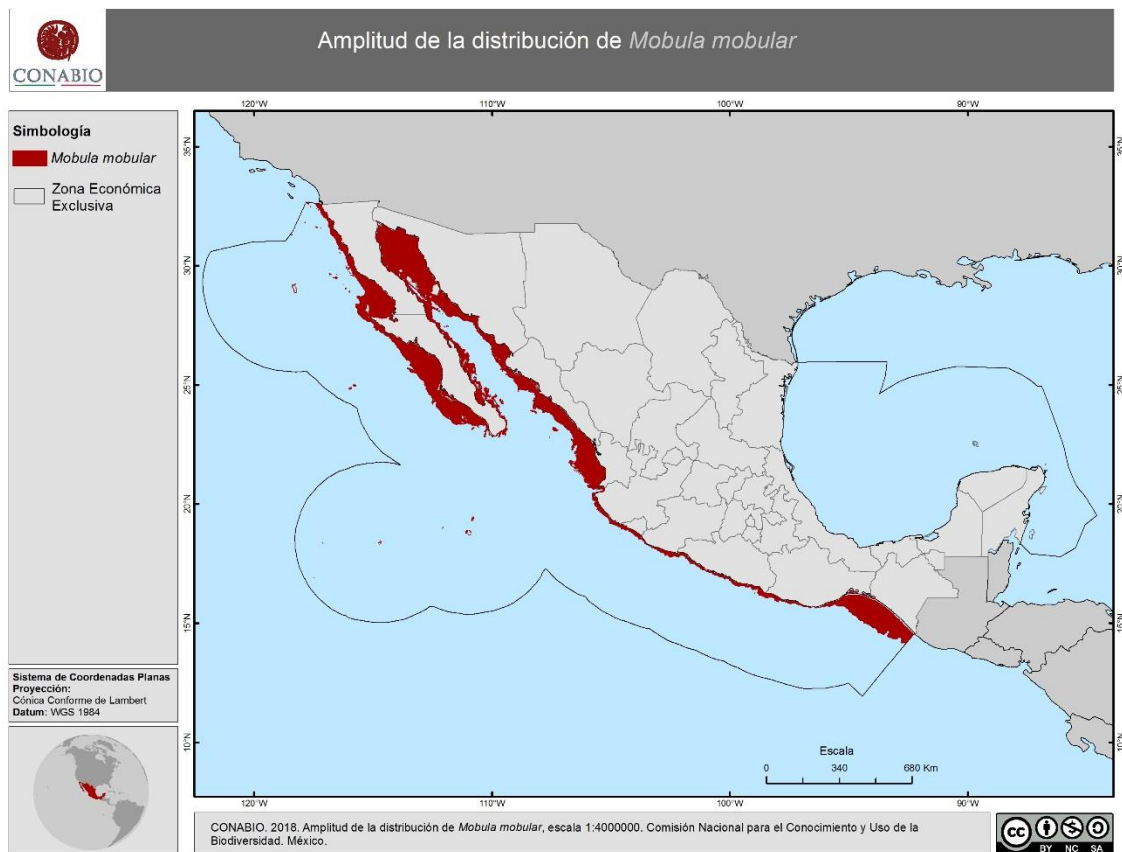


Figura 2. Distribución de *Mobula mobular* en México (basado en Couturier *et al.* 2012, Croll *et al.* 2012, Last *et al.* 2016 y datos de *Naturalista*).

Por lo aquí expuesto, se asigna a este criterio el siguiente valor para esta especie:

Medianamente restringida o amplia = 3

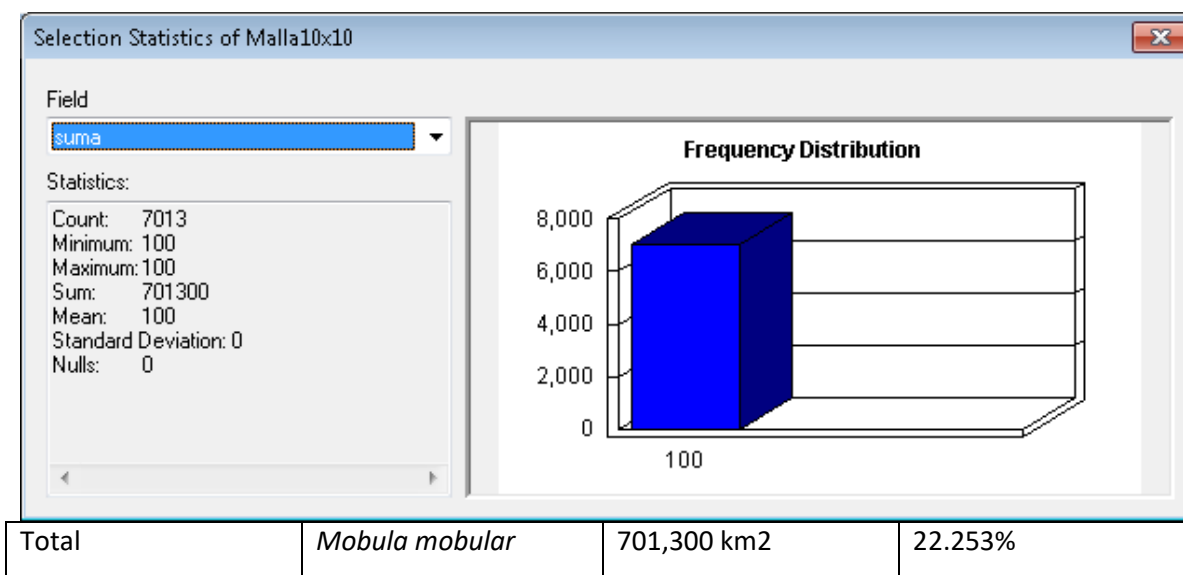


Fig. 3. Cálculo del porcentaje de cobertura de la distribución de *M. mobular* con respecto al total de la ZEE.

Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.

El hábitat principal de *M. mobular* es la región pelágica costera y alejada de la costa con aguas de hasta 700 m de profundidad, pero con preferencia por aguas de la superficie a los 50 m y de temperaturas entre 20°-29°C (Canese *et al.* 2011, Croll *et al.* 2012). La dieta de esta especie consiste principalmente de plancton y peces pelágicos pequeños (Last *et al.* 2016).

El impacto de la sobrepesca en los océanos mundiales está bien documentado e indica una disminución grave en la disponibilidad de alimento tanto para los humanos como para todos los eslabones de las cadenas tróficas marinas (Pauly *et al.* 1998). Las capturas pesqueras de los últimos 45 años del Siglo XX cambiaron de estar centradas en grandes peces piscívoros a estar basadas principalmente en invertebrados y pequeños peces planctívoros, es decir, hubo un decline constante en el nivel trófico promedio de las especies capturadas, lo cual implica una modificación en la disponibilidad de recursos y en las redes tróficas marinas (Pauly *et al.* 1998). Esta tendencia es igualmente válida en México, donde el nivel trófico de los recursos pesqueros disminuyó de manera preocupante entre 1955 y 2009, y donde el 47% de las pesquerías se encuentran sobreexplotadas o colapsadas (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón 2011). Es evidente que desde el punto de vista ecológico, el hábitat marino en México presenta limitaciones de disponibilidad de alimento (abundancia de especies presa) y por ende limitaciones en las condiciones óptimas para el crecimiento de las poblaciones marinas, con respecto a los que un hábitat prístino debiera presentar.

Los efectos del cambio climático global en el Golfo de California indican que de 2002 a 2012 hubieron aumentos progresivos de la temperatura superficial (SST) que conllevaron disminuciones importantes de concentraciones de clorofila *a* y del coeficiente de surgencias costeras (CUI) lo cual afectó considerablemente la disponibilidad de plancton en dicha región (Robinson *et al.* 2013). La disponibilidad de clorofila *a* en la zona continuó decayendo al menos hasta 2015 (Robinson *et al.* 2016). Los estudios anteriores indican que la disponibilidad de zooplancton, principal alimento de *M. munkiana* ha decaído significativamente en el Golfo de California en las últimas dos décadas y esto podría ser limitante para el crecimiento y recuperación de la población de esta especie en dicha región.

Por todo lo arriba argumentado, se asigna para *M. mobular* el siguiente valor para este criterio:

Intermedio o limitante = 2

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.

Los tiburones y rayas son de los grupos de vertebrados con mayor vulnerabilidad biológica debido a su lento crecimiento y baja fecundidad (Smith *et al.* 1998). El crecimiento de *M. mobular* es lento, como en la mayoría de los tiburones y rayas, pues las hembras alcanzan la madurez sexual hasta los 210-237 cm de ancho de disco o aproximadamente a los 8-9 años de edad (Cuevas-Zimbrón *et al.* 2013; Serrano-López 2009, Pardo *et al.* 2016, Rambahiniarison *et al.* 2018). Como todos los miembros de la familia Mobulidae, solo tienen una sola cría en cada ciclo reproductivo, esto es, cada 2 o 3 años (Serrano-López 2009, Couturier *et al.* 2012). Lo anterior indica que *M. mobular* es una especie de muy baja productividad biológica incluso comparado con otros tiburones y rayas (Dulvy *et al.* 2014).

Pardo *et al.* (2016) utilizaron datos reproductivos y de crecimiento publicados por otros autores para esta especie y estimaron que la tasa máxima intrínseca de crecimiento poblacional r_{max} para *M. mobular* es de tan solo 0.077, uno de los más bajos de 94 tiburones y rayas analizados y solo ligeramente mayor que el de su pariente cercano, la mantarraya gigante *M. birostris* (0.068). Aunado a esto, Rambahiniarison *et al.* (2018) en base a parámetros reproductivos propios derivados de las pesquerías de mobúlidos de Filipinas estimaron una tasa intrínseca de crecimiento poblacional r de tan solo 0.012-0.027 para *M. mobular*. Dichos valores de r están muy por debajo de los de otras especies marinas como la sardina del pacífico *Sardinops sagax* que tiene un tasa intrínseca de crecimiento poblacional r de 0.34 (Murphy 1967), la platija de verano *Pleuronectes dentatus* que tiene una r de 0.502 o la anchoveta nortea *Engraulis mordax* que tiene una r de 0.88. La conclusión que puede derivarse de la información arriba presentada es que el riesgo de extinción de *M. mobular* es de los más altos entre

los elasmobranquios, los cuales como grupo tienen comparativamente un mayor riesgo de extinción que la mayoría de los otros grupos de vertebrados marinos.

Aunado a lo anterior, la morfología de *M. mobular* con aletas cefálicas y aletas pectorales puntiagudas los hacen altamente susceptibles a quedar enredados en todo tipo de redes pesqueras, así como en líneas de pesca y cabos de anclaje de embarcaciones.

Es pues claro que *M. mobular* posee **capacidades de crecimiento poblacional muy limitadas, no solo comparadas con otras especies marinas como sardinas, anchovetas, etc., sino incluso entre el vulnerable grupo de los tiburones y rayas**, por lo tanto se asigna el siguiente valor para este criterio para esta especie:

Vulnerabilidad alta = 3

Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón.

Las principales fuentes de impacto humano sobre *M. mobular* son la pesca dirigida y la pesca incidental (Heinrichs *et al.* 2011, Couturier *et al.* 2012, Dulvy *et al.* 2014). Mientras que la carne de las mantarrayas ha sido utilizada en México como alimento o carnada para la pesca desde hace al menos un siglo (Vaillant y Diguët 1898, Gill 1908), entre las décadas de los 1970s y 2000s existieron pesquerías dirigidas a mantarrayas en el Golfo de California (Notarbartolo-di-Sciara 1987, Bizarro *et al.* 2009c), mientras que en las últimas dos décadas ha surgido una demanda enorme por sus branquias o agallas como un artículo supuestamente tradicional en la medicina china (Heinrichs *et al.* 2011, Ward-Paige *et al.* 2013). Aunque no existe ninguna evidencia de la efectividad curativa de dichos productos, y de echo las branquias de mantarraya no son verdaderamente tradicionales en la medicina china (Heinrichs *et al.* 2011) el comercio por este producto por el cual se llega a pagar hasta \$500 USD por kg, ha ocasionado que las capturas de mantarrayas a nivel mundial se hayan disparado en el presente siglo. Otro factor a considerar es que aunque no existen estimaciones totales del tamaño de las poblaciones de esta especie, se cree que como todos los mobúlidos es una especie con una distribución escasa con poblaciones altamente fragmentadas (White *et al.* 2006). Se sabe que *M. mobular* utiliza el sur del Golfo de California como una área importante de alimentación y apareamiento durante la primavera y el verano (Notarbartolo di Sciara 1988, Sampson *et al.* 2010).

Una de las pocas pesquerías dirigidas a mobúlidos estudiadas en México fue documentada por Nortarbartolo-di-Sciara (1988, 1995). Esta pesquería la cual utilizaba redes de enmalle y arpones para la captura, se llevaba a cabo en el sur de La Paz desde al menos el principio de los años 1980s, pero probablemente desde mucho tiempo atrás. En esta pesquería se capturaban en orden de importancia: *Mobula thurstoni* (58% de la captura), *M. mobular* (= *M. japanica*: 30%) *M. munkiana* (9%) y *M. tarapacana*

(3%). Bizarro et al (2009c) reportan que a finales de los 1990s la pesca de mobúlidos, incluyendo *M. mobular*, continuaba en B. C. S. sin ningún tipo de regulación.

Además de esta pesquería cerca de La Paz, B. C. S., en las pesquerías artesanales de la costa este de Baja California y las de Sonora también se pescaban *M. mobular*, *M. munkiana* y *M. thurstoni* al final de los 1990s (Bizarro et al. 2009a, Smith et al. 2009), en varios de estos casos, la pesca de mobúlidos se centraba sobre organismos juveniles.

Sumado a lo anterior, se sabe que las pesquerías de atún de mares tropicales con redes de cerco tienen capturas incidentales importantes de varias especies de tiburones y rayas. Según Croll et al. (2016), dichas pesquerías causaron mortalidades promedio de aprox. 2800 mobúlidos por año en el Pacífico Oriental entre 1993 y 2013. Por otro lado, Hall y Roman (2013) reportan capturas entre 2000 y 2009 de hasta 80 toneladas anuales conjuntas de *M. mobular*, *M. tarapacana*, *M. thurstoni* y *M. munkiana* en el Pacífico Oriental adyacente a la ZEE de México (Fig. 4). Es de esperarse que el impacto de dichas capturas tengan un efecto en la poblaciones de *M. mobular* del Pacífico Mexicano, las cuales probablemente son parte de una sola población del Pacífico Oriental, sobre todo si consideramos que *M. mobular* es solo un visitante estacional del sur del Golfo de California (Notarbartolo di Sciara 1988, Sampson et al. 2010).

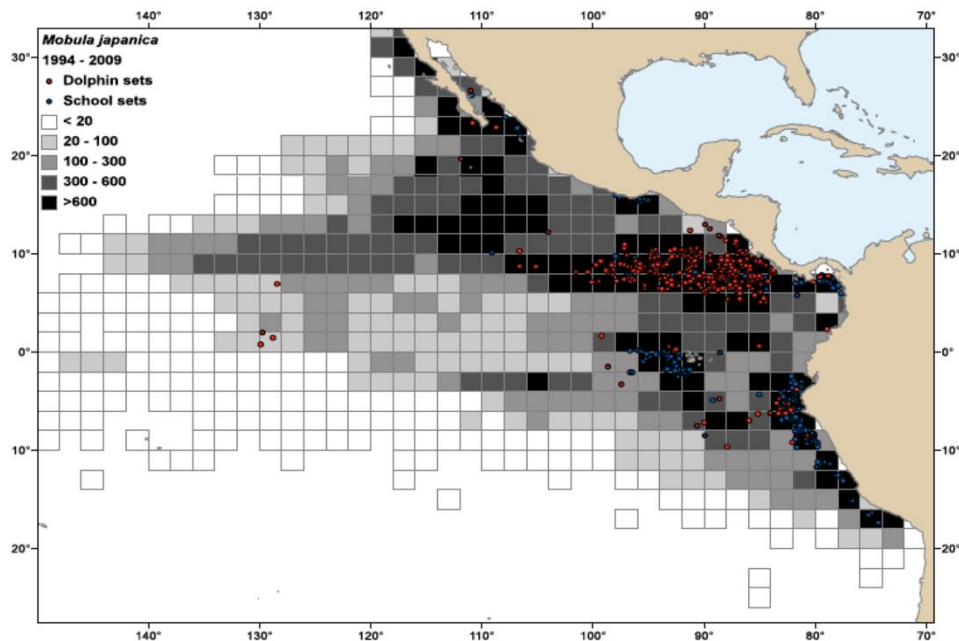


Figura 4. Capturas de *M. mobular* en sets sobre delfines y sobre cardúmenes de atún de la flota cerquera del Pacífico Oriental Tropical (Tomado de Hall y Romeo, 2013).

A pesar de la prohibición de la pesca de cualquier especie de *Manta* o *Mobula* en México (NOM-029-PESCA; DOF 2007), existen reportes de que los mobúlidos continúan siendo pescados y desembarcados en la costa central de Sonora (Fernando Márquez,

com. pers.), Puerto Ángel, Oax. (V. Anislado-Tolentino, com. pers.), Santa Rosalía y El Sargento, B. C. S. (Heinrichs *et al.* 2011). Ward-Paige *et al.* (2013) señalan que en el Pacífico mexicano los cardúmenes de mantarrayas han disminuido de tamaño en los últimos años, que aún existe pesca (ilegal) de mobúlidos, y que en algunos mercados aún se pueden encontrar productos de mobúlidos a la venta.

En México el hábitat marino se encuentra principalmente impactado por diversos tipos de contaminación y por una disminución de la disponibilidad de presas para los depredadores medios y tope debida a la sobreexplotación de recursos pesqueros. La contaminación marina en México es debida principalmente a hidrocarburos, metales pesados, plaguicidas usados en la agricultura, fertilizantes que causan florecimientos de algas nocivas, residuos sólidos urbanos, así como bacterias y patógenos (Botello *et al.* 2013, 2014). Además, se ha comprobado recientemente que todos los océanos del mundo se encuentran severamente afectados por la contaminación de microplásticos (Cole *et al.* 2011).

En el Pacífico Mexicano, las concentraciones de Cd y Cr son muy altas en la costa occidental de Baja California y parte de la costa de Guerrero, y las concentraciones de Pb en varias especies de fauna marina en algunos puntos de Sinaloa y Nayarit están por arriba de las permitidas por la Food and Drug Administration de Estados Unidos (Botello *et al.* 2015). Osuna-López *et al.* (2014) documentan la presencia de pesticidas organoclorados en altas concentraciones en los mares del Noroeste de México, mientras González-Farías *et al.* (2014) documentan el uso de plaguicidas prohibidos como el dieldrín en la agroindustria de Nayarit, y Aguilera-Márquez *et al.* (2014) reportan incrementos significativos en la concentración de metales pesados en los huevos de aves que anidan en islas de la costa sur de Sonora.

La contaminación de los mares por microplásticos es un área de investigación relativamente reciente, sin embargo se sabe con certeza que el auge en la producción global de plásticos a partir de la década de los 1940s produjo un aumento paralelo en la contaminación de los mares mundiales con microplásticos (Cole *et al.* 2011). Existen estimaciones de que el 10% de los plásticos producidos a nivel mundial terminan en los océanos (Thompson 2006), y sus fuentes son tanto partículas de plástico producidas para abrasivos cosméticos e industriales (microplásticos primarios) como partículas pequeñas producidas por la ruptura mecánica de productos plásticos (microplásticos secundarios) como botellas, bolsas y todo tipo de productos plásticos (Cole *et al.* 2011). Aunque los microplásticos se concentran en las playas, bocas de ríos y los grandes giros oceánicos, se les encuentra en toda la columna de agua y se sabe que su concentración en los mares aumentó considerablemente entre las décadas de los 1960-1970s y las décadas de los 1980-1990s (Thompson *et al.* 2004). Los principales problemas que presentan los microplásticos son la acumulación de contaminantes en su superficie debido a sus propiedades hidrofóbicas y su gran proporción superficie-volumen, y la filtración de aditivos plásticos al medio ambiente o a los seres vivos marinos durante la degradación de los plásticos (Cole *et al.* 2011). La ingestión de los microplásticos (y las

sustancias tóxicas asociadas a ellos arriba mencionadas) por organismos filtradores (desde plancton, hasta tiburones ballena, peregrino y mantarrayas que se alimentan de plancton) y la subsiguiente acumulación de los mismos en la cadena alimenticia representan una amenaza a invertebrados, aves, y peces marinos y pueden tener efectos nocivos como la disrupción de procesos endócrinos, crecimiento, reproducción, efectos mutagénicos y cancerígenos (Cole *et al.* 2011). La ingestión de plásticos por tiburones y rayas no es simplemente una posibilidad teórica, Smith (2018) documenta que 15% de los tiburones *Scyliorhinus canicula* pescados con red de arrastre en el Mar del Norte habían ingerido pedazos de plástico o microplástico. La ingestión de microplásticos ha sido identificada como un problema que puede impactar especialmente a mantarrayas mobúlidas, tiburones ballena y otras especies de megafauna filtradora (Germanov *et al.* 2018).

Es claro que dada la extremadamente baja productividad de *M. mobula* que no permite a sus poblaciones recuperarse rápidamente de pérdidas en abundancia causadas por factores externos como la pesca ya sea dirigida o incidental, y considerando los más de 100 años de pesca indiscriminada de esta especie al menos en el Pacífico mexicano y particularmente en el Golfo de California (del final del Siglo XIX hasta la promulgación de la NOM-029-PESCA en 2007, si es que esta ha tenido el efecto real de disminuir la mortalidad de esta especie), el impacto humano sobre las poblaciones de *M. mobular* en México aunque no cuantificados deben ser severos. Por lo anterior (pesca directa no-regulada por más de 100 años, continuación de la pesca incidental en la flota atunera de cerco del Pacífico Oriental, los posibles efectos de la contaminación marina, la disminución de la disponibilidad de alimento por la sobrepesca, y la extremadamente baja productividad de la especie), se asigna el siguiente valor para este criterio:

Impacto medio = 3

Conclusión (suma de los valores de los 4 criterios)

La suma de los valores asignados a los cuatro criterios del MER, en base a la mejor información científica disponible **es igual a 11**.

Por tanto, *Mobula mobular* deben ser asignado a la categoría de (A) 'Amenazada'.