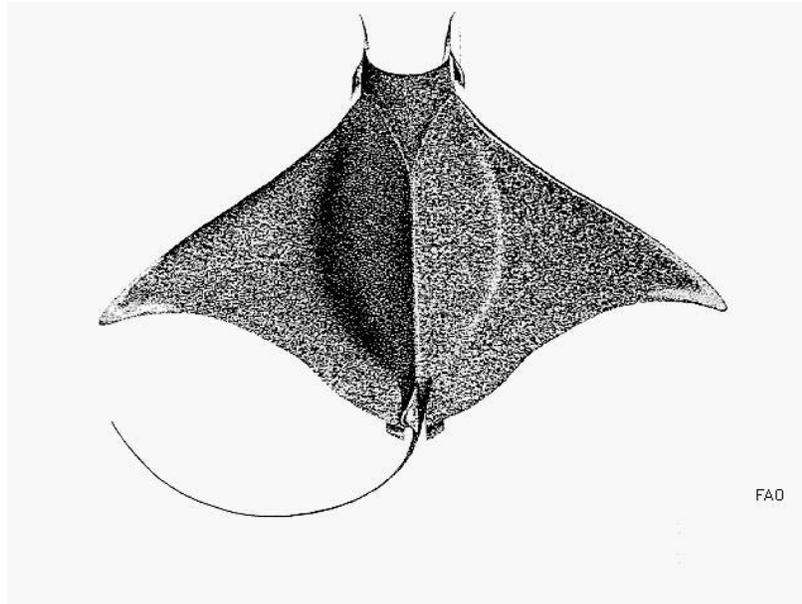


Justificación técnica para la inclusión la raya diablo pigmea (*Mobula munkiana*) en la categoría de riesgo Amenazada (A) según el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México



**5.7.1 Datos generales del responsable de la propuesta:** Ramón Bonfil Sanders, Cerrada Monserrat 9, La Candelaria, Coyoacán, CDMX 04350. 55 1841 9293, [ramon.bonfil@gmail.com](mailto:ramon.bonfil@gmail.com), Instituciones proponentes: CODEMAR AC y Océanos Vivientes A.C.

**5.7.2 Nombre científico válido:** *Mobula munkiana* Notarbartolo-di-Sciara 1987

**Sinónimos:** No hay sinónimos registrados para este taxón.

**Nombres comunes:** raya diablo pigmea, manta pigmea, tortilla, raya diablo de Munk.

**Sugerencia:** Se sugiere incluir a las poblaciones mexicanas de *Mobula munkiana* 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. munkiana* 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 someras del Pacífico Oriental desde el golfo de California hasta Perú.

Los datos anteriores se 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 se reportan avistamientos de *M. munkiana* desde Loreto hasta Cabo San Lucas, B. C. S., en la costa de Sinaloa, en Bahía de Banderas, Jal. y en Puerto Ángel, Oaxaca.

[https://www.naturalista.mx/observations?place\\_id=6793&taxon\\_id=105924](https://www.naturalista.mx/observations?place_id=6793&taxon_id=105924) . Sin embargo se sabe además que esta especie ocurre en las pesquerías de todo el Golfo de California (Bizzarro *et al.* 2009a,b,c, Smith *et al.* 2009) por lo cual su distribución abarca también la parte norte del Golfo.

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



Figura 1. Distribución de *Mobula munkiana* en México (basado en Bizzarro *et al.* 2009a, b, c, Smith *et al.* 2009, Couturier *et al.* 2012, Last *et al.* 2016 y datos de *Naturalista*).

#### 5.7.4 Justificación técnica científica de la propuesta, que incluya:

- Análisis diagnóstico del estado actual que presentan la especie y su hábitat**

*M. munkiana* como todos los miembros de la familia Mobulidae, es una de las pocas rayas de hábitos pelágicos. Es una especie endémica de los mares cálidos del Océano Pacífico Oriental y uno de los pocos elasmobranquios filtradores, alimentándose principalmente de plancton. Es una especie vivípara que solo tiene una cría cada 2-3 años, y las hembras llegan a la 1ª madurez sexual entre los 90 y 98 cm de ancho de disco (Villavicencio-Garaizar 1991, Serrano-López 2009, Couturier *et al.* 2012). 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. Aunque no existen estimaciones de edad y crecimiento ni de parámetros de crecimiento poblacional para esta especie, dada su cercanía filogenética y de talla máxima a *Mobula thurstoni* (la cual tiene una edad de 1ª madurez sexual de 4.5-12.7 años y una tasa de crecimiento poblacional  $r$  de 0.028-0.055; Rambahiniarison *et al.* 2018) es predecible que esta especie al igual que todas las especies de *Mobula* tenga una  $r$  extremadamente baja, y 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, a pesar de que las mantarrayas y rayas diablo están prohibidas en la pesca 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 15% de la ZEE. El hábitat marino utilizado por *M. munkiana* 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. munkiana* 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. munkiana* obtiene un puntaje de 11, por lo cual debe ser ingresada como una especie (A) Amenazada a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### **b) Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica**

*M. munkiana* es la especie de menor tamaño del género *Mobula* y a diferencia de los miembros de mayor tamaño del género, no existen reportes de relaciones ecológicas con rémoras u otros Echieneideos.

La relevancia taxonómica de *M. munkiana* consiste en que es una de las tan solo 8 especies de la familia Mobulidae a nivel mundial, y es la de menor tamaño llegando a medir tan solo 1.1 m de envergadura (Last *et al.* 2012). Además es también uno de los pocos elasmobranquios planctívoros 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 *M. munkiana* forma grandes cardúmenes de cientos de individuos los cuales son objeto de turismo ecológico en el Golfo de California, sin embargo no existe mucha información sobre el valor de este turismo.

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

La morfología de *M. munkiana* con aletas cefálicas y grandes aletas pectorales puntiagudas, además de sus hábitos pelágicos las hace fácil presa de redes de enmalle 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 costeras con redes de enmalle es el principal factor real de riesgo para la especie.

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

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. munkiana* 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.

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 y rayas diablo (Richardson, 2008).

Los posibles efectos negativos en la salud de *M. munkiana* 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. munkiana* 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. munkiana* 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 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 (ver final del documento).**

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., Castillo-Géniz, J. L., Ocampo-Torres, A., Márquez-Farías, J. F., & RE, H. (2009b). The seasonal importance of small coastal sharks and rays in the

- artisanal elasmobranch fishery of Sinaloa, Mexico. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(4), 513-531.
- 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.
- 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-tiburon-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.
- 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-Farias, 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](http://www.mantarayofhope.com)).
- Last, P., Naylor, G., Séret, B., White, W., de Carvalho, M., & Stehmann, M. (Eds.). (2016). *Rays of the World*. Csiro Publishing.
- Notarbartolo-di-Sciara, G. (1987). Myliobatiform rays fished in the southern Gulf of California (Baja California Sur, Mexico) (Chondrychtyes: 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.
- Rambahinarison, J., Lamoste, M. J., Rohner, C., Murray, R., Snow, S., Labaja, J., ... & Ponzio, 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.
- 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 Interdisciplinación 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.
- Villavicencio-Garayzar, C. J. (1991). Observations on *Mobula munkiana* (Chondrichthyes, Mobulidae) in the Bahía da la Paz, B.C.S., Mexico. *Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar.* 2, 78–81.
- 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.

#### **j) Ficha resumen de la información anterior**

Las poblaciones de *M. munkiana* (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 pigmea *Mobula munkiana* también conocida en México como tortilla es una especie pelágica de aguas costeras someras, endémica de la costa del Pacífico Oriental (Couturier *et al.* 2012, Last *et al.* 2016). De acuerdo a Last *et al.* (2016) en México esta especie se distribuye desde la mitad del Golfo de California hasta la frontera con Guatemala.

La información nacional para esta especie en la base de datos *Naturalista* [https://www.naturalista.mx/observations?place\\_id=6793&taxon\\_id=105924](https://www.naturalista.mx/observations?place_id=6793&taxon_id=105924) de la CONABIO indica su presencia desde Loreto hasta Cabo San Lucas, B. C. S., la costa de Sinaloa, Bahía de Banderas y Puerto Ángel, Oaxaca. Sin embargo se sabe que ocurre en las pesquerías de todo el Golfo de California (Bizzarro *et al.* 2009a,b,c, Smith *et al.* 2009).

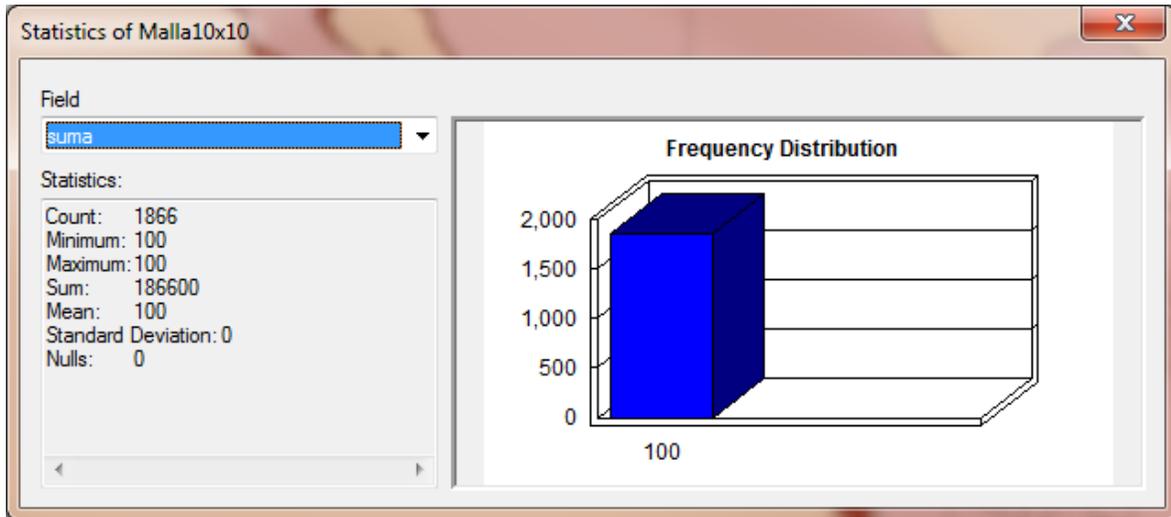
Una vez definida la distribución actual con la información arriba señalada (Fig. 2), se generaron polígonos con los que se calculó el área que ocupa la especie dentro de la gradilla de 10 x 10 km para posteriormente calcular el porcentaje de la ZEE en la que se puede encontrar el taxón. Los cálculos correspondientes se muestran en la figura 3, los cuales indican que *M. munkiana* se distribuye solo en el 5.92% de la ZEE de México, lo cual es menos del 15% del territorio nacional (ZEE) .



Figura 2. Distribución de *Mobula munkiana* en México (basado en Bizzarro *et al.* 2009a, b, c, Smith *et al.* 2009, Couturier *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:

**Restringida = 3**



Total	<i>Mobula munkiana</i>	186,600 km <sup>2</sup>	5.92%
-------	------------------------	-------------------------	-------

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

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

El hábitat principal de *M. munkiana* es la región pelágica costera somera (Couturier *et al.* 2014, Last *et al.* 2016). La dieta de esta especie consiste principalmente de plancton (mísidos) (Notarbartolo-di-Sciara 1988).

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 lo arriba argumentado, se asigna para *M. munkiana* 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). Esta pequeña mantarraya alcanza la madurez sexual a los 90-98 cm de ancho de disco, y como todos los miembros de la familia Mobulidae, solo tienen una sola cría en cada ciclo reproductivo, esto es, cada 2 o 3 años (Villavicencio-Garaizar 1991, Serrano-López 2009, Couturier *et al.* 2012). El crecimiento de *M. munkiana* no ha sido estudiado, sin embargo se estima que es lento como en la mayoría de los tiburones y rayas. Rambahiniarison *et al.* (2018) estimaron los parámetros demográficos y la tasa intrínseca de crecimiento poblacional  $r$  de 3 especies de *Mobula* en Filipinas. Los resultados indicaron que las 3 especies, *M. birostris*, *M. mobular*, y *M. thurstoni*, tienen edades de 1ª madurez sexual altas (8.6, 7.4-9.1, y 4.5-12.7 años respectivamente) y los valores de  $r$  más bajos (0.0001-0.019, 0.012-0.027, y 0.028-0.055 respectivamente) entre todos los elasmobranquios analizados en diferentes estudios a la fecha, y que suman 115 especies.

La información anterior sugiere que *M. munkiana*, la cual es filogenéticamente y fenotípicamente muy cercana a *M. thurstoni* (pertenecen al mismo género que solo tiene 8 especies, y la primera mide hasta 1.1 m de AD mientras la segunda solo llega 1.8 m AD), debe tener una tasa intrínseca de crecimiento poblacional del mismo orden de magnitud que *M. thurstoni*, es decir  $< 0.06$  lo cual significa que como todos los mobúlidos, se encuentran en la parte inferior del rango de  $r$  de todos los elasmobranquios. Dichos valores de  $r$  están muy por debajo de los de otras especies marinas como la sardina del pacífico *Sardinops sagax* que tiene una 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 norteña *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. munkiana* 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 (Dulvy *et al.* 2014, Pardo *et al.* 2016).

Aunado a lo anterior, la morfología de *M. munkiana* 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.

La información disponible indica que *M. munkiana* 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. munkiana* 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, Villavicencio-Garayzar 1991, 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 (Couturier *et al.* 2012), si además tomamos en consideración que esta especie es endémica a la costa occidental tropical americana (de México a Ecuador) es muy probable que sea la especie de *Mobula* con menor abundancia en el mundo. Se cree que *M. munkiana* utiliza el sur del Golfo de California estacionalmente durante otoño e invierno (Notarbartolo di Sciara 1988) sin embargo también se le encuentra en Mayo y Julio (Villavicencio-Garayzar 1991).

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. japonica*: 30%) *M. munkiana* (9%) y *M. tarapacana* (3%). Además, *M. munkiana* también era pescada en la Bahía de la Paz (Villavicencio-Garayzar 1991). Bizarro *et al.* (2009c) reportan que a finales de los 1990s la pesca de

mobúlidos, incluyendo *M. munkiana*, continuaba en B. C. S. sin ningún tipo de regulación, sin embargo *M. thurstoni* pasó de ser la especie más importante en las capturas al principio de los 1980s a ser la menos abundante en las capturas de las 4 especies de *Mobula*, ocupando su lugar *M. munkiana*. Además de las pesquerías de La costa sureste de B. C. S., en las pesquerías artesanales de la costa este de Baja California y las de Sonora también se pescaban *M. thurstoni*, *M. mobular* y *M. munkiana* al final de los 1990s (Bizzarro *et al.* 2009a, Smith *et al.* 2009), mientras que en las pesquerías artesanales de Sinaloa se desembarcaba también a *M. munkiana* (Bizzarro *et al.* 2009b), en varios de estos casos, la pesca de mobúlidos se centraba sobre organismos juveniles. Esto sugiere que la pesca sobre *M. munkiana* fue muy intensa al menos entre el final de los 1990s y la prohibición de la pesca de mantarrayas en México en 2017, y esto pudo haber hecho estragos en la población de *M. munkiana* tras más de 20 años de pesca sin control.

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.* (2015), dichas pesquería causaron mortalidades promedio de aprox. 2800 mobúlidos por año en el Pacífico Oriental entre 1993 y 2013. Aunado a esto, 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 las *M. munkiana* del Pacífico Mexicano, las cuales probablemente son parte de una sola población del Pacífico Oriental (Couturier *et al.* 2012).

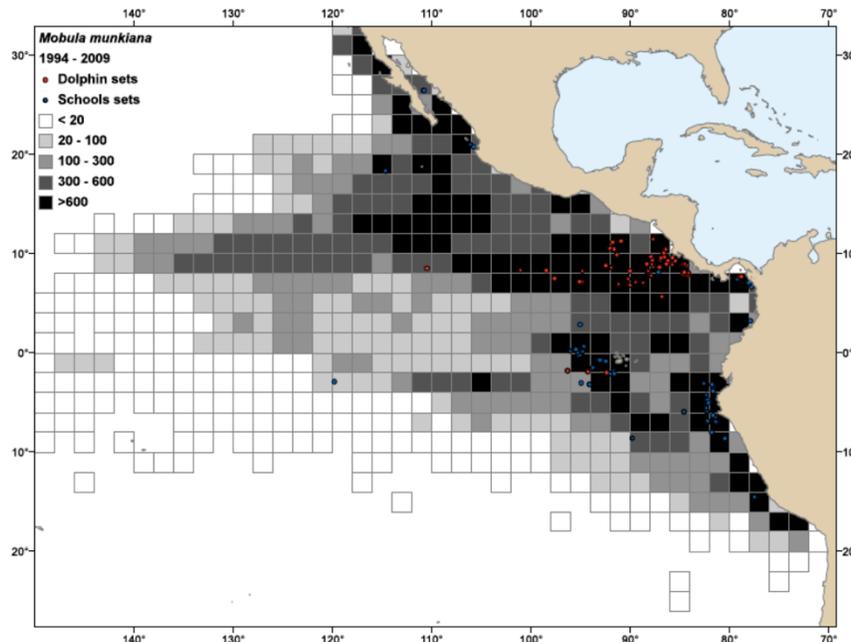


Figura 4. Capturas de *M. munkiana* en sets sobre delfines y sobre cardúmenes de atún de la flota cerquera del Pacífico Oriental Tropical (Tomado de Hall y Romeo, 2013).

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 FDA 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. munkiana* 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. munkiana* 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, 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 munkiana* deben ser asignado a la categoría de (A) 'Amenazada'.