

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**“Estudio morfológico de batoideos del género
Mobula (Myliobatiformes: Myliobatidae) del mar
peruano”.**

Tesis para optar el Título Profesional de
Licenciada en Biología

Stefany Lizeth Rojas Perea

Lima, Perú

2016

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Carlos y Carmen;

a mis hermanos Gary, Milagros y Yahaira.

Gracias a ustedes por siempre creer en mí

y por sus apoyo constante a lo largo de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por darme las fuerzas necesarias para concluir con una etapa muy importante en mi vida profesional y por permitirme disfrutar de lo grandioso de esta carrera.

Agradezco a mis padres, Carlos Rojas Olano y Carmen Perea Lozano de Rojas, por apoyarme en cada decisión tomada a lo largo de estos años y por sus sabios consejos, sin sus palabras y aliento tal vez no estaría escribiendo estas líneas. A mis hermanos: Gary, Milagros y Yahaira, por apoyarme cuando necesitaba silencio para estudiar y por escuchar con atención cada nuevo conocimiento adquirido que compartía con ustedes. Ustedes, familia, son mi motor para seguir superándome día a día.

Agradezco a todos mis profesores de la universidad Ricardo Palma, de la facultad de Ciencias Biológicas por enseñarme a querer esta carrera y en especial a la profesora Patricia Ayón Dejo, por aceptar asesorarme en este camino y por las largas charlas compartidas.

Agradezco también a mis amigos de la vida universitaria, gracias José Ávila Peltroche por siempre estar ahí cuando te necesito, por resolver mis dudas con tus conocimientos y por tu sincera amistad. Gracias Karen Neira y Jorge Barrientos por entender por fin las diferencias entre mantas y mobulas al punto de poder explicarlos detalladamente.

Gracias a la ONG Planeta Océano, por haberme ayudado a elegir un área de especialización en mi carrera, como es la conservación, por darme la oportunidad de liderar un gran proyecto y por permitirme conocer a un gran equipo humano. Gracias Kerstin Forsberg, por confiar en mí para estar a cargo del área de investigación de la organización. Gracias Daniela Jiménez, Lucía Ponce, Melanie Sánchez, mis amigas planetarias incondicionales, por transmitirme siempre toda sus buena vibra y por hacer suyos cada uno de mis logros. Agradezco también a Wilmer Purizaca Ayala, pescador artesanal de Zorritos, y a todos los voluntarios

de la ONG Planeta Océano por ayudarme en la colecta de los datos que ahora presento en este estudio.

Finalmente quiero agradecer infinitamente a Ángel Miranda Valencia, por ser mi compañero elegido para caminar conmigo a lo largo de estos años, gracias por tu apoyo incondicional, por tu cariño y por aguantar mi carácter a lo largo de la carrera y de nuestra vida. Mil gracias por todo.

RESUMEN

Se verificó la ocurrencia de mobulas en el terminal pesquero de Zorritos desde enero a diciembre del año 2015, haciendo énfasis en datos morfométricos correspondientes al ancho (AD) y largo (LD) del disco corporal, peso, sexo, madurez sexual en los individuos machos (tamaño de cláster) y arte de pesca utilizados. 4 especies de mobulas fueron identificadas *Mobula japonica*, *M. munkiana*, *M. thurstoni* y *M. tarapacana*. De 355 individuos muestreados la especie más abundante y de mayor tamaño fue *M. japonica* (83.7%, AD: 1719.8 ± 253.6 mm), seguida por *M. munkiana* (14.9%, AD: 1104.9 ± 133.5 mm). Se dieron 4 únicos reportes de *M. thurstoni* (1.1%, AD: 1047.5 ± 190.5 mm), y un reporte de *M. tarapacana* (0.3%, AD: 1047.5 mm). La especie que presentó mayor cantidad de juveniles fue *M. japonica* (95%). Todos los individuos de *M. thurstoni* y el único ejemplar de *M. tarapacana* también se encontraron por debajo de la Longitud mínima de madurez sexual (Lm). Adicionalmente se acompañó en 24 viajes a bordo de embarcaciones pesqueras frente a las costas de Puerto Pizarro, La Cruz, Zorritos y Acapulco. Se logró georeferenciar 26 puntos de avistamiento de mobulas en altamar. El arte de pesca predominante utilizado para la captura de estas especies fue el de cerco y cortina a flote. Las características oceanográficas, geográficas y biológicas que presenta el mar del norte de Perú hacen posible la presencia de las diferentes especies de mobulas.

Palabras claves: mobula, morfometría, pesca, mar peruano.

ABSTRACT

Mobula's occurrence were identified in the fishing terminal Zorritos from January to December 2015, emphasizing morphometric data like width disc (AD) and long disc (LD), weight, sex, sexual maturity in male individuals (size clasper) and fishing gear used. 4 species of mobulas were identified *Mobula japonica*, *M. munkiana*, *M. thurstoni* and *M. tarapacana*. 355 individuals were sampled. The most abundant and larger species was *M. japonica* (83.7% AD: 1719.8 ± 253.6 mm), followed by *M. munkiana* (14.9% AD: 1104.9 ± 133.5 mm), 4 unique reports were given by *M. thurstoni* (1.1% AD: 1047.5 ± 190.5 mm), and an unique report of *M. tarapacana* (0.3% AD: 1047.5 mm). The species that presented the highest number of juveniles was *M. japonica* (95%). All individuals of *M. thurstoni* and the only copy of *M. tarapacana* also found below the minimum length of sexual maturity (Lm). Additionally, 24 boat trips aboard fishing vessels were completed off the coast of Puerto Pizarro, La Cruz, Zorritos and Acapulco. 26 georeferencing points were reported of mobulas sighting at sea. The predominant fishing gear for catching these species were purse sein and longline. Oceanographic, geographic and biological characteristics of the northern Peruvian sea allow for the presence of different species of mobulas.

Key words: mobula, morphometry, fishing, Peruvian sea.

INDICE

INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS	18
Área de estudio.....	18
Desembarque.....	18
Avistamientos.....	18
Materiales	19
Material biológico:	19
Instrumentos:.....	19
Equipos:	19
Materiales de oficina:	20
Material de procesamiento automático:	20
Diseño metodológico	20
Actividades en campo	21
Desembarques	21
Avistamientos.....	24
Operacionalización de las variables	25
Técnicas para el procesamiento de la información	27
Estimación del peso teórico	27
Análisis estadístico.....	27
RESULTADOS	29
Desembarques	29
Avistamientos a bordo.....	38
DISCUSIÓN	40
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	46
ANEXOS	51

INTRODUCCIÓN

Los mobulidos, comúnmente conocidos como “mantarrayas” o “mantas diablo”, son elasmobranquios migratorios, ampliamente distribuidos en los mares tropicales, templados y cálidos del mundo (Compagno & Last, 1999). Este grupo de peces se caracterizan por presentar un lóbulo a cada lado de la cabeza, aletas pectorales como alas, boca terminal y una cola sin aguijón (Notarbartolo-di-Sciara, 1987a).

En el Perú se encuentran 4 especies del género *Mobula* (*M. japonica*, *M. thurstoni*, *M. munkiana* y *M. tarapacana*), y una especie del género *Manta* (*M. birostris*). *M. birostris* debido a las continuas amenazas a sus poblaciones, su bajo potencial reproductivo y la reducida diversidad genética ha sido colocado en estado Vulnerable, según la IUCN (Marshall *et al.*, 2011). Además, desde el año 2011 se encuentra dentro las especies protegidas por la Convención sobre la Conservación de Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) y partir de Setiembre del 2014 forma parte del Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Por su parte, *Mobula japonica*, *M. munkiana* y *M. thurstoni* se encuentran en estado Casi Amenazado según la IUCN y *M. tarapacana* tiene la categoría de Data insuficiente. En el año 2014 todas las especies de mobulas ingresaron a los Apéndices I y II de la CMS, pero aún no figuran en los Apéndices de CITES.

Se justifica la investigación debido a que la subfamilia Mobulinae posee características biológicas particulares que hace que una rápida recuperación sea sumamente difícil al ser sobreexplotadas, dentro de ellas se encuentran el bajo potencial reproductivo (paren en promedio 1 cría cada 2 o 3 años), su gran longevidad (20 – 40 años), elevada edad de primera madurez (10 años), poseen un comportamiento altamente migratorio y agregativo, y presentan reducida diversidad genética.

A nivel mundial, las diferentes especies de mobulidos enfrentan serias amenazas antropogénicas relacionadas a la pesca dirigida por la obtención de sus branquias usadas en la preparación de tónicos pseudo-curativos en medicina tradicional oriental (Alava et al., 2002; Anderson et al., 2010 y Hilton, 2011). Además, el uso de su carne como alimento humano y animal y la sustitución del famoso cartílago de tiburón por el de estos batoideos (Setiasih, 2011) vienen afectando sus niveles poblacionales. En el norte del Perú, es muy frecuente encontrar platos típicos como “tortilla de raya” y “chinguirito” hechos a base de carne de estos mobulidos.

A nivel nacional, hasta noviembre del 2015, ninguna de las especies de la subfamilia Mobulinae se encontraba protegida por ley, lo que hacía ineficaz las medidas de protección que pudieran establecer países vecinos como Ecuador, esto debido a que se considera escasa la información recopilada hasta la actualidad. Asimismo, no existen estudios que describan la distribución exacta de las especies de mobulidos, estado de conservación, modos de captura, destino de comercialización, usos, entre otros aspectos. Si bien el Perú posee el programa PAN-Tiburones, el cual se dedica al estudio de tiburones, rayas y especies afines (OLDEPESCA, 2011), la subfamilia Mobulinae ha sido poco abordada a pesar de albergar a 5 especies. El último día del año 2015, gracias al arduo trabajo de la ONG Planeta Océano en conjunto con las organizaciones internacionales como Manta Trust y WildAid, se publicó la ley de protección de *Manta birostris*, esto como parte del programa PAN-Tiburón, quedando aún excluidas las especies del género *Mobula*.

Durante siglos, las características morfométricas de los organismos han sido elemento importante en la biología, para realizar comparaciones que sirven de base para entender la diversidad biológica. Existen una serie de limitaciones para poder trabajar con este tipo de organismos en campo, entre ellas el gran tamaño de algunas especies y por ende la dificultad de encontrar especímenes completos en los desembarques. A pesar de ello, este estudio se centró en el análisis de las medidas morfométricas de las especies del género *Mobula* en el terminal pesquero de Zorritos - Tumbes, una de las principales caletas pesqueras del norte del Perú, proporcionando datos y nuevos registros que se espera sirvan para llenar vacíos de

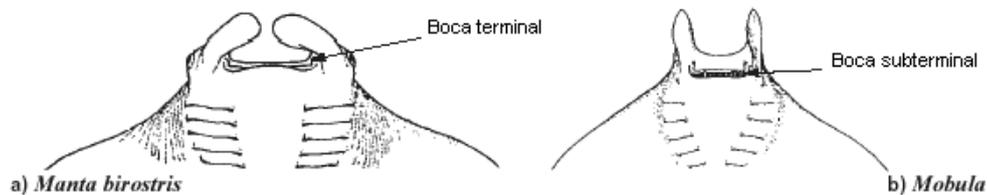
información respecto a la biología y ecología de estos elasmobranquios y así apoyar los esfuerzos para su conservación.

ANTECEDENTES

El género *Mobula* comprende animales migratorios de crecimiento lento, cuerpo grande, con poblaciones pequeñas altamente fragmentadas que están distribuidas en modo disperso en los océanos tropicales y templados del mundo. Es probable que este género se encuentre entre las especies menos fecundas de todos los elasmobranquios, si bien se registra una grave carencia de datos científicos sobre las estrategias relativas a la historia de vida de estas especies (Couturier et al. 2012, Dulvy et al. 2014), sus características biológicas y de comportamiento (bajas tasas de reproducción, madurez tardía y comportamiento gregario) hacen que estos elasmobranquios sean particularmente vulnerables a la sobreexplotación pesquera y a su vez sumamente lentas en recuperarse del agotamiento (Stevens et al., 2000).

La subfamilia Mobulinae alberga a las rayas con mayor tamaño, que logran alcanzar un ancho de disco de 7m (Marshall, 2009). Agrupa a 11 especies dentro de dos géneros: *Manta*, con dos especies reconocidas, y *Mobula*, con 9 especies. El género *Mobula* se diferencia del género *Manta* por tener la boca en posición ventral y dientes en ambas mandíbulas además de tener una cabeza con una amplitud que no rebasa el 17% de la amplitud del disco (Notarbartolo-di-Sciara, 1987a) (Fig. 1). Son vivíparas aplacentadas, presentan fertilización interna y el desarrollo del embrión ocurre dentro de la madre (Castro, 1993). Después de un periodo largo de gestación, donde la nutrición embrionaria es por trofotenia, paren una sola cría por ciclo reproductivo anual. El dramático aumento en la presión pesquera sobre la mayoría de estas especies amenaza la estabilidad de muchas sub-poblaciones regionales (Alava et al, 2002; Dewar, 2002; White et al, 2006).

Fig. 1. Diferencias entre la parte cefálica de los generos *Manta* y *Mobula*.



Desde el punto de vista sistemático el género *Mobula* fue revisado en base a sus características morfológicas, como los patrones de coloración y forma de los dientes y se determinó la existencia de 9 especies: *Mobula eregoodootenkee* (Cuvier, 1829), *M. hypostoma* (Bancroft, 1831), *M. kuhlii* (Müller & Henle, 1841), *M. mobular* (Bonnaterre, 1788), *M. rochebrunei* (Vaillant, 1979), *M. japanica* (Müller & Henle 1841), *M. tarapacana* (Philippi, 1892), *M. thurstoni* (Lloyd, 1908) incluyendo como nueva especie a *Mobula munkiana* Notarbartolodi-Sciara (1987). Al menos 29 diferentes especies han sido propuestas previamente. La primera especie en ser identificada fue colectada a finales de los años 70 en el Mar Mediterráneo. Seis especies han sido descritas en los años 80 en localidades como: Jamaica, Japón, India, Malasia, África y Chile y dos especies más en los años 90 en la India y México. Aunque la existencia de los mobulidos ha sido documentada desde al menos el siglo XVII (Couturier *et al*, 2012), sorprendentemente hay poca información disponible sobre la abundancia de estas especies, así como su biología, incluyendo el tipo de hábitat que frecuentan, alimento que consumen, y las causas de sus movimientos, todo esto dificulta crear planes adecuados de manejo para su conservación (Notarbartolodi-Sciara, 1988).

La más detallada descripción taxonómica del género *Mobula* se encuentra en el estudio de Notarbartolodi-Sciara (1987a).

Mobula munkiana es la especie más pequeña de este género, su biología es poco conocida. Pueden alcanzar una talla máxima de 110 cm de AD (Compagno & Last, 1999). Se reconoce por presentar los bordes de las aletas pectorales rectos,

un tanto convexos y la base de la cola comprimida. Su coloración varía del púrpura hasta gris morada en el dorso, y blanco con terminaciones grises de las aletas en el vientre (Fig. 5).

Mobula japonica, se considera una especie de talla mediana-grande, nacen con un promedio de 85 cm de AD y pueden llegar a alcanzar hasta 310 cm de AD (Compagno & Last, 1999). Se caracteriza por presentar el borde de las aletas pectorales recto, cola larga cubierta por dentículos en cuya base se encuentra una espina aserrada. Su coloración es azul oscura en el dorso y completamente blanca en el vientre (Fig. 5) (Notarbartolo Di Sciara, 1988).

Mobula thurstoni es considerada una especie de talla mediana, los individuos de esta especie nacen con un tamaño de entre 65cm y 85cm de AD, con un peso promedio de 4.5 Kg, y pueden llegar a medir como máximo 180 cm de AD (Copagno & Last, 1999). Se distingue por presentar los bordes anteriores de las aletas pectorales con una doble curvatura, la base de la cola deprimida y espiráculo pequeño con forma sub-circular. Su coloración varía de azul oscuro a negro en el dorso y presenta la zona ventral blanca con excepción de los bordes de las aletas pectorales, cuya coloración es azul metálica (Fig. 5).

Mobula tarapacana, se considera una especie de talla grande, nacen con un promedio de 105 cm de AD, y pueden alcanzar hasta 370 cm de AD en estado adulto (Notarbartolo Di Sciara, 1987). Se sabe poco de la biología de esta especie. Se caracteriza por tener manchas en la parte ventral y basal de las aletas pectorales (Fig. 5).

Las tallas de madurez sexual están definidas según el ancho del disco (AD). *M. thurstoni* comienza su madurez sexual a partir de 150 cm AD, *M. japonica* a los 210 cm AD, *M. munkiana* comienza su madurez sexual en tallas cercanas a los 87 cm AD y *M. tarapacana* a los 240 cm AD (Notarbartolo Di Sciara, 1988).

Los esfuerzos de investigación más recientes no estudian en profundidad el aspecto morfométrico, a pesar de ser este muy relevante. Algunos estudios de

pesca en Indonesia incluyen morfometría pero solo en el ámbito de aplicación de la dieta (Sampson et al., 2010).

Todas las mobulas son planctívoras e ictiófagas, pero algunas especies tienen preferencia por determinados seres marinos. La alimentación de *M. thurstoni* está altamente especializada, ya que los eupásidos *Nyctiphanes simplex* representan la gran mayoría de los elementos de presa observados, pero los mísidos (*Mysidium spp.*) son también comunes. La *M. Japanica* se alimenta principalmente de camarones eupásidos *Nyctiphanes simplex* (Sampson et al. 2010), mientras que la *M. munkiana* tiene preferencia por *Mysidium spp.*, *M. tarapacana* parece estar especializadas en la captura de pequeños peces agrupados en bancos, procediendo mediante rápidas aceleraciones para lanzarse a través de los densos bancos de peces.

Las especies *M. japonica*, *M. tarapacana* y *M. thurstoni* se hallan distribuidas en todo el mundo, con informes de la presencia de estas tres especies en las aguas tropicales y templadas de los océanos Pacífico, Atlántico e Índico (Clark et al. 2006, White et al. 2006, Couturier et al. 2012, Bustamante et al. 2012). En esta extensa área de distribución, las poblaciones de estas tres especies están distribuidas en forma dispersa y muy fragmentada, debido probablemente a sus necesidades en cuanto a recursos y hábitats. Por su parte *Mobula munkiana* se encuentra distribuida en el Pacífico Oriental desde el Golfo de California, México hasta Perú, incluyendo las Galápagos, Cocos y Malpelo (Robertson & Allen 2002) (Fig. 2). Se ha observado a *M. tarapacana* y *M. japonica* desplazarse bajo el agua en grupo (G. Stevens, com. pers.) pero se ha observado también a las tres especies desplazarse en forma solitarias. Los pescadores notifican a menudo capturas de un gran número de *M. japonica* en redes de enmalle en una sola pesca, lo cual apoya las observaciones submarinas de que esta especie se desplaza a menudo en cardumen (Fernando et al., en prep.).

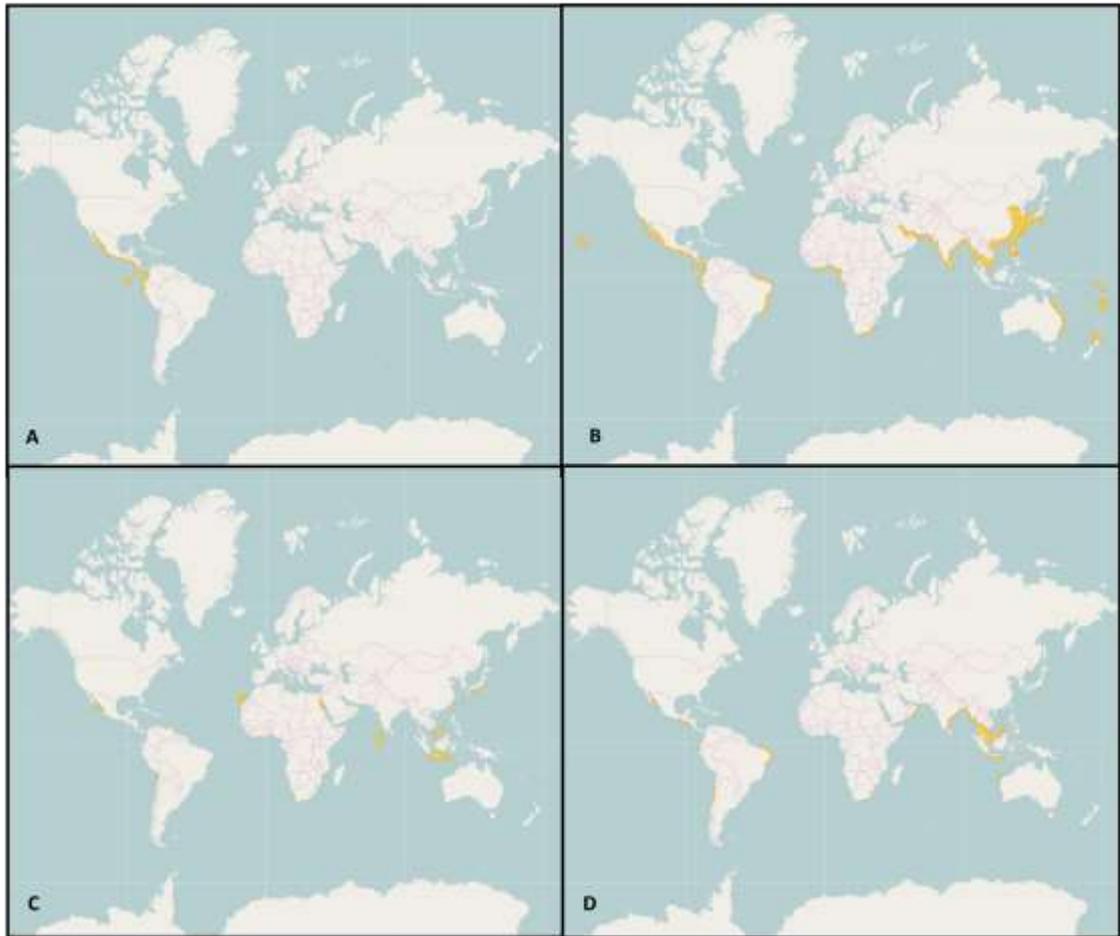


Fig. 2. Mapa de distribución de las 4 especies de mobulas encontradas en este estudio. A: *Mobula munkiana*, B: *Mobula japanica*, C: *Mobula tarapacana*, D: *Mobula thurstoni*. Fuente: IUCN, 2006

Al igual que muchos elasmobranquios, los mobulidos también son afectados por aparejos de pesca como redes de arrastre, cerco, palangres y redes agalleras (Stevens et al., 2005). Asimismo, en países asiáticos, como Indonesia, Sri Lanka, Filipinas, son capturadas directamente mediante el uso de arpones debido a la creciente demanda de sus branquias usadas en medicina tradicional china y, en menor medida, de su cartílago, piel y carne (White et al., 2006).

Actualmente no existen estudios acerca de las medidas morfométricas de mobulas en el Perú. Los reportes de estas especies están basadas en registros en campo a nivel de cantidad total desembarcada (Kg) del recurso, incluyendo todos los datos

dentro de un mismo grupo (Manta) y no separado por especie. En 1988, Notarbartolo-di-Sciara, describió una fórmula para calcular el peso de cada individuo del género *Mobula* conociendo solamente el ancho del disco. Esta fórmula varía según especie y ha sido utilizada para comparar los pesos estimados teóricos con los pesos reales de las mobulas, siendo de mucha ayuda para la estimación del peso real en los individuos que llegaron eviscerados al terminal pesquero del norte peruano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Desembarque

La investigación se llevó a cabo en la caleta pesquera de Zorritos ($3^{\circ}40'22''S$, $80^{\circ}39'13''W$), ubicada en departamento de Tumbes, en la provincia Contralmirante Villar. Este lugar no cuenta con un terminal pesquero propiamente dicho, pero existe un desembarcadero en el que los pescadores artesanales de la localidad arriban y zarpan para cumplir con sus faenas de pesca. Este lugar funciona de lunes a domingo, el desembarque de mobulas no se realiza diariamente, pero si es frecuente en esta zona. Muchos pescadores afirman que el recurso mobula no es de interés directo para ellos, pero lo suelen capturar debido a la escasez de otros recursos que sí lo son.

Avistamientos

Adicionalmente se participó en 24 viajes de investigación a bordo de embarcaciones de pesca artesanal para reportar los avistamientos de mobulas frente a las costas de Acapulco ($3^{\circ}44.404' S$, $80^{\circ}46.324' O$), Zorritos ($3^{\circ}40'22''S$, $80^{\circ}39'13''O$), La Cruz ($3^{\circ}38.368'S$, $80^{\circ} 35.547'O$) y Puerto Pizarro ($03^{\circ}30'10''S$, $80^{\circ}23'38''W$). Estos viajes fueron parte de un proyecto dirigido a mantarrayas, y sirvió para georeferenciar algunos individuos de mobulas presentados en esta investigación. La decisión de recorrer estas zonas en los viajes a bordo se realizaron previa coordinación con los pescadores artesanales, teniendo en cuenta la zona en la que ellos estaban capturando el recurso manta y mobula dentro de sus faenas de pesca. Cabe mencionar que en estos viajes a bordo no se capturaban individuos para realizar mediciones, sino era netamente salidas de avistamiento (Fig. 3).

Fig. 3. Área de estudio visitada durante la presente investigación. Fuente: Google Earth, 2015



Materiales

Material biológico:

Especies de mobulas desembarcadas.

Instrumentos:

Cinta métrica

Caliper

Equipos:

Balanza romana de 100Kg.

GPS Garmin ETREX 10

Cámara digital Canon S6000

Materiales de oficina:

Papel canson

Tableros

Lápices

Fotocopias

Material de procesamiento automático:

Minitab v. 17

Software GrahPad Prism 6.

Diseño metodológico

Para la elaboración de este estudio se utilizó un diseño metodológico observacional, que constó de visitas diarias al desembarcadero de Zorritos, y salidas a altamar; prospectivo, porque se colectaron datos a medida que ocurran los desembarques; y transversal, porque los individuos muestreados solo fueron observados una sola vez.

Actividades en campo

Desembarques

Se realizó visitas diarias al terminal pesquero de Zorritos por un periodo de 12 meses, de enero a diciembre del año 2015. En cada visita realizada al terminal no siempre se encontró desembarque de los individuos en estudio, pero en las visitas que si se encontraron individuos de mobulas se procedió rápidamente a la toma de datos de los mismos, que gracias a la ayuda de los pescadores y/o comercializadores fueron proporcionados para esta investigación. No se logró registrar los datos de todos los individuos desembarcados porque el trabajo en este lugar con respecto al pesaje y venta del recurso es sumamente rápido.

De los individuos muestreados que llegaron completos al desembarcadero se pudo identificar la especie, registrar el ancho del disco (AD), largo del disco (LD), peso y tamaño del cláspen en el caso de algunos individuos machos. En el caso de los individuos que llegaron eviscerados se procedió a tomar el ancho y largo de la aleta pectoral y a multiplicarlo por dos para tener el tamaño total del individuo, se incrementó adicionalmente un 10% el peso registrado por ser individuo eviscerado (Notarbartolo-di-Sciara, G. 1988).

Adicionalmente se registró información sobre la procedencia de la captura, especies acompañantes capturadas y tipo de pesca (incidental o dirigida) proporcionada por los pescadores artesanales.

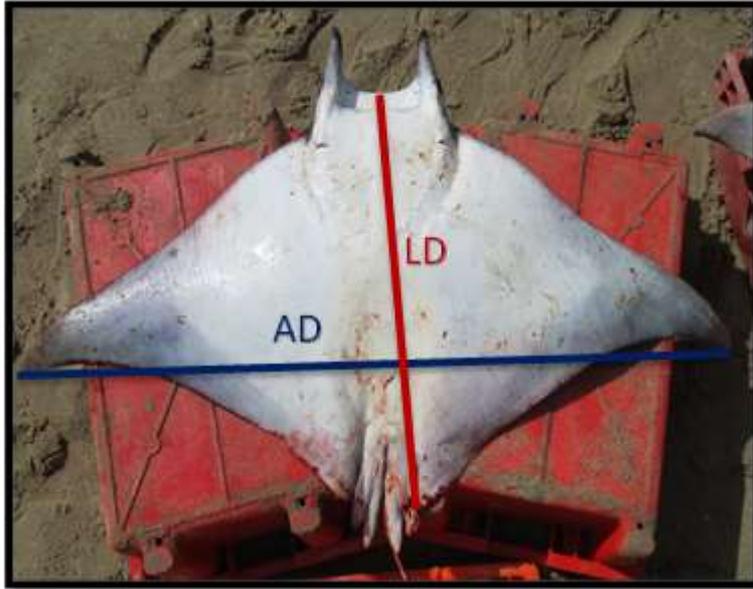
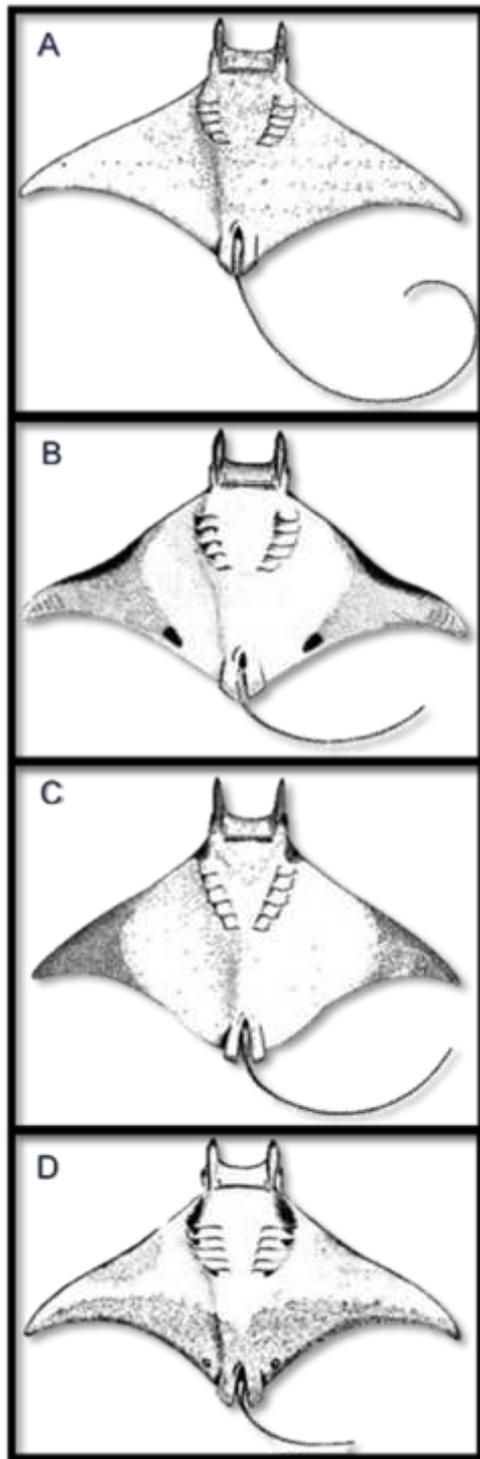


Fig. 4. Medidas morfométricas de ancho y largo del disco tomadas a todos los individuos muestreados del desembarcadero de Zorritos de enero a diciembre del año 2015.

La determinación de la especie de mobulas monitoreadas se realizó en base a los caracteres cromáticos de la zona ventral del individuo, según la guía taxonómica de Copagno & Last (1999). (Fig. 5)

Fig. 5. Caracteres cromáticos de la parte ventral de las diferentes especies de *Mobula spp.* monitoreadas en la presente investigación. A: *Mobula japonica*, B: *Mobula thurstoni*, C: *Mobula munkiana*, D: *Mobula tarapacana*. Fuente: Copagno & Last , 1999.



Avistamientos

Se acompañó a bordo de 24 viajes de avistamiento de mantas y mobulas frente a las costas de Zorritos, Acapulco, La Cruz y Puerto Pizarro, (ver anexos) de enero a diciembre del año 2015, con una duración aproximada de 8 horas por viaje, zarpando a las 7am y retornando a las 2pm en los puertos anteriormente mencionados según sea el caso. Estos viajes se realizaron 2 veces por mes, como parte de un proyecto relacionado al tema presentado en esta investigación. Durante estos viajes no fue posible identificar a nivel de especie los individuos observados, debido a que no se logró ver la parte ventral de estos, ya sea por la lejanía de los saltos avistados o por la rapidez del nado de los mismos, pero sirvieron para georeferenciar las zonas en las que se encontraron este recurso hidrobiológico. Solo hubo un viaje en el que fue posible tomar registro fotográfico en el agua de una mobula.

Operacionalización de las variables

Tabla 1, Tabla de operacionalización de las variables utilizadas en el presente estudio.

Tipo de variable	Variable	Definición	Naturaleza	Nivel de medición	Categorías
Independiente	Lugar de desembarco	Terminal pesquero donde los individuos de mobulas son desembarcados.	Cualitativa	Nominal	0: Zorritos
	Especie	Especies de mobulas analizadas en el presente estudio	Cualitativa	Nominal	1: <i>M. japonica</i> 2: <i>M. tarapacana</i> 3: <i>M. thurstoni</i> 4: <i>M. munkiana</i>
	Mes de captura	Mes en el que el individuo es capturado.	Cualitativa	Nominal	Todos los meses dentro del proyecto
Dependiente	Ancho	Es la longitud, en centímetros, desde la punta de una aleta a la punta de la otra en una línea recta.	Cuantitativa	Razón	Abierta
	Largo	Es el largo, en centímetros, desde la parte alta de la cabeza (excluyendo) hasta el final de la raya	Cuantitativa	Razón	Abierta

		(excluyendo la aleta pélvica o gonopterigios).			
	Sexo	Determinado por la presencia o ausencia de gonopterigios.	Cualitativa	Nominal	0:hembra 1: macho
	Peso real	Peso del individuo capturado medido en campo expresando en kilogramos	Cuantitativa	Razón	Abierta
	Peso calculado	Peso estimado según la fórmula de Notarbartolo- Di-Sciara (1988) en función al ancho del disco, en kilogramos	Cuantitativa	Razón	Abierta
	Porcentaje de individuos inmaduros	Porcentaje de individuos que se encuentran por debajo de la talla de primera madurez según Notarbartolo- Di-Sciara (1988).	Cuantitativa	Razón	Abierta

Técnicas para el procesamiento de la información

Estimación del peso teórico

Con el fin de comparar los pesos estimados con los pesos reales obtenidos en el presente estudio por especie, se aplicaran las formulas descritas por Notabartolo Di Sciara (1988).

<i>M. thurstoni:</i> WT= $4.817 \times 10^{-8} (DW)^{2.78}$ r=0.99	<i>M. tarapacana:</i> WT= $2.378 \times 10^{-8} (DW)^{2.92}$ r=0.998
<i>M. japonica:</i> WT= $4.29 \times 10^{-10} (DW)^{3.4}$ r=0.98	<i>M. munkiana:</i> WT= $1.041 \times 10^{-6} (DW)^{2.34}$ r=0.95

Análisis estadístico

Se calcularon los estadísticos descriptivos del ancho del disco (mm), largo del disco (mm) y peso (kg) para las especies de mobulas reportadas. No se llevaron a cabo estadísticos de contraste para especies con menos de 5 individuos. Las comparaciones a pares se llevaron a cabo con el test T de student o, en caso de data no normal, U de Mann Whitney. En el caso de las comparaciones entre el peso real y el peso calculado, se aplicó el test de T de student de muestras relacionadas debido a que los mismos individuos fueron utilizados para obtener el valor de ambos pesos. En caso de que dichos valores mostraran diferencias significativas, se llevó a cabo una regresión potencial entre el ancho del disco (x)

y peso (y). Para detectar si existía relación entre las variables ancho del disco y tamaño del cláster se realizó el test de correlación de Spearman. Con el fin de comparar si el ratio macho: hembra era similar al ratio teórico 1:1 se aplicó el test de χ^2 para bondad de ajuste. El test de ANOVA de 1 vía o, en caso de data no normal o heterocedasticidad, Kruskal-Wallis se llevó a cabo para detectar si por lo menos en un par de meses el ancho del disco fue significativamente diferente. En caso se detectara dicha diferencia, se aplicó el post hoc de Tukey-Kramer o, en caso de usar estadística no paramétrica, la U de Mann-Whitney para saber entre qué meses se daba esta. Todos los test se realizaron con un 95% de confiabilidad y, en el caso de comparaciones a pares, se señaló el efecto del tamaño no estandarizado y su respectivo intervalo de confianza al 95%. El análisis estadístico se realizó en el paquete estadístico Minitab v.17 y los gráficos en el software GrahPad Prism 6.

RESULTADOS

Desembarques

Durante el periodo de muestreo en el desembarcadero de Zorritos (Tumbes, Perú) se registraron cuatro especies del género *Mobula*: *M. japonica*, *M. munkiana*, *M. tarapacana* y *M. thurstoni*. De un total de 355 individuos muestreados, la especie más frecuente fue *M. japonica* (83.7%, n=297), seguido de *M. munkiana* (14.9%, n=53), *M. thurstoni* (1.1%, n=4) y *M. tarapacana* (0.3%, n=1). Asimismo, *M. japonica* reportó los mayores valores de ancho del disco ($W=59539.5$, $p<0.001$, efecto de tamaño=640 mm (IC al 95%=590-690 mm)), largo del disco ($W=42349.5$, $p=0.003$, efecto de tamaño=50 mm (IC al 95%=20.0-90.0)) y peso ($W=466$, $p<0.001$, efecto de tamaño=19 mm (IC al 95%=15-22 mm)) comparado a *M. munkiana*. Debido a los bajos valores de individuos muestreados en el caso de *M. tarapacana* y *M. thurstoni*, no se efectuaron comparaciones estadísticas; sin embargo, el único individuo de *M. tarapacana* fue el segundo más grande para el ancho del disco y el primero para el largo del mismo, mientras que *M. thurstoni* tendió a presentar individuos más pequeños y de menor peso en comparación al resto de especies (Tabla 2).

Al comparar el peso real y el peso calculado, este último en función al ancho del disco en mm, tan solo se encontró diferencia significativa en *M. japonica* ($T=17.43$, $p<0.001$, efecto de tamaño=14.18 kg (IC al 95%=12.57-15.79)). En el caso de *M. munkiana*, la fórmula propuesta por Notabartolo di-Sciara pudo predecir el peso real promedio de los individuos con una diferencia mínima ($T=0.51$, $p=0.61$, efecto de tamaño=0.34 kg (IC al 95%=-1.00-1.687)) (Fig. 6).

Debido a las diferencias presentadas en el peso real y calculado para *M. japonica*, se decidió ajustar los datos de peso y ancho del disco a una curva potencial. La gráfica y fórmula de regresión se muestran en la Figura 7. El modelo tuvo un

ajuste adecuado de los datos según el test de falta de ajuste ($F=1.44$, $p=0.075$) y este explica la variación del 74% de los datos. Cabe resaltar que los datos de peso utilizados para esta regresión no fueron completos, ya que en todos los casos faltaban partes del cuerpo como cabeza o aletas, debido al gran tamaño de los individuos de esta especie vienen ya eviscerados de altamar.

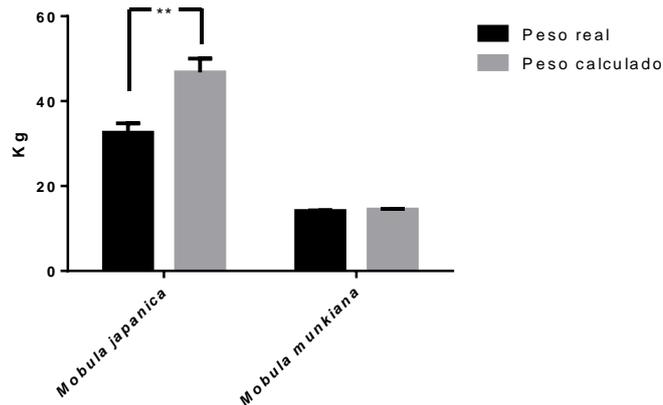


Fig. 6. Peso real y calculado (en Kg) de *Mobula japonica* y *Mobula munkiana*. Se utilizó la formula descrita por Notabartolo di-Sciara (1988) para hallar los valores de peso calculado en función al ancho del disco (en mm) de cada individuo. **Diferencia altamente significativa ($p<0.001$) según el test T para muestras relacionadas. El tamaño de muestra para *M. japonica* y *M. munkiana* fue de 128 y 46, respectivamente. Las barras de error representan el intervalo

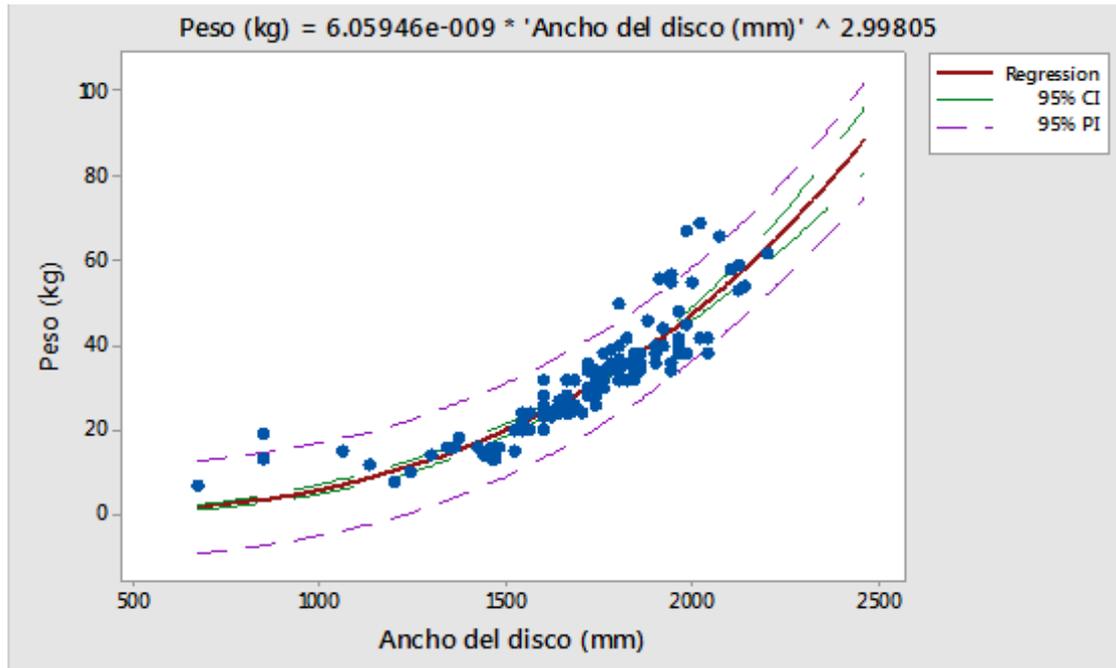


Fig. 7. Regresión potencial entre las variables ancho del disco (mm) y peso (kg) para 128 individuos de *Mobula japonica*. La fórmula de regresión se detalla en la parte superior del gráfico. 95% CI= Intervalo de confianza al 95%. 95% PI= Intervalo de predicción al 95%.

Tabla 2. Medidas morfométricas (en mm) y peso (en kg) de las cuatro especies de *Mobula* muestreadas en el muelle de Zorritos (Tumbes, Perú) durante el 2015. *Intervalo de confianza de la media al 95% calculado solo para las especies con n>50 individuos. **En el caso de *M. tarapacana*, solo se muestran los datos de la media debido a que solo se reportó un individuo en todo el periodo muestreado. ***Los estadísticos descriptivos del largo del disco de *M. japonica* se basan en un n=259. ****Los estadísticos descriptivos de peso de *M. japonica*, *M. munkiana* y *M. thurstoni* se basan en un n=128, n=46 y n=3,

Especie (n)	Ancho del disco (mm)					Largo del disco(mm)***					Peso (kg)****				
	Media	IC al 95%*	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo-Máximo	Media	IC al 95%*	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo-Máximo	Media	IC al 95%*	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo-Máximo
<i>Mobula japonica</i> (297)	1719.8	1690.8-1748.7	253.6	14.75	670.0-2460.0	758.1	741.8-774.4	133.2	17.57	340.0-1400.0	32.60	30.40-34.80	12.58	38.60	7.00-14.00
<i>Mobula munkiana</i> (53)	1104.9	1068.1-1141.7	133.5	12.08	760.0-1560.0	693.7	661.9-725.5	115.5	16.7	400.0-965.0	14.109	13.15-15.07	3.24	22.97	8.00-4.500
<i>Mobula tarapacana</i> (1)**	1580.0	-	-	-	-	830.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mobula thurstoni</i> (4)	1047.5	-	190.5	18.19	840.0-1270.0	492.5	-	156.7	31.8	330.0-700.0	14.67	-	5.77	39.36	8.00-10.00

La correlación entre el ancho del disco (mm) y la longitud del cláspes (cm) resultó altamente significativa para *M. japonica* ($p < 0.001$) y con un nivel de relación positiva moderada ($\rho = 0.675$). En el caso de *M. munkiana*, esta no presentó relación lineal ($\rho = 0.054$, $p = 0.849$) ni se observó algún tipo de tendencia (Fig. 8), lo que puede ser atribuible a la baja cantidad de individuos machos con medidas para los cláspes.

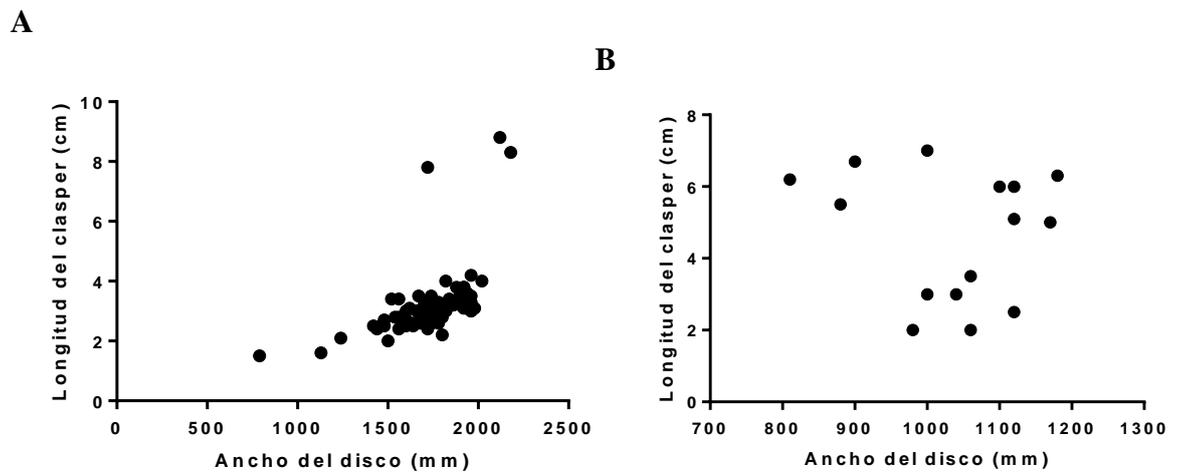


Figura 8. Gráficos de dispersión de las variables ancho del disco (mm) y longitud del cláspes para *M. japonica* (A, n=76) y *M. munkiana* (B, n=15)

El porcentaje de hembras y machos varió acorde a la especie. Para *M. japonica*, el porcentaje de ambos sexo fue estadísticamente similar ($X^2 = 2.58015$, $p = 0.108$). En el caso de *M. munkiana*, se reportaron más machos (62.26%) que hembras (37.74%), sin embargo, la proporción de ambos sexos no fue estadísticamente diferente ($X^2 = 3.18868$, $p = 0.074$) (Fig.9). *M. thurstoni* (n=4) presentó el mismo porcentaje de individuos hembra y macho. El único individuo de *M. tarapacana* registrado fue macho.

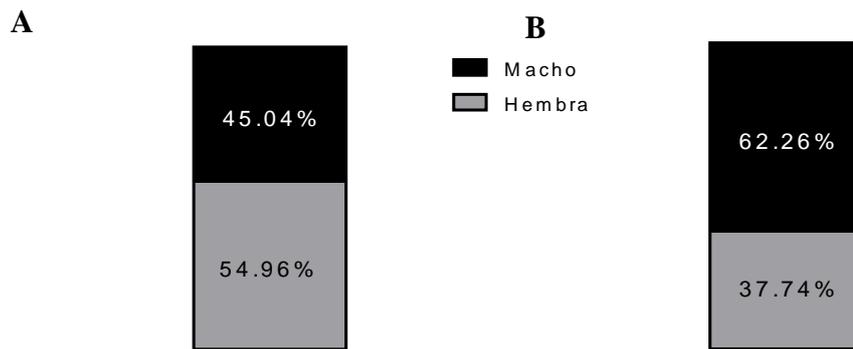


Fig. 9. Porcentaje de hembras y machos para *M. japonica* (A, n=262) y *M. munkiana* (B, n=53) muestreados en Zorritos (Tumbes, Perú) durante el año 2015.

El porcentaje de individuos inmaduros, esto es, por debajo de la Talla de Madurez Sexual (TMC), fue más del 95% para *M. japonica*. En contraste, tan solo el 3.77% de individuos de *M. munkiana* estuvieron por debajo de dicha talla (Fig. 10), cabe mencionar que se reportaron 8 mobulas preñadas de esta especie. Todos los especímenes muestreados correspondientes a *M. thurstoni* y *M. tarapacana* fueron inmaduros.



Fig. 10. Porcentaje de individuos por debajo, igual o encima de la Talla de Madurez Sexual (TMD) correspondientes a *M. japonica* (A, TMC= 2100 mm, n=297) y *M. munkiana* (B, 870 mm, n=53)

Con respecto al arte de pesca, los individuos de *M. japonica* capturados por cerco fueron más grandes comparados a aquellos capturados por cortina a flote en lo referente al ancho del disco ($W=1976.5$, $p=0.0074$, efecto del tamaño=180.0 mm (IC al 95%=59.9-300.0)). En el caso de *M. munkiana*, los individuos capturados en ambos casos presentaron un tamaño similar ($W=970$, $p=0.1868$, efecto del tamaño=40.0 mm (IC al 95%=-30.0-90.0)) (Fig. 11). *M. thurstoni* solo reportó cerco como arte de pesca en 3 de los 4 individuos muestreados. No se indicó arte de pesca utilizado en la captura del único individuo reportado de *M. tarapacana*.

La cantidad de individuos muestreados de *M. japonica* mostró dos picos máximos muy notorios en mayo (83) y octubre (100). Esta especie fue reportada durante todo el período de estudio. *M. munkiana* estuvo presente durante 7 meses y de forma no continua. No se evidenció algún pico máximo en el número de individuos capturados (Fig. 12). Los especímenes reportados de *M. thurstoni* fueron capturados en enero (1), febrero (1) y octubre (2). En el caso de *M. tarapacana*, el único individuo reportado fue capturado en mayo.

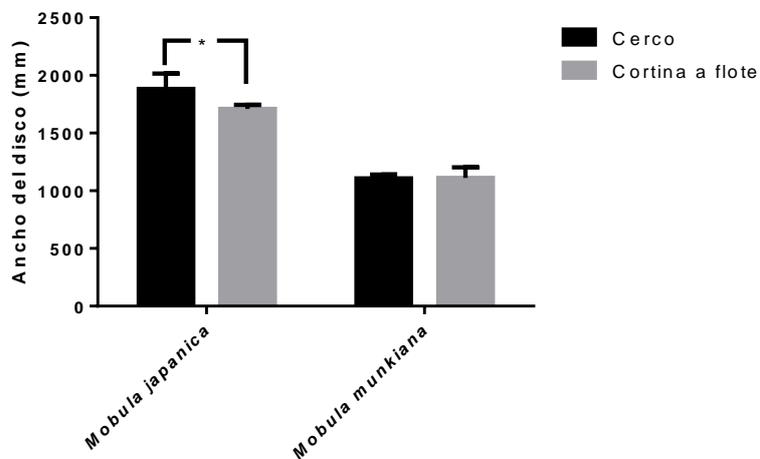


Fig. 11. Ancho del disco (mm) de individuos de *M. japonica* y *M. munkiana* capturados por cerco y cortina a flote. *Diferencia significativa ($p=0.0074$). Las barras de error indican el intervalo de confianza de la media al 95%. En el caso de *M. japonica*, la cantidad de individuos capturados por cerco y cortina a flote

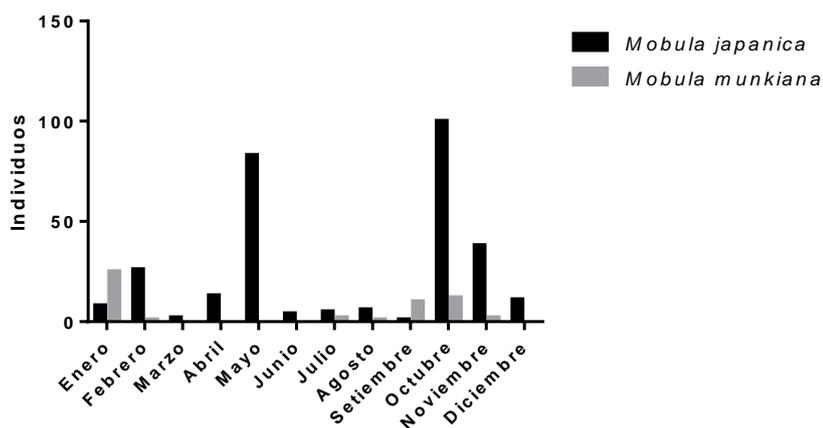


Fig. 12. Cantidad de individuos capturados por mes de *M. japonica* y *M. munkiana* en el muelle de Zorritos (Tumbes, Perú) durante el 2015.

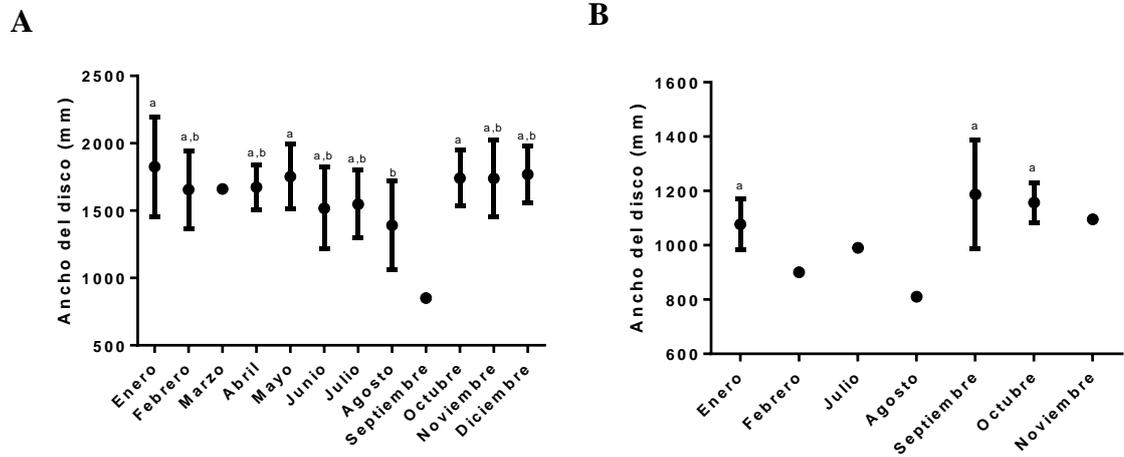


Fig. 13. Ancho del disco (mm) de individuos de *M. japonica* (A, n=297) y *M. munkiana* (B, n=53) según los meses de captura en el muelle de Zorritos (Tumbes, Perú). Los meses que presentan la misma letra indican diferencias no significativas para el ancho del disco (mm) ($p > 0.05$). Las barras representan la desviación

El tamaño de los individuos capturados para *M. japonica* se mantuvo casi constante durante todo el periodo de estudio, con excepción del mes de agosto en donde se capturaron ejemplares de menor tamaño en comparación los meses de enero, mayo y octubre ($F=3.26$, $p < 0.001$). Cabe resaltar que en setiembre tan solo se reportó un individuo con un valor de ancho del disco de 850 mm. Para el caso de *M. munkiana*, el tamaño fue similar en los meses de enero, setiembre y octubre ($H=12.08$, $p=0.060$). En el mes de octubre se registraron las hembras preñadas para esta especie. Los tamaños reportados para febrero, julio, agosto y noviembre no se pudieron comparar con el resto de meses debido a la baja cantidad de muestra ($n \leq 2$). En agosto se reportó el individuo más pequeño durante todo el estudio (810 mm) (Fig. 13).

Avistamientos a bordo

Se acompañó en un total de 24 viajes a bordo para registrar los avistamientos de mobulas. Se logró obtener avistamientos en 13 de los 24 viajes realizados, correspondiente a los meses de enero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre del año 2015. Se registró un total de 26 mobulas avistadas desde la embarcación pesquera (Fig. 15). Cada uno de los individuos avistados fueron georeferenciados pero no identificados a nivel de especie. Solo en un viaje, correspondiente al mes de enero, se pudo registrar un individuo de *Mobula japonica* a nivel de especie luego de ingresar en el agua para nadar y registrarla mediante una foto (Fig. 14).

Fig. 14. Individuo de *Mobula japonica* avistado en su hábitat natural en enero del 2015.



Fig. 15. Ubicación de las principales ciudades pesqueras de Tumbes y los puntos en altamar donde se registraron observaciones de mobulas durante el año 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)



DISCUSIÓN

El presente estudio es uno de los primeros en Perú en caracterizar la pesquería de mobulas en la costa norte, tomando en cuenta, además, la correcta identificación de las diferentes especies que conforman este género. Si bien la situación de este grupo de rayas no es bien conocida en Perú, registros históricos por parte del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) permiten apreciar que los valores de desembarques de mobulas en Piura han aumentado en un 800% desde hace 14 años y en Tumbes en un 150% desde hace 17 años (Carbajal et al., 2010; Llanos et al., 2010). Si bien nuestros resultados no superan el mínimo de mobulas registradas en Tumbes en 1996 (189.69 t), los valores de individuos se acercan a aquellos registrados anualmente para Indonesia y Filipinas, países conocidos por la gran presión pesquera que es ejercida sobre los mobulidos (White et al., 2006; Heinrichs et al., 2011).

El terminal de Zorritos registra anualmente uno de los mayores valores de desembarques de mobulas con respecto a los otros terminales de Tumbes como Acapulco, La Cruz y Puerto Pizarro. Hooker (1993, 2009) señala que la diversidad de peces del litoral peruano al norte de los 4° 15' S (Cabo Blanco, Piura) posee una ictiofauna típica de la Provincia biogeográfica Panámica. De todas estas especies, aproximadamente un 70% están asociadas a los arrecifes rocosos presentes en el litoral. Otros factores importantes asociados son la surgencia costera y por ende el incremento de la productividad, y el ingreso de aguas cálidas de la Corriente Ecuatorial y el efecto de convergencia con la corriente de aguas frías del Mar Peruano. Ya que la productividad local y la disponibilidad de alimento se encuentran positivamente correlacionados con la presencia de zonas de agregamiento de mobulas, las características del Mar del Norte de Perú son idóneas para la presencia de estas especies en dicha región.

M. japonica fue la especie que se reportó en mayor cantidad en el presente estudio. Esta tiene una distribución más amplia comparada con las demás especies. Notarbartolo-Di-Sciara (1988) sugiere que esta sería capaz de tolerar aguas de temperaturas más bajas a diferencia de otros mobulidos, habiendo un reporte de su presencia a 27 °S (Chile) durante el 2010, año que se presentó un evento de El Niño fuerte (Bustamante et al., 2012). Asimismo, esta especie es la de mayor abundancia en Nueva Zelanda, reportándose su presencia a los 35°S (Cabo Brett) (Duffy y Abbott, 2003). La tendencia de segregarse solo por tamaño, mas no por sexo, y el elevado porcentaje de individuos por debajo del Lm indicaría que existen individuos juveniles en el área de estudio. Los mayores registros de desembarque de *M. japonica* no coinciden con el patrón encontrado por Notarbartolo-Di-Sciara (1988) en el Golfo de California, cuyo pico máximo de desembarque de esta especie se dio en verano y disminuyó para el invierno, a diferencia de este estudio, que el pico máximo se dio en mayo y octubre y se mantuvo constante durante todo el año. Asimismo, durante el verano e invierno del año 2015 se registró un incremento de la temperatura frente a los departamentos de Piura y Tumbes (IMARPE, 2015). Dicho incremento pudo haber desencadenado la proliferación del eufáusido *Nyctiphanes simplex*, principal alimento de esta especie. Esta concentración de alimento en dicha zona podría explicar la mayor presencia de *M. japonica* en los reportes de desembarques durante todo el año 2015.

M. munkiana es endémica del Este del océano Pacífico, distribuyéndose desde el Golfo de California (México) hasta Perú, teniendo un rango de distribución más restringido que otras especies de esta familia. Es comúnmente observada y capturada en pulsos, es decir, puede estar presente en grandes grupos en un área particular por unos pocos días y luego no ser vista por semanas o meses, sugiriendo que esta especie tiende a viajar formando grandes agregaciones. Además, se cree que tiende a migrar ante una mayor presencia de otras mobulas de mayor tamaño, como el caso de *M. japonica*, por lo que el registro de *M. munkiana* en meses donde se reportaron los mínimos para la otra especie podría deberse a este comportamiento (Notarbartolo-di-Sciara, 1988; Bizarro et al., 2006). La mayoría de ejemplares estuvieron por encima de la Lm, esto sumado a

la presencia de hembras preñadas durante el estudio hacen de esta zona un área importante para la reproducción de esta especie. Los ejemplares no tuvieron una y el arte de pesca capturado. Esto debido a que por ser especies pequeñas son fáciles de caer en los dos tipos de pesca predominante en esta zona (cerco y cortina).

El caso de *M. thurstoni* es muy peculiar. En los estudios de Carbajal et al. (2010) y Llanos et al. (2010) se considera una sola especie de mobula en los desembarques, *M. thurstoni*. Es decir, no se consideraron *M. japonica* y *M. munkiana*, las cuales se reportaron estar desembarcando con mucha mayor cantidad y regularidad que *M. thurstoni*. Todos los individuos reportados fueron juveniles, a lo que se suma el hecho de que esta especie reportó el menor tamaño entre las cuatro mobulas, si bien es sabido que a nivel mundial *M. thurstoni* alcanza tallas mucho mayores que *M. munkiana*. Según la información recabada, *M. thurstoni* parecería ser errática en el mar peruano y más común en el hemisferio norte (Golfo de California) donde estuvo presente durante todo el año. Sin embargo, se requiere extender el periodo de monitoreo, incrementar el esfuerzo de muestreo y realizar estudios sobre sus hábitos alimenticios para tener datos más exactos sobre su presencia y abundancia en nuestro mar.

M. tarapacana es considerada como una especie circunglobal, que ocurre tanto en aguas tropicales como templadas, con poblaciones dispersas en diversas regiones del océano Pacífico, Atlántico e Índico. Clark et al. (2006) mencionan que esta especie es mayormente oceánica y que ocasionalmente se adentra en aguas costeras. Esto podría ser la razón de su poca presencia en los desembarques; sin embargo, se considera que se requiere ampliar el tiempo de estudio para tener un mejor conocimiento acerca de su comportamiento y presencia en nuestro mar.

Es importante señalar que *M. japonica* y *M. munkiana* se reproducen y presentan una elevada concentración de crías durante el verano, debido al incremento en la temperatura del mar y mayor fuente de alimento. Posteriormente, durante el invierno, se presentaría una alta congregación de juveniles, alimentándose, fundamentalmente, de *Mysidium spp.* según lo observado en el Golfo de California (Notarbartolo-Di-Sciara, 1988). Esta tendencia parece no cumplirse

para el caso de Perú, donde en los meses de verano se reportaron altos porcentajes de juveniles para *M. japonica*, mientras que para *M. munkiana* solo hubo reportes de adultos. Asumiendo lo indicado anteriormente, esta tendencia casi contraria se vería explicada por la cantidad y tipo de alimento existente durante las estaciones de verano e invierno en la zona norte de Perú.

La fórmula propuesta por Notarbartolo-Di-Sciara (1988) para calcular el peso real de los individuos de *M. japonica* no se cumplieron en el presente estudio, esto debido a que por el gran tamaño de los individuos muestreados en su mayoría llegaron al terminal de Zorritos ya eviscerados y en muchos casos solo se evaluaron las aletas pectorales y no el individuo completo, perdiéndose así información valiosa en cuanto al número de kilos reales del individuo. La fórmula que aquí se presenta no sería la real para hacer este cálculo, ya que falta ampliar el número de individuos completos analizados. El caso fue completamente opuesto para *M. munkiana*, ya que la fórmula propuesta por Notarbartolo-Di-Sciara (1988) para el cálculo real del peso del individuo si concuerda con los datos obtenidos en este estudio, cabe mencionar que todos los individuos correspondiente a esta especie llegaron al terminal pesquero completos (sin eviscerar).

El principal arte de pesca utilizado fue Cortina a flote, el cual suele atrapar numerosas especies no objetivo tales como rayas águila (*Myliobatis spp.*), tiburones (*Sphyrna zygaena*, *Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus* y *Alopias vulpinus*), así como diferentes de especies de pequeños cetáceos y tortugas marinas (Mangel et al., 2010; Alfaro-Shigueto, 2011). La captura de *Mobula spp.* usando este arte de pesca fue documentada previamente una sola vez por Alfaro-Shigueto (2010). La pesquería de estas especies está asociada a la captura de peces altamente comerciales como *Thunnus albacares* “Tuno” y *Coryphaena hippurus* “Perico”, los cuales conforman el segundo y sexto recurso más explotado en nuestro mar, respectivamente, lo que traen consigo el consecuente aumento de la probabilidad de ser capturadas de forma incidental.

CONCLUSIONES

La pesquería de mobulas en la zona norte de Perú está conformada por 4 especies, siendo más frecuente la captura de *M. japonica*, seguida de *M. munkiana*, *M. thurstoni* y *M. tarapacana*, estas dos últimas especies capturadas de forma esporádica.

Se muestrearon un total de 355 individuos de mobulas en un año de monitoreo sin encontrarse una estacionalidad marcada por especie.

El 95% de los individuos de *M. japonica* y el 3.77% de *M. munkiana* fueron individuos inmaduros.

Se registraron hembras preñadas de *M. munkiana*, lo que podría hacer al norte peruano un área de importancia reproductiva para la especie.

La fórmula de Notarbartolo-Di-Sciara pudo predecir el peso los individuos de *M. munkiana*, más no para *M. japonica*.

RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar el periodo de estudio para estas especies de elasmobranquios y aumentar las zonas de monitoreo del recurso con el fin de poder emitir comparaciones de las poblaciones encontradas. Un estudio de las pesquerías a bordo ayudaría a la recolección de mejores datos para un análisis más minucioso del recurso, se podría incrementar también estudios de contenido estomacal para entender un poco más acerca de la ecología de cada una de las especies de mobulas registradas para el país.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Alava, E.R., Dolumbaló, E.R., Yaptinchay, A.A., and Trono, R.B. 2002. Fishery and trade of whale sharks and manta rays in the Bohol Sea, Philippines. En: Fowler, S.L., Reed, T.M., Dipper, F.A. (eds) Elasmobranch Biodiversity, Conservation and Management: Proceedings of the International Seminar and Workshop. Sabah, Malaysia, pp 132–148.

Alfaro-Shigueto J, Mangel JC, Bernedo F, Dutton PH, Seminoff JA, Godley BJ. 2011. Small-scale fisheries of Peru: a major sink for marine turtles in the Pacific. *Journal of Applied Ecology* 48: 1432-1440.

Anderson, R.C., Adam, M.S., Kitchen-Wheeler, A., y Stevens, G. 2011. Extent and economic value of manta ray watching in Maldives. *Tourism in Marine Environments*, 7 (1): 15-27.

Bizarro JJ, Smith WD, Clark TB. 2006. *Mobula munkiana*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. www.iucnredlist.org

Bustamante C, Couturier LIE, Bennet MB. 2012. First record of *Mobula japonica* (Rajiformes: Myliobatidae) from the south-eastern Pacific Ocean. *Marine Diversity Records* 5:1-4.

Carbajal W, Macalupú J, Beltran L, Caccha L, Rodriguez A, Sanjinez M, Quispe Y, Aldana L. 2010. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de la Región Piura (Bocana Colán – Máncora). Informe del Instituto del Mar del Perú. Centro Regional de Investigación Pesquera Paita, Piura; 19–24.

Castro, J.I. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the sharks nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environmental Biology of Fishes* 38: 37-48.

Clark TB, Smith WD, Bizzarro JJ. 2006. *Mobula thurstoni*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. www.iucnredlist.org [22 February 2015].

Compagno, L.J. and Last, P.R. 1999. "Mobulidae". En: K.E. Carpenter and V.H. Niem (eds) FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 3. Batoid fishes, chimaeras and bony fishes part 1 (Elopidae to Linophrynidae). FAO, Rome. p. 1524-1529.

Couturier, L.I., Marshall, A.D., Jaine, F.R., Kashiwagi, T., Pierce, S.J., Townsend, K.A., Weeks, S.J., Bennet, M.B. y Richardson, A.J. 2012. Biology, ecology and conservation of the Mobulidae. *Journal of Fish Biology* 80, 1075–1119.

Davidson, L. N. K., Krawchuk, M. A. and Dulvy, N. K. 2015. Why have global shark and ray landings declined: improved management or overfishing? *Fish and Fisheries*. 21pp.

Dewar, H. 2002. Preliminary report: Manta harvest in Lamakera. Oceanside, USA: Report from the Pflieger Institute of Environmental Research and the Nature Conservancy. pp. 3.

Duffy CAJ, Abbott D. 2003. Sightings of mobulid rays from northern New Zealand, with confirmation of the occurrence of *Manta birostris* in New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 37: 715-721.

Dulvy, N.K. S.L. Fowler, J.A. Musick, R.D. Cavanagh, P.M. Kyne, L.R. Harrison, J.K. Carlson, L.N. Davidson, S.V. Fordham, M.P. Francis. 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays *Life*. 3 pp.

Gamil, J.T. and Gamil, A.P. 2010. Rescuer of manta rays. Philippine Daily Inquirer.

Heinrichs, S., O'Malley, M., Medd, H., and Hilton, P. 2011. "Manta Ray of Hope: Global Threat to Manta and Mobula Rays". Manta Ray of Hope Project. Disponible en: (www.mantarayofhope.com).

Hilton, P. 2011. East Asia Market Investigation. Manta Ray of Hope. pp. 49.

Hooker Y. 1993. Zonación de los Peces del Litoral Rocoso en el Área Comprendida entre las Localidades de Cabo Blanco y Los Órganos. Tesis para obtener el Grado de Bachiller en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Hooker Y. 2009. Nuevos registros de peces costeros tropicales para el Perú. Revista Peruana de Biología. 16: 33-41.

IMARPE. 2015. Evaluación del POI –PTI Ejecutiva al I Semestre 2015. <http://docplayer.es/8084477-Evaluacion-del-poi-pti-ejecutiva-al-i-semester-2015.html>

Llanos J, Inga C, Ordinola E, Rujel J. 2010. Investigaciones Biológico Pesqueras en la Región Tumbes, Peru. 1996 – 2005. Informe del Instituto del Mar del Peru 37: 95-112.

Mangel JC, Alfaro-Shigueto J, Van Waerebeek K, Cáceres C, Bearhop S, Witt MJ, Godley B. 2010. Small cetacean captures in Peruvian artisanal fisheries: High despite protective legislation. Biological Conservation 143: 136-143.

Marshall, A. D. 2009. Biology and population ecology of Manta birostris in southern Mozambique. PhD Thesis, The University of Queensland, Brisbane, Australia.

Marshall, A., Bennett, M.B., Kodja, G., Hinojosa-Alvarez, S., Galvan-Magana, F., Harding, M., Stevens, G. y Kashiwagi, T. 2011. "Manta birostris". En: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2012.2. <www.iucnredlist.org>.

Notarbartolo-Di-Sciara G. 1987a. "Myliobatiform rays fished in the Southern Gulf of California (Baja California Sur, Mexico) (Chondrichthyes: Myliobatiformes)". V Symposium of Marine Biology, Institution of Oceanography, University of California. San Diego. Pp 109- 115.

Notarbartolo di Sciara, G. 1987. A revisionary study of the genus *Mobula* Rafineque, 1810 (Chondrichthyes: Mobulidae) with the description of a new species. Zoological Journal of the Linnean Society, 91: 1-91.

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.

OLDEPESCA. 2011. "Informe Regional Sobre Los Avances De Los Planes Nacionales De Acción Para La Conservación Y Ordenación De Tiburones (PAN-Tiburones)". Disponible en: http://www.oldepesca.com/userfiles/file/INFORME_REGIONAL_TIBURONES_AGOSTO_2011.pdf

D R Robertson y Gerald R Allen. 2002. Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.

Sampson, L., Galvan-Magana, F., De Silva-Davila, 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, 969–976.

Setiasih, N. 2011. "Indonesia Fishery Investigation". Manta Ray of Hope, 15 pp.

Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K., and Walker, P. A. 2000. "The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems". *ICES Journal of Marine Science*, 57: 476–494.

Stevens, J.D., Walker, T.I., Cook, S.F. and Fordham, S.V. 2005. Threats Faced by Chondrichthyan Fish. Pp. 48– 57. En: Fowler, S.L., Cavanagh, R.D., Camhi, M., Burgess, G.H., Cailliet, G.M., Fordham, S.V., Simpfendorfer, C.A. and Musick, J.A. (comp. and ed.). *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes*. IUCN SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 461pp.

White, W. T., Giles, J., Dharmadi, D. & Potter, I. C. 2006. "Data on the by-catch fishery and reproductive biology of mobulid rays (Myliobatiformes) in Indonesia". *Fisheries Research* 82, 65–73.

ANEXOS



Fig. 16. Individuo de la especie *M. japonica* completa reportada en el presente estudio.



Fig. 17. Individuo de la especie *M. munkiana* peñada reportada en el presente estudio.

Fig. 18. Individuo de la especie *M. thurstoni* eviscerada y sin cabeza reportada en el presente estudio.



Fig. 19. Aleta pectoral de un individuo de la especie *M. tarapacana* reportada en el presente estudio.



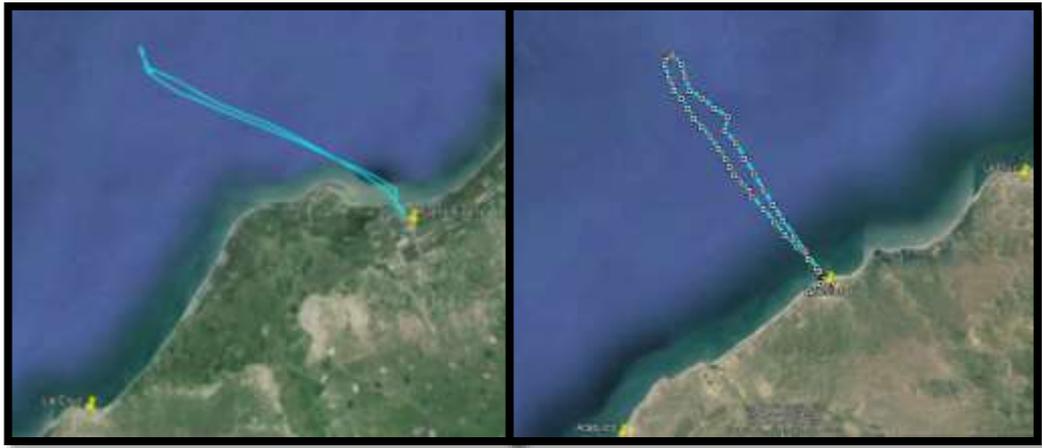


Fig. 20. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Enero del 2015. Fuente: Google Earth, 2015)



Fig. 21. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Febrero del 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)



Fig. 22. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Marzo del 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)



Fig. 23. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Abril del 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)



Fig. 24. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Mayo del 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)



Fig. 25. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Junio del 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)



Fig. 26. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Julio del 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)



Fig. 27. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Agosto del 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)



Fig. 28. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Setiembre del 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)



Fig. 29. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Octubre del 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)



Fig. 30. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Noviembre del 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)



Fig. 31. Viajes de avistamiento de mobulas, frente a las costas de Tumbes correspondiente al mes de Diciembre del 2015. (Fuente: Google Earth, 2015)