



**Universidad Autónoma de Baja California Sur**  
**Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar**  
**Departamento de Biología Marina**

**Biología Reproductiva del Género *Mobula***  
**en B. C. S., México**

**TESIS**

Que para obtener el título de:

**Biólogo Marino**

Presenta:

**Javier Noe Serrano López**

La Paz, B.C.S.

Mayo 2007.



Área Interdisciplinaria de  
Ciencias del Mar  
Departamento de Biología Marina

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
BAJA CALIFORNIA SUR

Apartado Postal 19-B  
Código Postal 23080  
La Paz, B.C.S.

Tel. 123 88 00 ext. 4109  
Fax 123 88 19



Fecha: 23/04/07

**M. EN C. EMELIO BARJAU GONZÁLEZ**  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA**  
**PRESENTE**

Los abajo firmantes comunicamos a Usted, que habiendo revisado el Trabajo de Tesis que realizó el (la) pasante: Josévier Norberto López  
Con el Título: "Biología Reproductiva del Equino muelle en B.C.S., México"

Otorgamos nuestro voto aprobatorio y consideramos que dicho Trabajo está listo para su defensa a fin de obtener el título de Biólogo Marino

<u>M. en C. María del Carmen García del Robles</u> Nombre Completo	<u>[Firma]</u> Firma	PRESIDENTE
<u>Dr. Felipe Galván Mancera</u> Nombre Completo	<u>[Firma]</u> Firma	SECRETARIO
<u>Dr. Carolina Anne Dauten Hoffman</u> Nombre Completo	<u>[Firma]</u> Firma	VOCAL
<u>M. en C. Liana Hernández Obledo</u> Nombre Completo	<u>[Firma]</u> Firma	SUPLENTE
<u>M. en C. Emelio Barjau González</u> Nombre Completo	<u>[Firma]</u> Firma	SUPLENTE
<u>Dr. Felipe Galván Mancera</u> Nombre Completo	<u>[Firma]</u> Firma	DIR. DE TESIS

## Contenido

Índice de Figuras.....	i
Índice de Tablas.....	iii
Resumen.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	6
JUSTIFICACIÓN.....	8
OBJETIVO.....	9
• Objetivos particulares.....	9
ÁREA DE ESTUDIO.....	10
• Mapa.....	11
MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
RESULTADOS.....	14
• Información general del muestreo.....	14
• <i>Mobula japonica</i> .....	14
○ Información general de las capturas.....	14
○ Composición de tallas.....	15
○ Proporción de sexos.....	17
○ Madurez sexual.....	19
▪ Machos.....	19
▪ Hembras.....	20
• <i>Mobula munkiana</i> .....	22
○ Información general de las capturas.....	22
○ Composición de tallas.....	23
○ Proporción de sexos.....	25
○ Madurez sexual.....	26
▪ Machos.....	26
▪ Hembras.....	27
• <i>Mobula thurstoni</i> .....	28
○ Información general de las capturas.....	28
○ Composición de tallas.....	29
○ Proporción de sexos.....	31
○ Madurez sexual.....	32

▪ Machos.....	32
▪ Hembras.....	33
Discusión .....	34
• <i>Mobula japonica</i> .....	34
○ Información de capturas y composición de tallas .....	34
○ Proporción de sexos.....	36
○ Madurez sexual .....	37
▪ Machos .....	37
▪ Hembras .....	38
• Fecundidad .....	39
•... Ciclo reproductivo .....	40
• <i>Mobula munkiana</i> .....	42
○ Información de capturas y composición de tallas .....	42
○ Proporción de sexos.....	43
○ Madurez sexual .....	44
▪ Machos .....	44
▪ Hembras .....	45
• Fecundidad .....	46
•... Ciclo reproductivo .....	47
• <i>Mobula thurstoni</i> .....	48
○ Información de capturas y composición de tallas .....	48
○ Proporción de sexos.....	49
○ Madurez sexual .....	50
▪ Machos .....	50
▪ Hembras .....	51
▪ Fecundidad .....	51
• Ciclo reproductivo .....	52
CONCLUSIONES.....	53
LITERATURA CITADA.....	55

## Índice de Figuras

<b>Fig. 1.</b>	Vista ventral de la región cefálica en la familia Mobulidae: a) género <i>Manta</i> boca terminal; b) género <i>Mobula</i> boca subterminal.....	<b>2</b>
<b>Fig. 2.</b>	Útero izquierdo de <i>Mobula japonica</i> ; presenta leche intrauterina (característica principal de la viviparidad aplacentaria trofonemata).....	<b>3</b>
<b>Fig. 3.</b>	Área de estudio Bahía La Ventana, campo pesquero Punta Arenas de la Ventana .....	<b>11</b>
<b>Fig. 4.</b>	Estructura de tallas para hembras y machos de <i>M. japonica</i> .....	<b>15</b>
<b>Fig. 5.</b>	Estructura de tallas en <i>M. japonica</i> durante 2002 y 2004...	<b>15</b>
<b>Fig. 6.</b>	Estructura de tallas para hembras y machos de <i>M. japonica</i> durante 2002. ....	<b>16</b>
<b>Fig. 7.</b>	Estructura de tallas para hembras y machos de <i>M. japonica</i> durante 2004. ....	<b>17</b>
<b>Fig. 8.</b>	Abundancias mensuales durante 2002 y 2004 para <i>M. japonica</i> .....	<b>17</b>
<b>Fig. 9.</b>	Relación entre el ancho de disco y la longitud de los gonopterigios en machos de <i>M. japonica</i> .....	<b>19</b>
<b>Fig. 10.</b>	Talla de primera madurez en machos de <i>M. japonica</i> estimada al 50% de organismos madurez .....	<b>20</b>
<b>Fig. 11.</b>	Relación entre ancho de disco, diámetro de ovocitos y condiciones uterinas en hembras de <i>M. japonica</i> .....	<b>21</b>
<b>Fig. 12.</b>	Estructura de tallas para hembras y machos de <i>Mobula munkiana</i> .....	<b>22</b>
<b>Fig. 13.</b>	Estructura de tallas de <i>M. munkiana</i> durante 2002 y 2004..	<b>23</b>
<b>Fig. 14.</b>	Estructura de tallas para hembras y machos de <i>M. munkiana</i> durante 2004 .....	<b>24</b>
<b>Fig. 15.</b>	Estructura de tallas para hembras y machos de <i>M. munkiana</i> durante 2004 .....	<b>24</b>
<b>Fig. 16.</b>	Abundancias mensuales durante 2002 y 2004 para <i>M. munkiana</i> .....	<b>24</b>

<b>Fig. 17.</b>	Relación entre el ancho de disco y longitud de los gonopterigios en machos de <i>M. munkiana</i> .....	<b>26</b>
<b>Fig. 18.</b>	Talla de primera madurez en machos de <i>M. munkiana</i> , estimada al 50% de organismos maduros .....	<b>26</b>
<b>Fig. 19.</b>	Estructura de tallas para hembras y machos de <i>Mobula thurstoni</i> .....	<b>28</b>
<b>Fig. 20.</b>	Estructura de tallas de <i>M. thurstoni</i> durante 2002 y 2004...	<b>29</b>
<b>Fig. 21.</b>	Estructura de tallas para hembras y machos de <i>M. thurstoni</i> durante 2002 .....	<b>30</b>
<b>Fig. 22.</b>	Estructura de tallas para hembras y machos de <i>M. thurstoni</i> durante 2004 .....	<b>30</b>
<b>Fig. 23.</b>	Abundancias mensuales durante 2002 y 2004 para <i>M. thurstoni</i> .....	<b>30</b>
<b>Fig. 24</b>	Relación entre el ancho de disco y longitud de los gonopterigios en machos de <i>M. thurstoni</i> .....	<b>32</b>
<b>Fig. 25</b>	Talla de primera madurez en machos de <i>M. thurstoni</i> estimada al 50% de organismos maduros .....	<b>33</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla. 1</b>	Número de organismos capturados de <i>Mobula japonica</i> en el suroeste del Golfo de California durante 2002 y 2004.....	<b>14</b>
<b>Tabla. 2</b>	Proporción de sexos general para <i>M. japonica</i> ; proporción de sexos 2002 y 2004.....	<b>18</b>
<b>Tabla.3</b>	Proporción de sexos en <i>M. japonica</i> para los meses más representativos del 2002. ....	<b>18</b>
<b>Tabla.4</b>	Proporción de sexos en <i>M. japonica</i> para los meses más representativos del 2004. ....	<b>18</b>
<b>Tabla.5</b>	Número de organismos capturados de <i>Mobula munkiana</i> en el suroeste del Golfo de California durante 2002 y 2004.....	<b>22</b>
<b>Tabla.6</b>	Proporción de sexos general para <i>M. munkiana</i> ; proporción de sexos 2002 y 2004.....	<b>25</b>
<b>Tabla.7</b>	Proporción de sexos en <i>M. munkiana</i> para los meses más representativos del 2002.....	<b>25</b>
<b>Tabla.8</b>	Proporción de sexos en <i>M. munkiana</i> para los meses más representativos del 2004.....	<b>25</b>
<b>Tabla.9</b>	Relación talla- tamaño de ovocitos y condición uterina en <i>M. munkiana</i> .....	<b>27</b>
<b>Tabla.10</b>	Número de organismos capturados de <i>M. thurstoni</i> en el suroeste del Golfo de California durante 2002 y 2004.....	<b>28</b>
<b>Tabla.11</b>	Proporción de sexos general para <i>M. thurstoni</i> ; proporción de sexos 2002 y 2004.....	<b>31</b>
<b>Tabla.12</b>	Proporción de sexos en <i>M thurstoni</i> para los meses mas representativos del 2002 .....	<b>31</b>
<b>Tabla.13</b>	Proporción de sexos en <i>M thurstoni</i> para los meses mas representativos del 2004 .....	<b>31</b>
<b>Tabla.14</b>	Relación talla-tamaño de ovocitos y condición uterina en <i>M. thurstoni</i> .....	<b>33</b>

## Resumen

En México, el grupo de los elasmobranchios es considerado como un importante recurso económico-alimenticio. Una de las áreas de mayor captura de tiburones y rayas se encuentra en el Océano Pacífico y Golfo de California. Específicamente la costa suroccidental del Golfo de California, registra una pesquería intensa sobre organismos pertenecientes a la familia Mobulidae, esta familia posee una madurez tardía, tasas de crecimiento lentas y baja fecundidad, es por eso que se considera a estos organismos susceptibles a ser sobreexplotados. La sobreexplotación de este recurso puede tener implicaciones importantes en el rendimiento reproductivo, ocasionando que estas poblaciones lleguen a un nivel de no sustentabilidad; debido a esto el estudio de su biología y ecología es de gran importancia. El presente trabajo aporta información referente a la biología reproductiva y a la situación pesquera del recurso; información importante, que puede ser utilizada para sentar las bases de regulación, reglamentación, conservación o protección de la pesquería de las diferentes especies de Mobulas. De un total de 358 organismos capturados, se observó que la especie más abundante en el campo pesquero Punta Arena de La Ventana fue *Mobula japonica* (n=131), su estructura de tallas varió entre 76 y 280 cm AD, las tallas más comunes durante el presente estudio fueron aquellas de entre 180 y 220 cm AD; presentó segregación por tallas y una proporción de sexos de 1.08:1 hembras por macho. Se estableció que tanto hembras como machos, alcanzan la madurez sexual a partir de los 205 cm AD una vez que han cubierto el 66% del ancho de disco máximo. Se registró que para *M. japonica* mayo, junio y principios de julio son los meses de expulsión de crías; julio y agosto se sugiere, son los meses de apareamiento. La segunda especie más abundante fue *Mobula munkiana* (n=129), su estructura de tallas varió entre 33 y 110 cm AD, las tallas más comunes fueron aquellas de entre 95 y 110 cm AD; presentó una segregación por tallas y una ligera segregación por sexos, además de una proporción de sexos de 0.67:1 hembras por macho. Se estableció tanto hembras como machos alcanzan la madurez sexual a partir de 95 cm, una vez que han cubierto el 85% del ancho de disco máximo. Se sugiere que para *M. munkiana* mayo y junio son los meses de expulsión de crías, julio y agosto los meses de apareamiento. La especie menos abundante fue *Mobula thurstoni* (n=98), su estructura de tallas varió entre 93 y 196 cm AD, las tallas más comunes fueron aquellas de 130 y 150 cm AD; presentó una segregación por tallas de acuerdo a la estación del año, los organismos pequeños se observaron en los meses de invierno y primavera y los organismos más grandes se registraron para verano y otoño. La proporción de sexos para esta especie fue 0.85:1 hembras por macho. Se estableció que tanto hembras como machos alcanzan la madurez sexual a partir de los 150 cm AD una vez que han cubierto el 85% del ancho de disco máximo. Se establece que durante los meses de verano se presenta la expulsión de crías y para otoño el apareamiento. En base a lo observado en el presente trabajo, se apoya la idea que sugiere que Punta Arena de la Ventana puede ser considerada como área de alimentación, reproducción y crianza de estos organismos.



## INTRODUCCIÓN

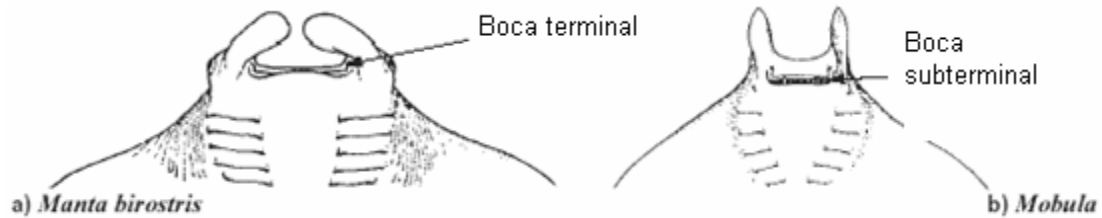
El grupo de los batoideos esta bien representado en la ictiofauna del Golfo de California y comprende especies de tallas variadas que van desde 25 cm en especies enanas de Rajidae, hasta 6 m de ancho de disco en las mantas gigantes y Mobulas (Notarbartolo Di Sciara, 1987; Notarbartolo y Schneider, 1996). Diversas especies de batoideos, de entre las que destacan especies pertenecientes a la familia Mobulidae, registran una importante pesquería en diferentes zonas de Baja California Sur.

La familia Mobulidae se encuentra dentro del orden de los Myliobatiformes los cuales son organismos de tallas medianas a grandes conocidos comúnmente como mantarayas, peces diablo o cubanas (nombre local) y tiene su origen en el Paleoceno reciente (Cappetta, 1987; Compagno, 1990). Se encuentran sobre plataformas continentales e insulares y se distribuyen en todos los mares tropicales y templado-cálidos del mundo (Notarbartolo y Schneider, 1996).

Las manta rayas y cubanas presentan una cabeza ancha que sobresale de la superficie del disco, prolongaciones preorbitales bilobuladas (aletas cefálicas) formados por los bordes anteriores de las aletas pectorales, disco romboidal más ancho que largo, boca terminal o ventral, cinco pares de aberturas branquiales, una pequeña aleta dorsal y carecen de aleta anal. Tienen además una cola netamente demarcada del tronco y los adultos varían de 1 a 6 m de ancho de disco (AD) (Compagno 1990; Notarbartolo y Schneider, 1996).

La familia Mobulidae consta de dos géneros bien definidos: el género *Manta* (manta) con una sola especie y el género *Mobula* (cubana) con 9 especies. Los géneros se diferencian entre sí de acuerdo a la posición de la boca (Fig. 1), ubicación de las hileras dentales y la curvatura de las aletas cefálicas. El género *Manta* presenta la boca en posición terminal, dientes en la mandíbula inferior y la curvatura de las aletas cefálicas es completa, mientras que el género *Mobula* presenta la boca en posición subterminal, dientes en

ambas mandíbulas y la curvatura de las aletas cefálicas es incompleta (Compagno 1990; Notarbartolo y Schneider, 1996).



**Fig. 1.- Vista ventral de la región cefálica en la familia Mobulidae: a) Género *Manta* boca terminal, b) Género *Mobula* boca subterminal. (Tomado de: Fisher et al., Vol. 2, 1995)**

Dentro del Golfo de California se encuentran presentes 4 de las 9 especies del género *Mobula*: *M. munkiana*, *M. thurstoni*, *M. japonica* y *M. tarapacana* (Notarbartolo-Di-Sciara, 1988). Estas especies son explotadas comercialmente, la carne de los organismos es obtenida de la parte dorsal y ventral del disco y es vendida en fresco o seco-salado para consumo humano (Notarbartolo y Schneider, 1996; Hobro, 2002).

Las especies del género *Mobula* se diferencian entre sí, en base a la forma y tamaño del disco, patrones de coloración, presencia o ausencia de espinas y largo de la cola.

*Mobula munkiana* (Notarbartolo, 1987) localmente conocida como “tortilla”, es la especie más pequeña de este género, con una talla de 110 cm AD, presenta los bordes anteriores de las aletas pectorales de rectos a levemente convexos, la base de la cola comprimida lateralmente y no presenta espina caudal. Su coloración va de púrpura a gris morada y blanca en la zona ventral, es una especie pelágica que forma cardúmenes en aguas costeras y oceánicas y se alimenta de crustáceos (Notarbartolo-Di-Sciara, 1988).

*Mobula thurstoni* (Llyod, 1908) localmente conocida como “cubana lomo azul”, es considerada una especie de talla mediana de 180 cm AD. Presenta los bordes anteriores de las aletas pectorales con una doble curvatura, la base de la cola está comprimida dorsalmente y no presenta espina caudal, su coloración varía de azul oscuro a negro en el dorso y la zona ventral es blanca con excepción de los bordes de las aletas pectorales, que son de color azul metálico. Es considerada una especie pelágica en aguas costeras y oceánicas forma pequeños grupos y se alimenta principalmente de eufáusidos (Notarbartolo-Di-Sciara, 1988; Bizarro, 2001)

*Mobula japonica* (Müller y Henle, 1941) localmente conocida como “cubana lomo blanco”, es considerada una especie de talla mediana a grande, de 310 cm AD. Presenta el margen anterior del disco recto, cola muy larga con hileras de denticulos cubriéndola y tiene espina caudal. Su coloración es azul oscura en el dorso y blanca en el vientre. Es considerada una especie pelágica en aguas oceánicas y costeras, forma pequeños grupos, se alimenta principalmente de eufáusidos y en menor cantidad de copépodos, larvas de estomatópodos y pequeños crustáceos (Notarbartolo-Di-Sciara, 1988; Bizarro, 2001).

*Mobula tarapacana* (Philippi, 1892) localmente conocida como “vaquetilla” rebasa los 350 cm AD, se considera una especie principalmente pelágica en aguas oceánicas; sin embargo, se puede llegar a encontrar en zonas costeras. La captura de este organismo se considera rara, esta condición se atribuye a que debido al gran tamaño de estos organismos las redes de captura se rompen y el organismo se libera. Considerando lo antes mencionado, *M. tarapacana* no será considerada en el presente estudio.

Al igual que otros elasmobranquios, los Mobúlidos son considerados como estrategas K, poseen una madurez tardía y tasas de crecimiento lentas (Wourms, 1981). Presentan una baja fecundidad, con nacimiento de una sola cría después de un período de gestación de un año y se considera que alcanzan la madurez sexual a partir de los 6 años de edad (Notarbartolo-Di-Sciara, 1988).

Las mantas y cubanas utilizan de manera exitosa como forma de reproducción la viviparidad aplacentaria por trofonemata, el cual es un modo de reproducción que involucra la producción y secreción de sustancias nutritivas (leche intrauterina) que absorbe el embrión a través de la boca y de filamentos branquiales externos. La leche intrauterina es secretada por medio de vellosidades uterinas, las cuales en ocasiones pueden ser tan largas que llegan hasta el estómago del embrión permitiendo su absorción de manera directa (Wourms, 1981; Hamlett y Koob, 1999).



**Fig. 2.- Útero izquierdo de *Mobula japonica*; presenta vellosidades uterinas y leche intrauterina; características principales de la viviparidad aplacentaria trofonemata.**

La pesquería de cubanas (familia Mobulidae) al igual que la de otras rayas representa una alternativa de empleo y fuente de alimento cuando otros recursos de mayor importancia económica escasean. Sin embargo, es importante destacar que debido a su lento crecimiento, baja fecundidad, ciclos de vida largos y gran tamaño, las cubanas son altamente vulnerables a ser sobreexplotadas. La sobre-explotación de estos organismos tiene implicaciones importantes en el rendimiento reproductivo ya que afecta el reclutamiento y por lo tanto, la abundancia de la especie (Stevens *et al.*, 2000). Hobro (2002) menciona que debido a la intensa explotación pesquera que se ha realizado en los últimos años en Baja California Sur, este recurso ha llegado a un nivel de no sustentabilidad ocasionando que a dichas poblaciones les tome varias décadas para recuperarse.

Los estudios de la reproducción de las especies de mobulas son importantes para conocer diferentes elementos biológicos tales como ciclo reproductivo, época de reproducción, talla de primera madurez y tasa de fecundidad, elementos importantes aplicados en la regulación, reglamentación, protección o conservación de las diferentes especies de Mobulas.

## ANTECEDENTES

Notarbartolo Di Sciara (1985) realizó una revisión del género *Mobula*, basado en características morfológicas, patrones de coloración y morfología de dientes, determinando así la existencia de 9 especies para este género de las cuales *M. munkiana* es descrita como nueva especie. En 1987, el mismo autor realiza un estudio acerca de las rayas pertenecientes al orden de los Myliobatiformes capturadas en el sureste del Golfo de California y obtiene datos que determinan que el mayor número de capturas pertenece a la familia Mobulidae, siendo *M. thurstoni* la especie más abundante, seguida por *M. japonica* y *M. munkiana*.

Notarbartolo Di Sciara (1988), realizó un estudio de la historia natural del género *Mobula* en el Golfo de California y encuentra que existe segregación por talla en las tres especies, y determina que no existe segregación por sexos. Sugiere que *M. thurstoni* comienza su madurez sexual a partir de 150 cm AD, y se alimenta de una especie de eufáusido *Nictiphanes simplex* y una especie de misidáceo (*Mysidium* spp.). Encuentra además que *M. japonica* comienza su madurez sexual cerca a 210 cm AD y se alimenta exclusivamente del eufáusido *N. simplex*. Por su parte *M. munkiana* se alimenta principalmente del misidáceo *Mysidium* spp. y comienza su madurez sexual en tallas cercanas a los 87 cm AD.

Villavicencio-Garayzar (1991) realiza observaciones de *Mobula munkiana* en la Bahía de La Paz (Baja California Sur) y encuentra que esta especie pequeña está presente no solo en los meses de invierno sino también en los meses de mayo y junio, sugiere que la escasa captura de dicha especie puede atribuirse a su tamaño. Determina además que la talla de primera madurez de esta especie se presenta en tallas cercanas a los 97cm AD.

Hobro (2002) realiza un estudio del comportamiento y ecología trófica del género *Mobula* en el Golfo de California, encuentra que las tres especies de *Mobulas* se alimentan del eufáusido *N. simplex* y del misidáceo *Proneomysis*

*wailles*, aporta además datos importantes acerca de las migraciones asociadas a patrones alimenticios.

Guerrero-Maldonado (2002), realiza un análisis de la captura comercial de elasmobranchios en la costa suroccidental del Golfo de California y registra dos especies de *Mobulas* como las más abundantes: *M. munkiana* y *M. japonica*, de las cuales determina la proporción sexual; para la primera especie la proporción es 2:1 machos por hembra, mientras que en la segunda especie existe mayor dominio de hembras durante todo el año con excepción de marzo donde la proporción se vuelve 1:1.

Cerutti (2005) realiza un análisis en la costa suroccidental del Golfo de California acerca de isótopos estables de carbono y nitrógeno como indicadores tróficos en la familia *Mobulidae*. Encuentra que existe diferencia en la alimentación de acuerdo a la edad en *M. japonica* y *M. munkiana*. Menciona además que en ninguna de las tres especies existe diferencia en el nivel trófico de las presas durante 2002 y 2004, lo que indica que los organismos se alimentan de las mismas presas cada año.

White *et al* (2006) aportan datos acerca de la pesquería y biología reproductiva de *Mobulas* en Indonesia. Registran un total de 409 organismos donde la especie con mayor número de capturas es *M. japonica* (50%), seguida por *M. tarapacana* (24%), *Manta birostris* (14%), *M. thurstoni* (9%) y *M. kuhlii* (2%). Mencionan que la talla de primera madurez para *M. japonica* se alcanza a partir de los 201 cm AD, para *M. tarapacana* a partir de los 248 cm AD, para *Manta birostris* a los 375 cm AD y para *M. thurstoni* a partir de los 150 cm AD. Mencionan además que el principal producto extraído de estos organismos son los filtros branquiales ya que es la región de mayor valor en el mercado debido a que es exportada a Japón para la fabricación de medicamentos; la carne es utilizada para el consumo humano pero su valor en el mercado es muy bajo.

## **JUSTIFICACIÓN**

Para tomar decisiones en el manejo y conservación del recurso pesquero de las Mobulas, es importante aportar la información biológica que permita sustentar medidas de regulación o de conservación. Las leyes mexicanas han iniciado un proceso de reglamentación en la pesquería de especies de elasmobranquios vulnerables, incluyendo a las especies de la familia Mobulidae. Esta familia es considerada como un importante recurso pesquero en diferentes zonas de Baja California Sur; sin embargo, los estudios realizados y la información recopilada acerca de la biología y ecología de este grupo son muy escasos. El presente trabajo aportará información referente a la biología reproductiva de las especies de Mobulas más frecuentes en la pesquería del suroeste del Golfo de California, Esta información puede ser utilizada para sentar las bases de regulación, reglamentación, conservación o protección de la pesquería de las diferentes especies de Mobulas en México.



## OBJETIVO GENERAL

Describir la biología reproductiva de *M. japonica*, *M. munkiana* y *M. thurstoni* en el suroeste del Golfo de California.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir la composición de la captura del género *Mobula* en el campo pesquero Punta Arena de La Ventana.
- Determinar y comparar la composición de tallas de *M. japonica*, *M. munkiana* y *M. thurstoni* durante los años 2002 y 2004.
- Determinar y comparar la proporción de sexos para *M. japonica*, *M. munkiana* y *M. thurstoni* durante los años 2002 y 2004.
- Determinar la talla de primera madurez en hembras y machos de *M. japonica*, *M. munkiana* y *M. thurstoni*.
- Determinar los ciclos reproductivos de *M. japonica*, *M. munkiana* y *M. thurstoni*.

## ÁREA DE ESTUDIO

**Punta Arena de la Ventana** (Fig. 3) localizada dentro de la Bahía de La Ventana, en la parte sur de Isla Cerralvo (Latitud 24° 12' Norte, Longitud 109° 48' Oeste), presenta una plataforma somera constituida principalmente por roca granítica. Al igual que la boca del golfo, Bahía de la Ventana esta influenciada por tres masas de agua: la corriente tropical del Pacífico Oriental, caracterizada por presentar una salinidad menor a los 35 ppm y una temperatura de 18 °C; la corriente de California que presenta bajas temperaturas y salinidades de 34.5 ppm y la corriente del Golfo de California con altas temperaturas y salinidades por encima de 35 ppm (De la Lanza, 1991; Arias-Aréchiga, 1998).



Fig. 3.- Área de estudio Bahía La Ventana, campo pesquero Punta Arenas de La Ventana.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se realizaron salidas de campo entre los meses de febrero y noviembre del 2002 y 2004. Durante las salidas se revisó la captura de las especies de la familia Mobulidae efectuada por los pescadores en el campo pesquero Punta Arena de La Ventana.

La pesca tipo ribereña se lleva a cabo mediante redes de multifilamento de 3 a 4 brazas de ancho por 300 brazas de largo y luz de malla de 6-12 pulgadas. Las redes son utilizadas de forma semipermanente, tendidas y posteriormente revisadas cada mañana por los pescadores siendo retiradas del agua para limpiarlas o repararlas. Los organismos capturados son transportados al área de trabajo para llevar a cabo el destazado y fileteado. Es este el punto donde se tomaron las muestras y datos biológicos de los organismos.

Para cada organismo se registró la localidad, fecha, distancia de la costa a la zona de pesca, método de pesca, especie, ancho de disco, longitud total y sexo. Se midió el ancho de disco (AD) de cada organismo tomando en cuenta los extremos más lejanos de las aletas pectorales y la longitud total (LT), tomándose esta medida desde la punta del hocico hasta el extremo posterior de la aleta caudal, todas las medidas fueron realizadas considerando en lo posible la posición natural del organismo. Se determinó el sexo diferenciando hembras de machos por la presencia de gonopterigios (órganos intromitentes) en estos últimos.

En cuanto a la estructura poblacional, la captura de organismos fue cuantificada para poder determinar la composición de capturas y tallas mediante histogramas de frecuencias relativas. La proporción de sexos en la captura se determinó contando los organismos obtenidos por sexo y dividiendo el número de hembras entre el número de machos.

En los machos la madurez sexual se determinó utilizando el criterio de Pratt (1979) en donde se comparó el largo del gonopterigio a diferentes anchos de disco, así como el grado de calcificación y la presencia de semen. Los gonopterigios se midieron desde la parte posterior de la cloaca hasta su parte distal y se observó la presencia de líquido seminal en los ductos deferentes.

En las hembras se realizó una incisión en la parte dorsal, (teniendo que cortar la columna vertebral) para localizar y extraer los ovarios y oviductos. Una vez extraídos se etiquetaron y se colocaron en formol; posteriormente, ya en el laboratorio se midió el diámetro de los mismos con un vernier. El grado de madurez se estimó con base en el desarrollo de los ovocitos y condición del oviducto. Se consideraron inmaduras aquellas hembras que presentaron ovocitos no visibles o pequeños con oviductos no diferenciados; y maduras aquellas que tuvieron ovocitos grandes y oviductos con huevos o embriones. La talla de primera madurez en las hembras se estimó cuando el 50% de los individuos son sexualmente maduros (Pratt y Otake, 1990). En las ocasiones en que presentaron crías, estas se midieron y se les determinó el sexo.

## RESULTADOS

### Información general del muestreo

Durante los años de muestreo (2002 y 2004) se obtuvo un total de 358 organismos, de los cuales, 131 fueron de *Mobula japonica*, 129 de *Mobula munkiana* y 98 de *Mobula thurstoni*.

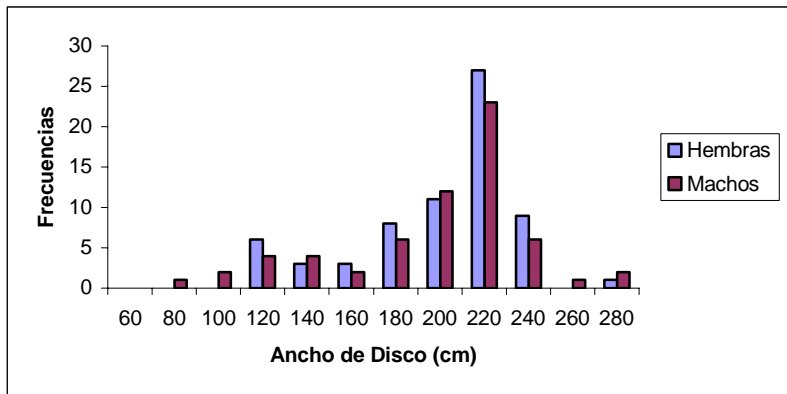
### *Mobula japonica*

#### Información General de las capturas

Se capturaron un total de 58 hembras y 73 machos de *M. japonica* (Tabla 1). La estructura general de tallas para esta especie varió entre 76 y 280 cm ancho de disco, siendo el intervalo de 220 cm AD aquel que presentó un mayor número de organismos. Las tallas de las hembras estuvieron entre 101 y 270 cm AD; mientras que las tallas de los machos se registraron entre 76 y 280 cm AD, el intervalo más común para ambos sexos fue el de 220 cm AD (Fig. 4).

**Tabla 1.- Número de organismos capturados de *M. japonica* en el suroeste del Golfo de California durante 2002 y 2004.**

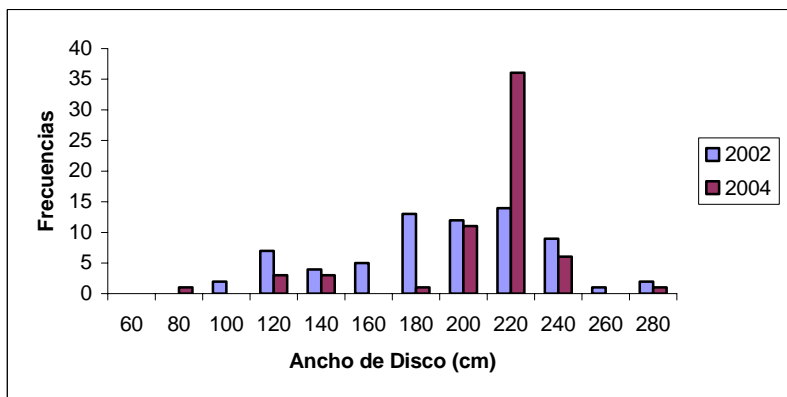
Mes	2002		2004		Total
	H	M	H	M	
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo	7	4	1		12
Junio	16	13	9	15	53
Julio	14	15	5	6	40
Agosto			5	4	9
Septiembre					
Octubre			7	4	11
Noviembre			4	2	6
Diciembre					
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>3</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>131</b>



**Fig.4.- Estructura de tallas para hembras y machos de *M. japonica***

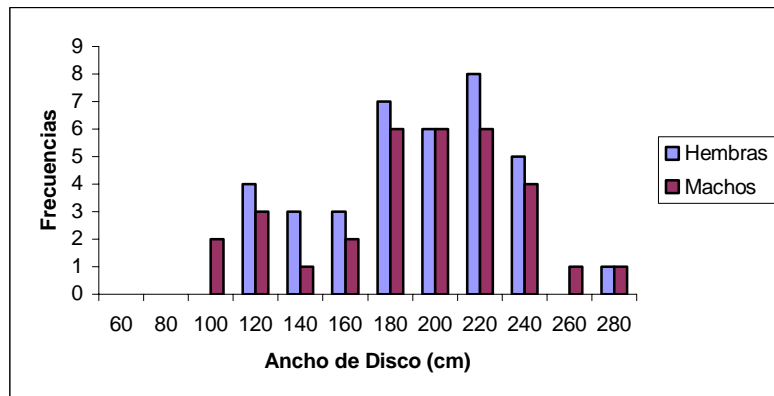
### Composición de tallas

En la composición de tallas por año se encontró que, para *M. japonica* en 2002 la talla mínima fue de 86 cm y la máxima de 270 cm de AD, siendo más frecuentes los intervalos que van desde 180 hasta 220 cm AD; en el 2004 la talla mínima fue de 76 cm y la máxima de 280 cm AD, siendo el intervalo más abundante el de 220 cm AD (Fig. 5).



**Fig.5.- Estructura de tallas de *M. japonica* durante 2002 y 2004.**

Respecto a la composición de tallas por sexo se determinó que, en 2002, las tallas registradas para hembras se encontraron entre los 106 y 270 cm AD, mientras que las tallas de los machos varían entre 86 y 264 cm AD, los intervalos con mayor frecuencia para hembras fueron aquellos de 180 y 220 cm AD; mientras que los intervalos más comunes en machos fueron de 180 a 220 cm AD (Fig.6). En el 2004 se encontró que, las tallas de hembras varían entre los 101 y 228 cm AD y las tallas de machos entre 76 y 280 cm AD, el intervalo donde existió mayor frecuencia de organismos para ambos sexos fue el de 220 cm AD (Fig.7). Durante junio del 2004 se registró la mayor abundancia en la captura de esta especie; mientras que para 2002 fue en junio y julio los que presentaron dicha característica (Fig. 8).



**Fig.6.- Estructura de tallas para hembras y machos de *M. japonica* durante 2002.**



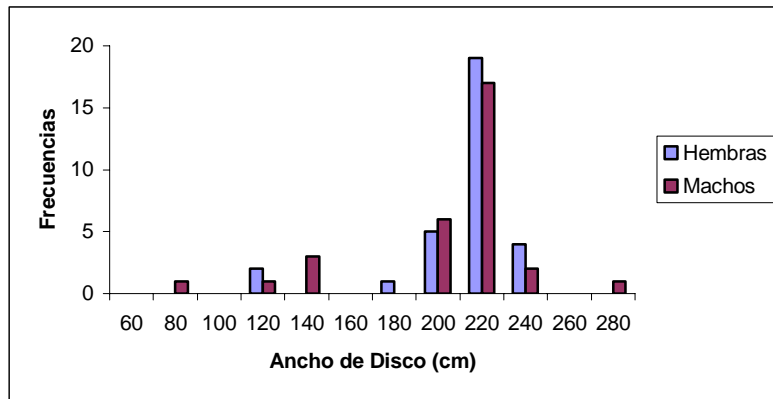


Fig.7.- Estructura de tallas para hembras y machos de *M. japonica* durante 2004.

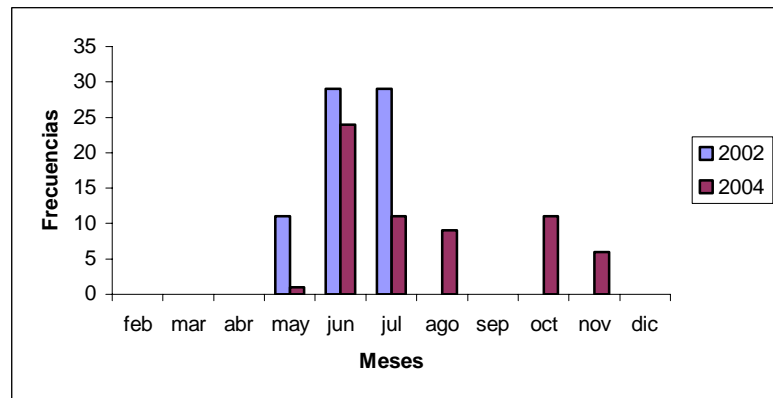


Fig. 8.- Abundancias mensuales durante 2002 y 2004 para *M. japonica*.

### Proporción de sexos

La proporción de sexos general para *M. japonica* fue de 1.08: 1 hembras por macho. Con respecto a la proporción de sexos por año, en 2002 la proporción fue de 1.16:1 hembras por macho (Tabla 2) las hembras fueron más abundantes en mayo y junio, mientras que los machos lo fueron en el mes de julio (Tabla 3).

Para 2004 la proporción de sexos fue de 1:1 hembra por macho (Tabla 2), las hembras fueron más abundantes en agosto, octubre y noviembre; mientras los machos en junio y julio (Tabla 4).

**Tabla 2.- Proporción de sexos general para *M. japonica*, proporción se sexos 2002 y 2004.**

<b>Año</b>	<b>Hembras</b>	<b>Machos</b>	<b>Proporción de sexos</b>
02-04	68	63	1.08:1
2002	37	32	1.16:1
2004	31	31	1:1

**Tabla 3.- Proporción de sexos en *M. japonica* para los meses mas representativos del 2002.**

<b>Mes</b>	<b>Proporción de sexos</b>
Mayo	1.75:1
Junio	1.23:1
Julio	0.93:1

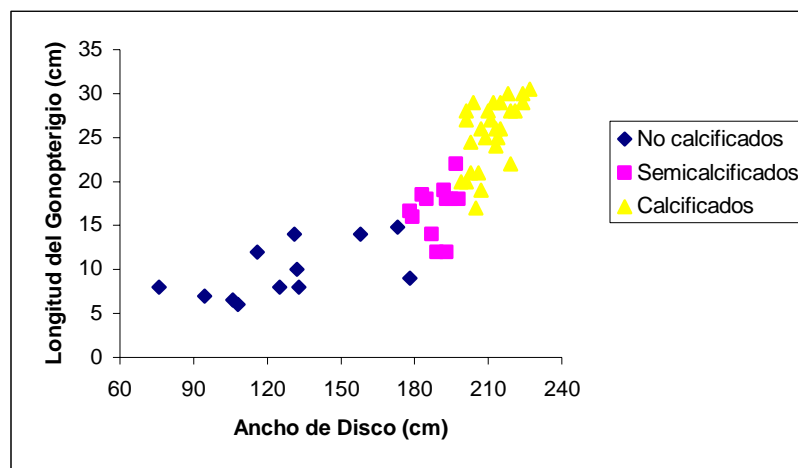
**Tabla 4.- Proporción de sexos en *M. japonica* para los meses mas representativos del 2004.**

<b>Mes</b>	<b>Proporción de sexos</b>
Junio	0.60:1
Julio	0.83:1
Agosto	1.25:1
Octubre	1.75:1
Noviembre	2:1

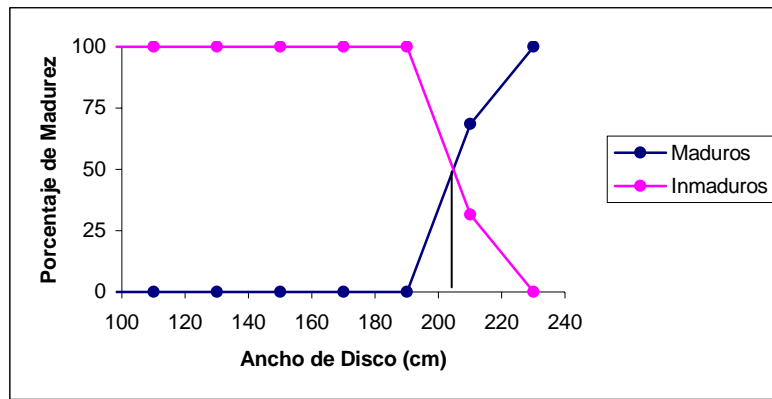
## Madurez sexual

### Machos

Con base en el crecimiento y calcificación de los gonopterigios se observó que, para *M. japonica* los machos con un ancho de disco menor a los 178 cm fueron inmaduros, presentando gonopterigios con una longitud inferior a los 14 cm sin calcificar. A partir de los 178 cm se observa que los gonopterigios inician su desarrollo aumentando en tamaño y calcificación continuando hasta los 198 cm de ancho de disco. A partir de esta talla adelante los gonopterigios alcanzaron gradualmente una longitud de 30.5 cm, además de estar calcificados y con semen en los ductos deferentes (Fig.9). De esta manera es posible sugerir que la talla de primera madurez en los machos se presenta a partir de los 205 cm ( $\pm 5$  cm) ancho de disco (Fig. 10).



**Fig. 9.- Relación entre el ancho de disco y la longitud de los gonopterigios en machos de *M. japonica*.**

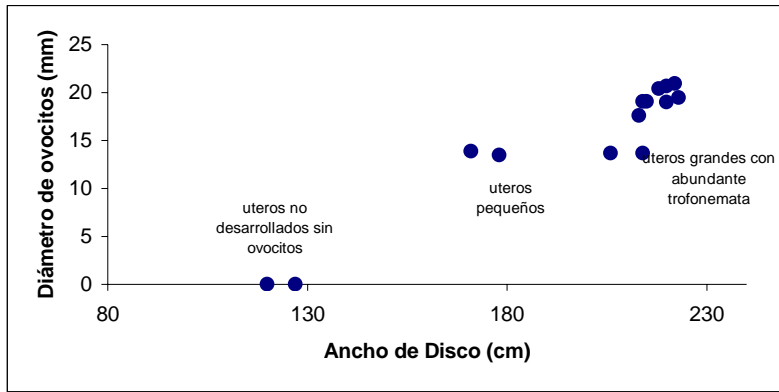


**Fig. 10.- Talla de primera madurez en machos de *M. japonica*, estimada al 50% de organismos maduros.**

## Hembras

Con base en el crecimiento de los ovocitos, el aumento en el tamaño del útero y abundancia de la leche intrauterina, se observó que, para *M. japonica* las hembras con un ancho de disco menor a 140 cm presentaron ovarios sin desarrollo. A partir de los 140 cm se observó que existe desarrollo ovárico y un crecimiento en el diámetro de los ovocitos hasta llegar a los 15 mm, al igual que un aumento en el tamaño del útero, esta condición se da hasta llegar a los 205 cm de ancho de disco. A partir de esta talla se observaron los ovocitos de mayor diámetro alcanzando los 20.94 mm, se observaron úteros con un alto contenido de vellosidades uterinas y con un diámetro superior a los 30 cm (Fig. 11). Es posible sugerir así que, la talla de primera madurez para las hembras de esta especie se presenta a partir de los 205 cm ( $\pm 5$  cm) AD.

Durante los muestreos realizados en los dos años, sólo se observaron dos úteros con embriones (existe registro de más; sin embargo, no se cuenta con información precisa), ambos pertenecientes a noviembre del 2004, la talla de dichos embriones fue de 44 y 47 cm AD. Se observó que esta especie solo presenta el ovario y oviducto izquierdo funcional, presenta una sola cría al cabo de un ciclo reproductivo.



**Fig.11.- Relación entre ancho de disco, diámetro de ovocitos y condiciones uterinas en hembras de *M. japonica*.**

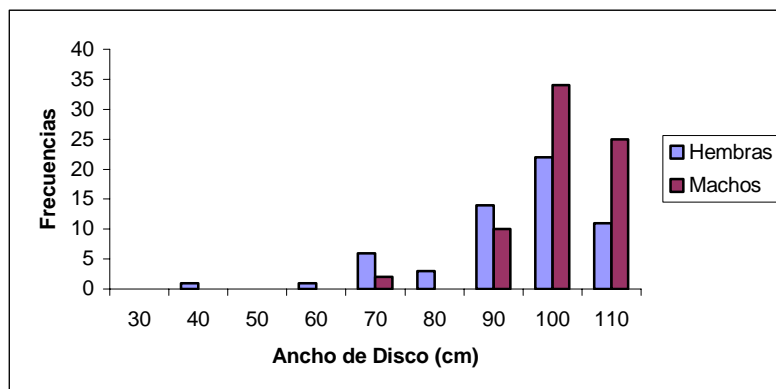
***Mobula munkiana***

**Información General de las capturas**

Se capturaron un total de 58 hembras y 71 machos de *M. munkiana* (Tabla 5), La estructura general de tallas varió entre 33 y 110 cm AD, el intervalo con mayor frecuencia de organismos fue de 100 cm AD. Las tallas de las hembras comprendieron entre 33 y 109 cm AD; mientras que las tallas de los machos entre 64 y 110 cm AD, el intervalo de tallas con mayor abundancia para ambos sexos fue de 100 cm AD (Fig. 12).

**Tabla 5.- Número de organismos capturados de *M. munkiana* en el suroeste del Golfo de California durante 2002 y 2004.**

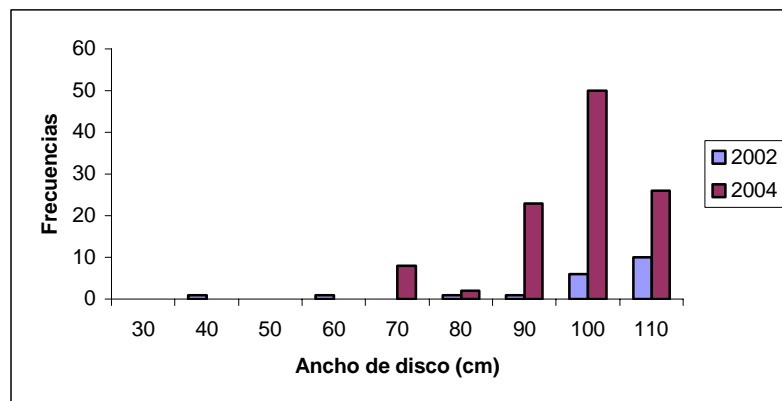
Mes	2002		2004		Total
	H	M	H	M	
Enero					
Febrero			7	1	<b>8</b>
Marzo			2	1	<b>3</b>
Abril					
Mayo					
Junio	8	3	33	32	<b>76</b>
Julio		9	3	20	<b>32</b>
Agosto			5	5	<b>10</b>
Septiembre					
Octubre					
Noviembre					
Diciembre					
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>50</b>	<b>59</b>	<b>129</b>



**Fig. 12.- Estructura de tallas para hembras y machos de *M. munkiana*.**

## Composición de tallas

En la composición de tallas por año se encontró que, para *M. munkiana* durante 2002 la talla mínima fue de 33 cm y la máxima de 110 cm AD, siendo el intervalo de 110 cm AD el de mayor frecuencia; en 2004 la talla mínima fue de 62 cm y la máxima de 110 cm AD, de igual manera que durante 2002 el intervalo de mayor frecuencia fue de 110 cm AD (Fig. 13).



**Fig.13.-Estructura de tallas de *M. munkiana* durante 2002 y 2004.**

Con respecto a la composición de tallas por sexo, se encontró que en 2002 las tallas de las hembras varían desde los 33 hasta los 109 cm AD; mientras que las tallas de los machos oscilan entre 86 y 110 cm AD, el intervalo con mayor frecuencia para ambos sexos se encontró a los 110 cm AD (Fig. 14). En 2004 las tallas de hembras comprenden desde 62 hasta 107 cm AD, las tallas de machos varían entre 64 y 110 cm AD (Fig. 15). Durante 2002 y 2004, junio fue el mes que presentó mayor abundancia en la captura de esta especie, durante 2004 se registró el mayor número de organismos capturados (Fig. 16).

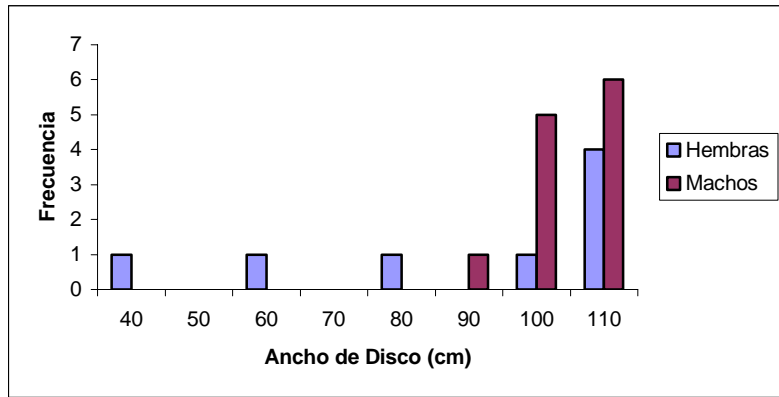


Fig.14.- Estructura de tallas para hembras y machos de *M. munkiana* durante 2002.

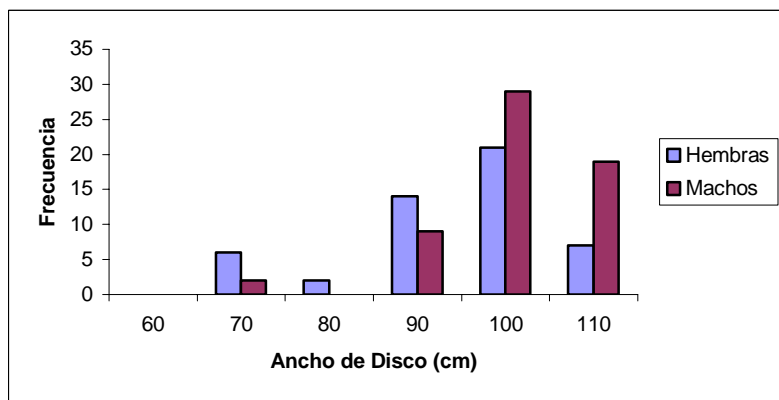


Fig.15.-Estructura de tallas para hembras y machos de *M. munkiana* durante 2004.

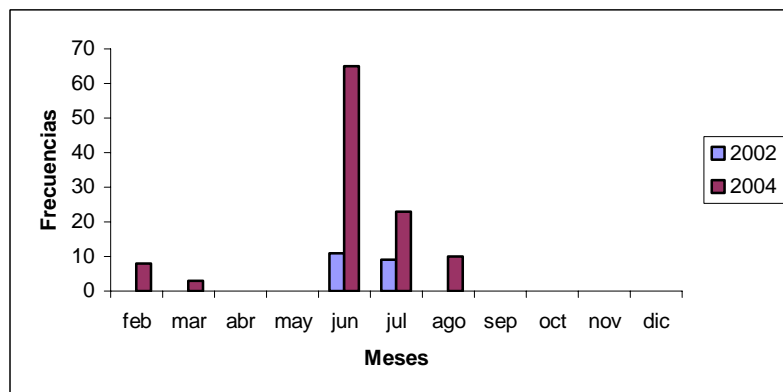


Fig.16.-Abundancias mensuales durante 2002 y 2004 para *M. munkiana*.



## Proporción de sexos

La proporción de sexos general en *M. munkiana* fue de 0.82:1 hembras por macho. Con respecto a la proporción de sexos por año se obtuvo que, para 2002 la proporción fue de 0.67:1 hembras por macho; mientras que en 2004 la proporción fue de 0.85:1 hembras por macho (Tabla 6). Durante 2002 las hembras dominaron en junio y los machos en julio (Tabla 7), Para 2004 las hembras fueron más abundantes durante febrero, marzo y junio, mientras los machos en julio (Tabla 8).

**Tabla 6.- Proporción de sexos general para *M. munkiana*; proporción se sexos 2002 y 2004;**

<b>Año</b>	<b>Hembras</b>	<b>Machos</b>	<b>Proporción de sexos</b>
2002	8	12	0.67:1
2004	50	59	0.85:1
02-04	58	71	0.82:1

**Tabla 7.-.- Proporción de sexos en *M munkiana* para los meses mas representativos del 2002.**

<b>Mes</b>	<b>Proporción de sexos</b>
Junio	2.67:1

**Tabla 8.- Proporción de sexos en *M munkiana* para los meses mas representativos del 2004.**

<b>Mes</b>	<b>Proporción de sexos</b>
Febrero	7:1
Marzo	2:1
Junio	1.03:1
Julio	0.15:1
Agosto	1:1

## Madurez sexual

### Machos

Con base en el crecimiento y calcificación de los gonopterigos se observó que, los machos de *M. munkiana* con un ancho de disco menor a los 91 cm fueron inmaduros, presentando gonopterigos con una longitud inferior a los 10 cm sin calcificar. A partir de los 91 cm se observa que los gonopterigos inician su desarrollo aumentando en tamaño y calcificación hasta llegar a los 95 cm AD. A partir de esta talla los gonopterigos alcanzaron gradualmente una longitud de 17.5 cm además de presentar semen y una calcificación completa (Fig. 17). Se determina así, que la talla de primera madurez para los machos se presenta a partir de 95 cm ancho de disco (Fig. 18).

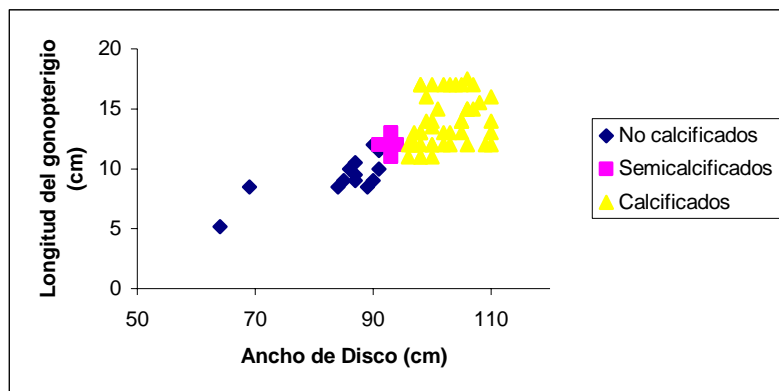


Fig.17.-Relación entre el ancho de disco y longitud de los gonopterigos en machos de *M. munkiana*.

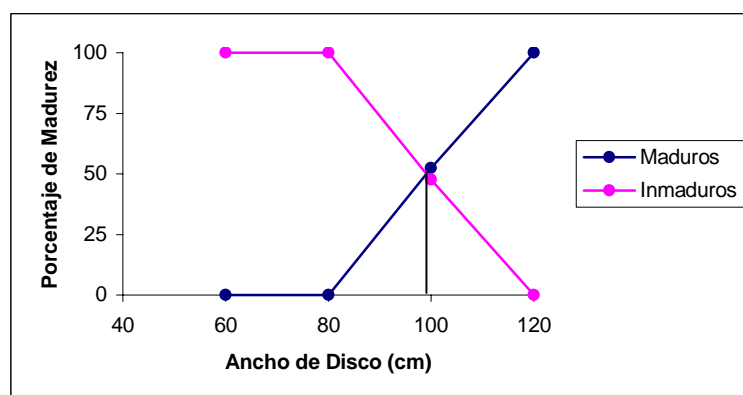


Fig.18.-Talla de primera madurez en machos de *M. munkiana*, estimada al 50% de organismos maduros.

## Hembras

Se observó que las hembras de *M. munkiana* con tallas menores a los 69 cm ancho de disco, no presentaron ovocitos desarrollados. A partir de esta talla y hasta llegar a los 100 cm AD no se cuenta con información del diámetro de ovocitos; sin embargo, se observó que algunos úteros incrementan poco a poco su diámetro. A partir de los 100 cm y hasta los 109 cm AD se observan ovocitos de hasta 12.02 mm y úteros con gran cantidad de vellosidades (Tabla 9). Se sugiere así que la talla de primera madurez para esta especie se presenta a partir de los 95 cm AD ( $\pm 5$  cm). Presenta una sola cría al cabo de un ciclo reproductivo y se observa que sólo el ovario y oviducto izquierdo son funcionales.

**Tabla 9.- Relación talla- tamaño de ovocitos y condición uterina en *M. munkiana*.**

Talla (cm)	Tamaño de ovocitos (mm)	Condición uterina
30	-	-
40	-	-
50	-	-
60	-	Útero en forma de tubo
70	-	Útero pequeño
80	-	-
90	-	Útero incrementado en tamaño
100	10.14	Abundante trofonemata-presencia de embrión
110	12..2	Abundante trofonemata-presencia de embrión

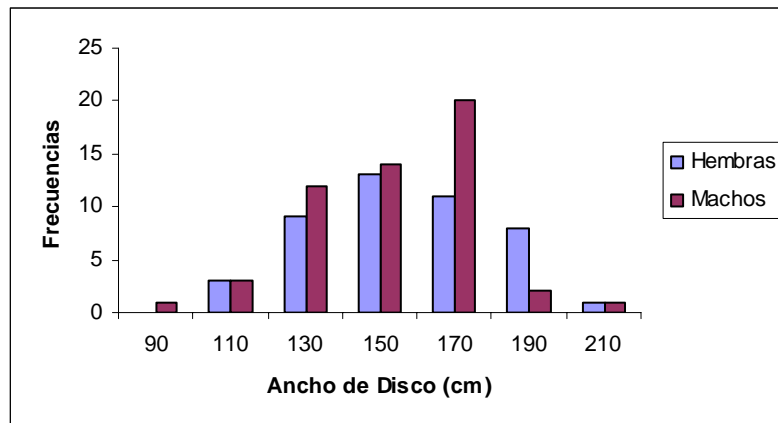
## *Mobula thurstoni*

### Información general de capturas

Se capturaron un total de 45 hembras y 53 machos de *M. thurstoni* (Tabla 10). La estructura general de tallas varió entre los 93 y 196 cm de AD, el intervalo con mayor frecuencia de organismos fue el de 150 cm de AD. Las tallas de las hembras estuvieron entre 93 y 192 cm AD; mientras que las tallas de los machos entre 90 y 196 cm AD, el intervalo de tallas con mayor frecuencia en ambos sexos fue de 150 cm AD (Fig. 19).

**Tabla 10.- Número de organismos capturados de *M. thurstoni* en el suroeste del Golfo de California durante 2002 y 2004.**

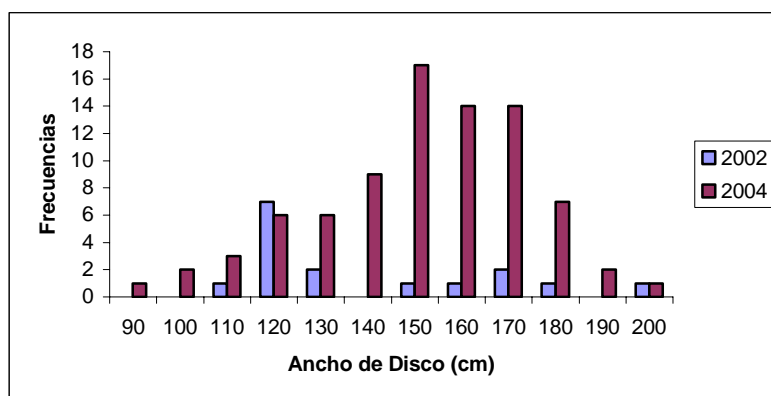
Mes	2002		2004		Total
	H	M	H	M	
Enero					
Febrero				1	1
Marzo				1	1
Abril					
Mayo	3	4	1		8
Junio		2	10	15	27
Julio	2	2	2		6
Agosto	3		16	14	33
Septiembre					
Octubre			7	12	19
Noviembre			1	2	3
Diciembre					
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>37</b>	<b>45</b>	<b>98</b>



**Fig.19.-Estructura de tallas para hembras y machos de *M. thurstoni*.**

## Composición de Tallas

En la composición de tallas por año se encontró que para cubana lomo azul en 2002, la talla mínima fue de 103 cm y la máxima de 196 cm AD, siendo el intervalo con mayor frecuencia de 120 cm AD; en 2004, la talla mínima fue de 90 cm y la máxima de 192 cm AD, siendo los intervalos de entre 150 y 170 cm AD aquellos que presentaron mayor frecuencia (Fig.20).



**Fig.20.- Estructura de tallas de *M. thurstoni* durante 2002 y 2004.**

Con respecto a la composición de tallas por sexo, en 2002 las tallas de las hembras varían de 103 a 171 cm AD; mientras que las tallas de los machos se encuentran entre 111 y 196 cm AD; en el caso de las hembras los intervalos de 130 y 170 cm AD presentaron una mayor frecuencia; mientras que el intervalo de 120 cm fue el de mayor frecuencia para machos (Fig. 21). En 2004 las tallas de hembras se encuentran entre los 93 y 192 cm AD; mientras las tallas de machos varían entre los 90 y 189 cm AD, el intervalo de mayor frecuencia para hembras fue el de 150 cm AD mientras para machos los intervalos de entre 150 y 170 cm AD fueron los de mayor frecuencia (Fig. 22). Durante 2004 se presentó un mayor número de organismos capturados, siendo agosto el mes de mayor abundancia en las capturas; para 2002, se registró la mayor abundancia en mayo (Fig. 23).

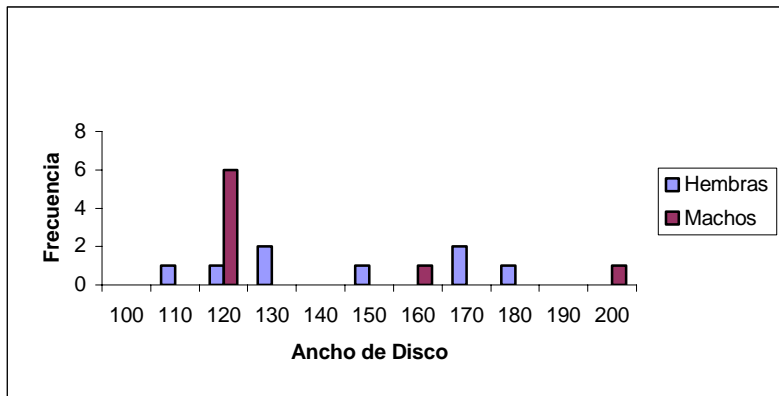


Fig.21.-Estructura de tallas para hembras y machos de *M. thurstoni* durante 2002.

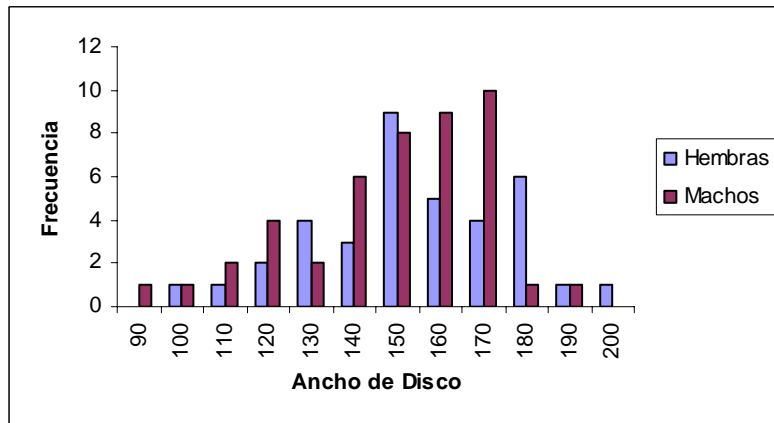


Fig.22.- Estructura de tallas para hembras y machos de *M. thurstoni* durante 2004.

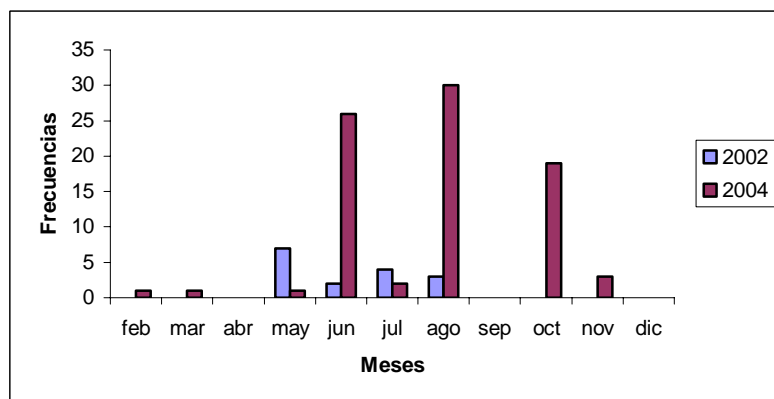


Fig.23.- Abundancias mensuales durante 2002 y 2004 para *M. thurstoni*.

## Proporción de sexos

La proporción de sexos general establecida para *Mobula thurstoni* fue de 0.85:1 hembras por macho. Con respecto a la proporción de sexos por año se obtuvo que, en 2002 la proporción fue de 1:1 hembras por macho; en 2004 la proporción fue de 0.82:1 hembras por macho (Tabla 11). Durante 2002 las hembras dominaron en agosto y los machos durante mayo y junio (Tabla 12). En 2004 las hembras fueron más abundantes en julio mientras los machos durante junio, agosto, octubre y noviembre (Tabla 13).

**Tabla 11.- Proporción de sexos general para *M. thurstoni*, proporción de sexos 2002 y 2004.**

<b>Año</b>	<b>Hembras</b>	<b>Machos</b>	<b>Proporción de sexos</b>
2002	8	8	1:1
2004	37	45	0.82:1
02-04	45	53	0.85:1

**Tabla 12.- Proporción de sexos en *M. thurstoni* para los meses más representativos del 2002.**

<b>Mes</b>	<b>Proporción de sexos</b>
Mayo	0.75:1
Julio	1:1

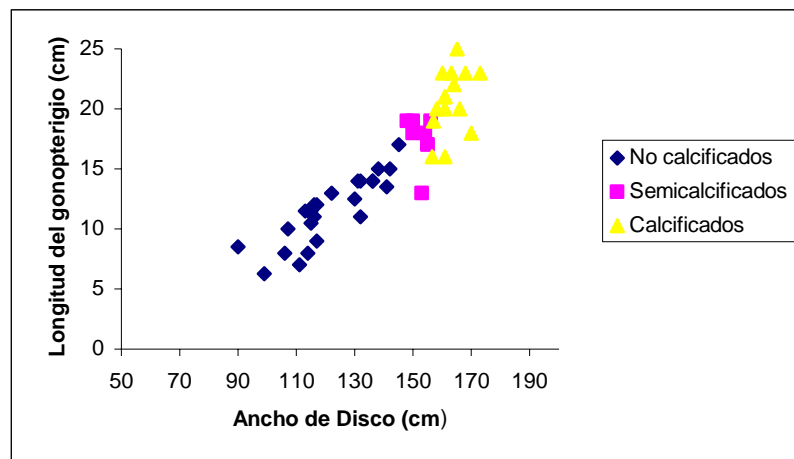
**Tabla 13.- Proporción de sexos en *M. thurstoni* para los meses más representativos del 2004.**

<b>Mes</b>	<b>Proporción de sexos</b>
Junio	0.67:1
Agosto	1.14:1
Octubre	0.58:1
Noviembre	0.50:1

## Madurez sexual

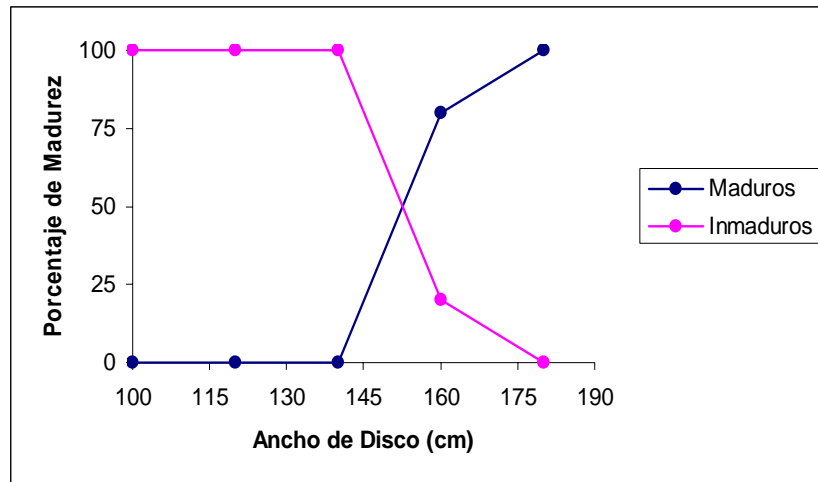
### Machos

Con base en el crecimiento y calcificación de los gonopterigios se observó que, los machos de *M. thurstoni* con un ancho de disco menor a 145 cm fueron inmaduros, presentando gonopterigios con una longitud inferior a 17 cm sin calcificar. A partir de los 145 cm se observa que los gonopterigios inician su desarrollo aumentando en tamaño y calcificación hasta llegar a los 156 cm de ancho de disco. A partir de esta talla los gonopterigios alcanzaron gradualmente una longitud de 23 cm además de estar totalmente calcificados y presentar semen (Fig. 24). Es posible determinar así que la talla de primera madurez para machos se presenta a partir de los 155 cm ( $\pm 5$  cm) ancho de disco (Fig. 25)



**Fig.24.- Relación entre el ancho de disco y longitud de los gonopterigios de machos de *M. thurstoni*.**





**Fig.25.-Talla de primera madurez en machos de *M. thurstoni* estimada al 50% de organismos maduros.**

### Hembras

Se observó que las hembras de *M. thurstoni* con tallas menores a 130 cm AD, no presentaron ovocitos desarrollados, a partir de esta talla y hasta los 150 cm AD se observa un importante incremento en el desarrollo y diámetro de los ovocitos llegando a alcanzar un diámetro de 11.98 mm, se observa además un incremento considerable en el tamaño del útero. Los organismos con tallas superiores a los 150 cm AD presentaron úteros grandes, con abundante leche intrauterina, presentaron además ovocitos de mayor diámetro de hasta 16.82 mm de diámetro (Tabla 14). Se puede establecer así que la talla de primera madurez en hembras de *Mobula thurstoni* se presenta a partir de los 155 cm ( $\pm 5$  cm) ancho de disco. Durante los muestreos realizados se encontró únicamente un embrión en octubre de 2004 y se observó que solo el ovario y útero izquierdo es funcional.

**Tabla 14.- Relación talla-tamaño de ovocitos y condición uterina en *M. thurstoni*.**

Talla (cm)	Tamaño de ovocitos (mm)	Condición uterina
90	-	Útero en forma de tubo
120	-	-
130	-	-
150	11.98	Útero con vellosidades
170	16.24	Abundante trofonemata- presencia de embrión.
190	2.00	Abundante trofonemata

## DISCUSIÓN

### *Mobula japonica*

#### Información de capturas y composición de tallas

Durante 2002 y 2004 la especie de *Mobula* más abundante en Punta Arena de La Ventana fue *Mobula japonica* (n=131) constituyendo 36.6% de la captura total de las mobulas analizadas en el presente estudio, dicho registro coincide con lo descrito por Guerrero-Maldonado (2002), quien menciona que de las cinco especies más representativas que componen la captura comercial de dicha localidad, *M. japonica* ocupa el segundo lugar (n=83) con un 19% de la captura total, de igual manera Hobro (2000) menciona que durante 2000 y 2001 *M. japonica* constituyó el 41% del total de captura. Estos porcentajes contrastan con los descritos por Notarbartolo Di Sciara (1988), quien durante 1981-1984 registró a *M. thurstoni* como la especie más abundante (N= 150) constituyendo un 58% de la captura total. Considerando esta información, se observa que la especie con mayor abundancia en capturas dentro del área de estudio cambió; esta diferencia podría estar asociada a la presencia del Fenómeno de El Niño registrado durante 1982-1983 que podría haber afectado la composición de especies. Asimismo es importante considerar que *M. japonica* es la segunda especie de mayor tamaño del género *Mobula* en el Golfo de California (alcanza hasta 310 cm AD) y es probable que los pescadores dirijan la pesca hacia los organismos grandes para la extracción de mayor producto.

La talla máxima registrada para esta especie fue de 270 cm en hembras y 280 cm AD en machos, con un intervalo modal de 220 cm AD para ambos sexos. Los organismos registrados en el presente estudio sobrepasan con aproximadamente 45 cm el AD máximo registrado por Guerrero-Maldonado (2002) y Notarbartolo Di Sciara (1988). Registrando el primero tallas de 234 cm en hembras y 232 cm AD en machos; mientras que, el segundo autor registró valores de 230 y 238 cm AD en hembras y machos respectivamente. La comparación de tallas entre los dos años de muestreo sugiere que durante

2002 existió una mayor amplitud de tallas capturadas, las más comunes fueron entre 180 y 220 cm AD. Durante 2004 la amplitud de tallas capturadas fue menor y el mayor número de capturas se registró para organismos de 220 cm AD. Las mayores capturas obtenidas durante el presente estudio, se consideraron cercanas a las obtenidas por Notarbartolo Di Sciara (1988), Guerrero-Maldonado (2002) y Cerutti (2005), quienes mencionan tener el mayor número de organismos entre 200 y 220 cm AD. Basados en lo registrado en el presente estudio y apoyado en lo descrito por Notarbartolo Di Sciara (1988) y Guerrero Maldonado (2002) se sugiere la talla mínima más común en el área de estudio para esta especie es de 120 cm AD y la talla máxima es de 240cm AD.

Con respecto a la composición de tallas por sexos, se observó que durante 2002 las tallas registradas con mayor frecuencia para hembras fueron entre 180 y 220 cm AD; mientras que en los machos la talla más común fue la de 220 cm AD. En 2004 la talla más frecuente fue de 220 cm AD en ambos sexos. Durante el presente estudio se determinó que los organismos a partir de los 205 cm AD se consideraron algunos en estado de maduración sexual inicial y otros en maduración sexual final, por lo cual se sugiere que *Mobula japonica* presenta una segregación por tallas, la cual se hace más evidente en organismos sexualmente maduros (en fase de madurez sexual final). Esta observación coincide con lo mencionado por Notarbartolo Di Sciara (1988), quien menciona que *M. japonica* presenta una segregación por tallas principalmente en organismos sexualmente maduros.

Durante los dos años de muestreo, en mayo se considera como el inicio de la temporada de capturas de *M. japonica*. Notarbartolo Di Sciara (1988) menciona que dicha especie se observa de manera ocasional durante marzo, abril y mayo; mientras que a mediados de junio y durante julio se reportan los picos de abundancia de dicha especie. En el presente estudio durante 2002 se corrobora la información obtenida por Notarbartolo Di Sciara (1988), ya que los picos de abundancia se presentan en junio y julio; mientras que en 2004 el pico más importante se registra en junio; sin embargo, los registros de las capturas se extienden de julio a noviembre. La abundancia de esta especie para junio y

julio se podría relacionar directamente a la mayor temperatura del agua que prevalece en estos meses en el Golfo de California (28-30 °C), así como a la mayor presencia de alimento en la zona debido a que, la presa principal de esta especie de mobula es *Nictiphanes simplex*, un eufaúsido que presenta su periodo reproductivo entre febrero y junio (Gendron, 1992).

Notarbartolo Di Sciara (1988), reconoció tener poca información de capturas de agosto y octubre; sin embargo, menciona que la abundancia de *Mobula japonica* disminuye en octubre debido a la entrada de corrientes de agua fría; por lo que considera este mes como el fin de la temporada. En el presente estudio se observó que durante 2004 se registró un importante número de capturas durante agosto, octubre e incluso noviembre, con lo cual, el periodo de estancia de esta especie se extiende en relación a lo registrado por Notarbartolo Di Sciara (1988).

### **Proporción de sexos de *Mobula japonica***

La proporción de sexos para *Mobula japonica* fue de 1.08:1 hembras por macho. Guerrero-Maldonado (2002) registra una proporción de 1.5:1 hembras por macho y Notarbartolo Di Sciara (1988) de 0.89:1 hembras por macho. Guerrero-Maldonado (2002) menciona que las hembras dominaron durante toda la temporada de captura con excepción de marzo; mientras que Notarbartolo Di Sciara (1988) sugiere que la dominancia de hembras se presenta desde junio hasta diciembre; menciona además que los machos dominan durante abril y mayo. En el presente estudio se observó un patrón diferente al mencionado por Guerrero Maldonado (2002) ya que durante 2002 (cuando la proporción de sexos fue de 1.16:1 hembras por macho) las hembras dominaron en mayo y junio; mientras que los machos mostraron dominancia en julio. En 2004 (cuando la proporción de sexos fue 1:1 hembras por macho), la proporción de machos fue mayor durante junio y julio y la dominancia de hembras se registró en mayo, agosto, octubre y noviembre coincidiendo con lo registrado por Notarbartolo Di Sciara (1988).

Se conoce que existe segregación por sexos en diferentes especies de tiburones y rayas (Babel 1967, Schmid *et al.*, 1988), por ejemplo en *Rhinobatus productus* la dominancia de las hembras es mayor durante casi toda la temporada (llegando a encontrarse una proporción de 7:1 hembras por macho) (Downton-Hoffmann, 1996). En *M. japonica* existió una dominancia de hembras en ciertos meses del año, pero dicha dominancia no fue absoluta, considerando esta condición, aunado a lo mencionado por Notarbartolo Di Sciara (1988), y Guerrero-Maldonado (2002), quienes registran la presencia de machos y hembras en la misma red de captura, se indica así que *Mobula japonica* no presentó una segregación por sexos.

Debido a la tendencia que caracteriza a los elasmobranquios de segregarse por tallas o sexos, diversos autores (Holden, 1974; Pratt y Otake 1990), recomiendan obtener la proporción de sexos con base al número de crías intrauterinas. Sin embargo, *Mobula japonica* únicamente desarrolla una cría por temporada reproductiva, aunado a esto, en el presente estudio se encontraron solamente dos hembras: una de 220 cm AD con un embrión macho de 47 cm AD, y otra de 223 cm AD con un embrión hembra de 44 cm AD. Por lo cual el método para determinar proporción de sexos basado en crías intrauterinas no se puede realizar debido a la escasez de crías.

### **Madurez sexual en *Mobula japonica***

#### **Machos**

Notarbartolo Di Sciara (1988) menciona que durante 1981-1984 *M. japonica* no presentó un patrón claro en cuanto a la relación ancho de disco-longitud del gonopterigio, esta condición la atribuye a que existen variaciones con respecto al largo de los gonopterigios; sin embargo, menciona que al llegar a la talla de 215 cm AD dicha variación se estabiliza, por lo cual este autor sugiere que la talla de primera madurez para machos de *Mobula japonica* se presenta a 210 cm ( $\pm 5$  cm) ancho de disco. Guerrero-Maldonado (2002), encuentra que los machos menores a 180 cm de AD son inmaduros; los machos mayores a 189 cm AD son maduros y menciona que el crecimiento de

los gonopterigios no es considerado debido que existe un traslape entre organismos maduros e inmaduros, indicando que la relación ancho de disco-longitud del gonopterigio puede ser confusa debido a la falta de datos.

Durante el presente trabajo la relación ancho de disco-longitud del gonopterigio fue considerada para determinar el proceso de madurez sexual en machos. Se observó que existen tres fases: inmadurez (gonopterigios no calcificados), madurez sexual inicial (gonopterigios semicalcificados) y madurez sexual final (gonopterigios calcificados). Se observó poco traslape entre dos fases, los datos que se traslapan son mínimos y pertenecen a organismos maduros (en fase de madurez sexual inicial) y organismos sexualmente maduros (en fase de madurez sexual final). Considerando la relación ancho de disco-longitud de gonopterigio se establece que los organismos que presentan una fase de madurez sexual final (organismos sexualmente maduros) se encuentran a partir de los 210 cm AD, sin embargo se observan organismos sexualmente maduros desde 205cm AD; por lo tanto se concluye que la talla de primera madurez para machos de *Mobula japonica* se presenta a los 205 cm ( $\pm 5$  cm) AD. Se observa que la talla sugerida es similar a la establecida por Notarbartolo Di Sciara (1988) para organismos del Golfo de California y a la obtenida por White *et al.*, (2006) en Indonesia, quienes establecen que *Mobula japonica* madura a partir de 201 cm AD.

## **Hembras**

En 1988, Notarbartolo Di Sciara menciona que existe dificultad para determinar de manera precisa la talla de primera madurez en hembras de *Mobula japonica*. El problema principal se atribuye a la falta de información de organismos pequeños, ya que la mayoría de los datos de este autor se encuentran entre 200 y 220 cm AD. Este mismo autor registra la presencia de ovocitos completamente desarrollados en organismos a partir de 207 cm AD, de esta manera, sugiere que posiblemente las hembras de *M. japonica* comienzan su madurez sexual en tallas cercanas a 207 cm AD. Guerrero-Maldonado (2002) registra la presencia de 2 hembras preñadas, una de 202 cm

y otra de 208 cm AD, con lo cual el autor indica que las hembras de esta especie maduran a una talla mínima de 202 cm AD.

Durante el presente estudio se observó que sólo es funcional el ovario y oviducto izquierdo (Struhsaker, 1969; Snealson *et al.*, 1988), se observó además que, a medida que las hembras alcanzan los 200 cm AD, el ovario y el oviducto (útero) se encuentran totalmente desarrollados y presentan vellosidades. Se registró un aumento paulatino en el tamaño de los ovocitos y oviducto de acuerdo al incremento en las tallas. En las tallas inferiores a 140 cm AD, no se observa desarrollo alguno en el ovario; mientras que entre 170 y 180 cm AD se observa un desarrollo en el tamaño de los ovocitos, alcanzando 13.9 mm de diámetro. No se tienen datos de las condiciones de los ovocitos y oviductos entre 180 y 200 cm AD. A partir de 205 cm AD se observa un incremento importante en el número y tamaño de ovocitos alcanzando 20.9 mm de diámetro además de registrarse cambios importantes en el oviducto; conforme el organismo se acerca o rebasa la talla de 205 cm AD el oviducto presenta numerosas vellosidades y una mayor vascularización, misma condición reportada para otras especies de rayas vivíparas como *Dasyatis brevis* (Melendez 1997) y *Dasyatis longus* (Wourms, 1981)

Se observa que existe una relación entre el ancho de disco, el desarrollo de los ovocitos y cambios en el útero. Considerando lo registrado en el presente trabajo se puede establecer que, la talla de primera madurez para las hembras de *Mobula japonica* se presenta a partir de 205 cm ( $\pm 5$ cm) AD apoyando así lo registrado por Guerrero-Maldonado (2002).

Considerando que los elasmobranquios maduran sexualmente una vez que han alcanzado entre el 60 y el 90% de su longitud total (Holden, 1974); tanto machos como hembras de *M. japonica* alcanzaron su madurez sexual al acercarse al 66% de su ancho de disco total, este porcentaje es similar al registrado en otros batoideos como *Dasyatis sabina* y *Dasyatis sayi* de 63 y 69% respectivamente (Snelson *et al.*, 1988 y 1989).

## **Fecundidad en *Mobula japonica***

La fecundidad en el género *Mobula* al igual que en otros géneros como *Dasyatis* y *Rhinoptera* es baja; en *Mobula japonica* específicamente se registró un solo embrión por hembra al cabo de un ciclo reproductivo, esto coincide con lo descrito por Notarbartolo Di Sciara (1988) y Guerrero-Maldonado (2002). En diferentes especies de rayas como *Gymnura marmorata* y *G. altavela* (Pratt y Casey, 1990; Villavicencio-Garayzar, 1993) existe una relación entre el número de embriones y la talla materna, a pesar de esto dicha relación no se observó durante el presente estudio, debido a que para esta especie se registraron únicamente dos hembras preñadas: una de 220 cm AD con un embrión macho de 47 cm AD y otra de 223 cm AD con un embrión hembra de 44 cm AD, como se observa el número de hembras preñadas registradas es muy bajo por lo que se sugiere ampliar la muestra para confirmar que en esta especie no existe relación entre la talla materna y número de crías.

## **Ciclo reproductivo de *Mobula japonica***

Durante 2002 y 2004 se observó que, las hembras maduras con úteros grandes (muy vascularizados, con abundantes vellosidades) se presentaron principalmente en mayo y junio, lo cual puede indicar una liberación reciente de crías. Durante julio se observaron las hembras con los ovocitos de mayor tamaño registrados a lo largo del presente estudio, y en agosto y octubre se registró el mayor número de hembras sexualmente maduras que presentaron ovocitos de hasta 13.68 mm de diámetro, pero con úteros pequeños.

En noviembre se encontraron dos hembras preñadas; los embriones midieron 44 y 47 cm de AD respectivamente; considerando que la talla de expulsión registrada para esta especie es de 70 cm AD (Notarbartolo Di Sciara y Schneider, 1996), se podría asumir que los embriones se encontraban a la mitad de su desarrollo.



Durante junio, julio, agosto y octubre se registraron machos con tallas mayores de 200 cm AD, los cuales fueron considerados maduros por presentar semen en los ductos deferentes. Notarbartolo Di Sciara (1988) menciona que durante junio encuentra hembras con úteros dilatados, sugiriendo una expulsión del embrión durante junio, registra además para mediados de junio y para todo julio a machos sexualmente maduros, los cuales presentan características de apareamiento y semen en los ductos deferentes.

Guerrero-Maldonado (2002) encuentra dos hembras con embriones durante marzo con tallas de los embriones de 75 cm AD. Según Notarbartolo Di Sciara y Schneider (1996), la talla de nacimiento en *Mobula japonica* es de aproximadamente 70 cm, lo cual indica que los embriones encontrados por Guerrero-Maldonado (2002) se encontraban cerca de ser expulsados. Debido a esto, el autor menciona que la época de nacimiento para esta especie se da durante marzo. Sin embargo, de acuerdo a lo observado durante 2002 y 2004 del presente estudio y apoyado en las observaciones hechas por Notarbartolo Di Sciara (1988), se sugiere que, los posibles meses de nacimiento para *M. japonica* son mayo, junio y parte de julio. Considerando que la talla de nacimiento de esta especie es cercana a 70 cm AD y que dentro del presente estudio se observaron tallas desde 106 cm AD, es posible considerar que el área de estudio además de considerarse una zona crianza.

Considerando que la mayor parte de los machos que fueron registrados en junio, julio y agosto con tallas mayores a 200 cm AD fueron considerados como maduros; considerando además que las hembras con úteros pequeños y ovocitos desarrollados se presentaron durante los mismos meses, es posible sugerir que durante junio y julio puede llevarse a cabo el apareamiento. Se sugiere así que Punta Arena de La Ventana y el sur de Isla Cerralvo es considerada una zona de reproducción para esta especie.

## ***Mobula munkiana***

### **Información de capturas y composición de tallas**

La segunda especie con mayor abundancia encontrada en el campo pesquero Punta Arena de La Ventana fue *Mobula munkiana* (n=129), constituyendo 36.03% del total de la captura. Guerrero-Maldonado (2002) menciona que *M. munkiana* ocupa el tercer lugar dentro de las cinco especies de elasmobranquios más representativas que componen la captura comercial del área; en contraste, Notarbartolo Di Sciara (1988) considera a *M. munkiana* como una especie poco abundante (n=24) durante 1981-1984, menciona además que se encontró principalmente durante los meses de otoño e invierno y sugiere un desplazamiento de estos organismos a zonas más frías durante los meses de verano. Sin embargo, durante el presente estudio dicha estacionalidad no se observó, ya que *M. munkiana* fue capturada durante febrero, marzo, junio, julio y agosto siendo junio del 2004 el mes con mayor abundancia en la captura de esta especie. Además del presente estudio, Villavicencio-Garayzar (1991) y Guerrero-Maldonado (2002) registran también la presencia de esta *Mobula* durante los meses de primavera y verano (marzo, abril, mayo y junio) en el sur del Golfo de California.

*Mobula munkiana* es la especie más pequeña de las cuatro registradas para el Golfo de California, la talla máxima encontrada para esta especie en el presente trabajo fue de 109 y 110 cm AD para hembras y machos respectivamente, con un intervalo modal de 100 cm ancho de disco para ambos sexos, esta información se considera cercana a la descrita por Guerrero-Maldonado (2002) quien menciona que la mayor cantidad de organismos se encuentran dentro del intervalo de 90 y 100 cm ancho de disco. Las tallas máximas registradas en el presente estudio rebasan las mencionadas por Notarbartolo Di Sciara (1988) quien encuentra como tallas máximas 90.5 cm en hembras y 85.3 cm en machos y por Villavicencio Garayzar (1991) que registra como tallas máximas 106 y 103 cm ancho de disco para hembras y machos respectivamente.

La comparación en la composición de tallas entre 2002 y 2004, sugiere que existe mayor variedad de tallas capturadas durante 2002, las tallas máximas registradas para ambos años son muy similares; sin embargo, existe una variación importante en el registro de las tallas mínimas, ya que para 2002 la talla mínima registrada fue de 33 cm AD, mientras que en 2004 fue de 62 cm AD. La talla mínima registrada durante 2002 se presume puede pertenecer a un organismo neonato.

Con respecto a la composición de tallas por sexos, se observó que en 2002 el intervalo más común para hembras y machos fue el de 110 cm AD mientras que para 2004 el intervalo con mayor frecuencia fue de 100 cm AD. Se observa una segregación por tallas principalmente en organismos sexualmente maduros como sugieren Notarbartolo Di Sciara (1988), Villavicencio-Garayzar (1991) y Guerrero-Maldonado (2002).

### **Proporción de sexos en *Mobula munkiana***

La proporción de sexos encontrada en el presente estudio para *M. munkiana* fue de 0.8:1 hembras por macho. Notarbartolo Di Sciara (1988) registra durante su estudio, que la proporción de sexos para esta especie es de 1.4:1 hembras por macho; mientras que Villavicencio- Garayzar (1991) combina sus datos, con los obtenidos por Notarbartolo Di Sciara (1988) y determina que la proporción de sexos es de 0.5:1 hembra por macho. Villavicencio- Garayzar (1991) sugiere una segregación por sexos como la que ha sido reportada para otros elasmobranquios como la guitarra *Rhinobatus productus* (Dowton-Hoffmann, 1996).

Guerrero-Maldonado (2002) menciona que, la proporción de sexos para esta especie es de 0.54:1 hembras por macho, registra el mayor número de capturas para marzo donde menciona la proporción de 2:1 machos por hembra. Una proporción de sexos similar a la establecida por Guerrero

Maldonado (2002) se observó durante 2002 en el presente estudio, con una proporción de 0.67:1 hembras por macho. Durante junio las hembras dominan de manera importante; mientras que en julio la cantidad de hembras y machos es la misma. Para 2004 se observó en febrero, marzo y abril una proporción mayor de hembras; mientras que en julio es mayor la proporción de machos y en agosto la proporción se vuelve 1:1.

Con base en los resultados observados durante el presente estudio, se sugiere que debido a la dominancia de hembras sobre machos, *Mobula munkiana* presenta segregación por sexos antes del mes de junio, conforme se acerca la época reproductiva durante julio y agosto la dominancia de hembras sobre machos tiende a ser similar debido a la llegada de machos a la zona de reproducción.

.

### **Madurez sexual en *Mobula munkiana***

#### **Machos**

Notarbartolo Di Sciara (1988) encontró variaciones importantes en la relación ancho de disco-longitud del gonopterigio para los machos de *Mobula munkiana*, este autor menciona la presencia de dos machos de 87.1 y 87.2 cm AD respectivamente, con características reproductivas muy diferentes; uno de los machos posee un tamaño de gonopterigio que rebasa la longitud de las aletas pélvicas y presenta mayor calcificación del gonopterigio; mientras que el otro presenta un gonopterigio que no rebasa el largo de las aletas pélvicas y carece de calcificación. Con base en lo antes mencionado Notarbartolo Di Sciara (1988), sugiere que la talla de primera madurez en machos para esta especie es de 87 cm AD; mientras que Villavicencio-Garayzar (1991) registra la presencia de dos machos que considera sexualmente maduros de acuerdo a las características del gonopterigio y menciona que la talla de primera madurez para machos de esta especie es la misma, coincidiendo con el primer autor.

Guerrero-Maldonado (2002) por su parte establece tres etapas de madurez: inmaduros (organismos menores a 94 cm AD), madurando (organismos entre 94 y 98 cm AD) y maduros (organismos por encima de 98 cm AD). Con base a lo anterior registra y establece que la talla de primera madurez para *M. munkiana* se presenta al alcanzar tallas de entre 94 y 98 cm AD.

Durante el presente estudio se observó, al igual que en el trabajo realizado por Guerrero-Maldonado (2002), la existencia de tres etapas de madurez. Los organismos menores de 91 cm fueron considerados inmaduros, entre 91 y 95 cm en madurez sexual inicial y mayores de 97 cm AD fueron considerados organismos en fase de madurez sexual final (sexualmente maduros). En la relación ancho de disco vs. longitud del gonopterigio existió traslape de organismos inmaduros, maduros y sexualmente maduros, esta condición es común en diferentes elasmobranchios y coincide con lo establecido para esta especie por Notarbartolo Di Sciara (1988), ya que se observaron machos entre 78 y 91 cm AD sexualmente maduros. Considerando la talla a partir de la cual se encuentran organismos sexualmente maduros en el presente estudio se establece que, la talla de primera madurez para machos de *M. munkiana* se presenta a partir de 95 cm AD.

## **Hembras**

En 1988 Notarbartolo Di Sciara menciona que la hembra de mayor tamaño (109 cm AD) registrada en su estudio en el Golfo de California presentó el útero distendido y el ovario con ovocitos de hasta 20 mm de diámetro. Villavicencio-Garayzar (1991) registra que el diámetro de los ovocitos de las hembras más pequeñas capturadas llega a ser de 7 mm; mientras que los ovocitos de las hembras de mayor talla miden 20 mm de diámetro y considera que la talla de primera madurez en las hembras de *M. munkiana* se presenta a los 97 cm AD. Esta talla es determinada por el autor con base a la presencia de tres hembras preñadas, una de las cuales (la más pequeña) midió 97 cm AD.

En el presente trabajo se observó que *M. munkiana* al igual que *M. japonica* presentan el ovario y oviducto izquierdo funcional como lo registró Notarbartolo Di Sciara (1988). Asimismo, se observó que las tallas menores a los 69 cm no presentan ovocitos desarrollados. No se tiene información acerca de las condiciones de los ovocitos ni del oviducto entre las tallas 69 y 90 cm AD. Sin embargo, se podría considerar lo registrado por Villavicencio-Garayzar (1991) y asignar a esta etapa como el proceso de maduración donde se registraron ovocitos de hasta 7 mm de diámetro y a partir de los 90 cm AD se registraron ovocitos de hasta 12.02 mm se considera que a partir de esta talla se encuentran hembras maduras y hembras sexualmente maduras.

Se observó al igual que en *M. japonica* una relación entre el desarrollo de los ovocitos, el incremento en el tamaño y vascularización del útero y el ancho de disco. Se tiene registro de hembras preñadas a partir de los 98 cm AD. Esta información aunada al importante desarrollo de los ovocitos a partir de los 95 cm AD permite establecer la longitud de 95 cm como la talla de primera madurez en las hembras de *M. munkiana*. La talla obtenida en el presente estudio es muy similar a la registrada por Notarbartolo Di Sciara (1988) y Villavicencio-Garayzar (1991).

Las diferentes especies de elasmobranquios presentan una gran variación en cuanto a la talla de primera madurez en machos y hembras (Pratt y Otake, 1990). Específicamente en *M. munkiana* es posible establecer que tanto machos como hembras maduren cerca de los 95 cm AD, lo que corresponde al 86% de su ancho de disco total.

### **Fecundidad en *Mobula munkiana***

*Mobula munkiana* registró un solo embrión por ciclo reproductivo, coincidiendo así con lo descrito por Notarbartolo Di Sciara (1988) y Guerrero-Maldonado (2002). Con respecto a la relación del número de embriones dependientes de la talla materna, se observa que *M. munkiana* presenta un

solo embrión al alcanzar el 86% del ancho de disco máximo, por lo tanto en *M. munkiana*, no se registra dicha relación.

### **Ciclo reproductivo de *Mobula munkiana***

Durante 2002 y 2004 se observó que el mayor número de capturas de machos y hembras de *M. munkiana* se realizó durante junio, julio y en menor proporción en agosto. Para 2002 se registraron cinco hembras preñadas durante junio; sin embargo no se tuvo el tamaño de los embriones. Considerando que dentro de los organismos registrados para el presente trabajo existe un individuo de 36 cm AD (35 cm AD es la talla de expulsión registrada para esta especie), es posible asumir que el área de estudio puede estar siendo utilizada por esta especie como una zona de expulsión de crías. Villavicencio-Garayzar (1991) sugiere que esta zona es utilizada por *M. munkiana* como área de nacimiento y establece que los posibles meses de nacimiento son mayo y junio.

En el presente estudio a mediados de junio, julio y agosto se presentó el mayor número de individuos sexualmente maduros, tanto de machos como hembras. Se registraron machos con semen durante junio, julio y agosto, y hembras con ovocitos grandes durante julio y agosto, esto, podría ser un indicador de que los meses de apareamiento para *M. munkiana* son julio y agosto después de la temporada de expulsión de crías. Se sugiere así que la bahía de La Ventana es utilizada como una zona de reproducción para esta especie.

## ***Mobula thurstoni***

### **Información general de capturas y composición de tallas**

La especie menos abundante registrada durante 2002 y 2004 en Punta Arena de La Ventana fue *Mobula thurstoni* (n=98) constituyendo 27.4% del total de la captura de Mobulas. Notarbartolo Di Sciara (1988) registró a esta especie como la más abundante (n=150) durante 1981-1984.

Las tallas máximas registradas para esta especie fueron de 192 y 196 cm ancho de disco para hembras y machos respectivamente, con un intervalo modal de 150 cm ancho de disco para ambos sexos. Notarbartolo Di Sciara (1988) y Hobro (2000) mencionan que la mayoría de los organismos registrados de esta especie se encuentran entre 130 y 135 cm ancho de disco.

Comparando la composición de tallas entre los dos años de muestreo (2002 y 2004), se sugiere que existe una mayor diversidad de tallas durante 2004, observándose un aumento de organismos desde 90 cm hasta 150 cm ancho de disco para después disminuir de manera gradual hasta las tallas cercanas a 200 cm ancho de disco. Este comportamiento no se observa de la misma manera para 2002, ya que las capturas obtenidas durante ese año fueron mínimas y de organismos cuya abundancia se presentó en los intervalos de 120 y 130 cm AD. Durante el 2002 se presentaron capturas en mayo, junio, julio y agosto; mientras que en 2004 fueron durante febrero, marzo, mayo, junio, julio, octubre y noviembre. La presencia de esta especie durante casi todo el año podría estar relacionada a un amplio espectro alimentario, como lo menciona Notarbartolo Di Sciara (1988) y Hobro (2000), los cuales registran que *M. thurstoni* presenta cierto grado de especialización en sus hábitos alimenticios, siendo sus principales presas el eufáusido *Nectiphanes simplex*, el cual esta presente en mayor abundancia durante los meses de verano y del misidáceo *Mysidasiium sp.* abundante durante los meses de otoño e invierno.

Notarbartolo Di Sciara (1988) menciona que durante junio y julio, los registros de *Mobula thurstoni* disminuyen y los de *M. japonica* aumentan; sin



embargo, en el presente estudio ambas especies tienen picos de abundancia importantes en los meses de verano.

Con respecto a la composición de tallas por sexo se observó que para 2002 el intervalo con mayor frecuencia en ambos sexos fue de 120 cm ancho de disco; mientras en el 2004 el intervalo más común para hembras fue de 150 cm y para machos entre 150 y 170 cm ancho de disco, se observa así la existencia de segregación por tallas en organismos maduros, como la registrada por Notarbartolo Di Sciara (1988), además este autor sugiere una segregación por tallas con base a la estación del año. En el presente estudio se observó que las tallas más pequeñas se registraron durante los primeros meses del año (invierno), mientras las tallas más grandes estuvieron durante verano y otoño, de esta manera se puede apoyar lo mencionado por Notarbartolo Di Sciara (1988).

### **Proporción de sexos de *Mobula thurstoni***

La proporción de sexos encontrada para *Mobula thurstoni* en el presente estudio fue de 0.85:1 hembras por macho, proporción similar a la obtenida por Notarbartolo Di Sciara (1988) quien menciona que esta especie presenta una proporción de 0.85:1 hembras por macho.

Notarbartolo Di Sciara (1988) menciona que esta especie de *Mobula* puede presentar una segregación de sexos por época del año, donde las hembras dominan durante los meses de invierno, mientras que los machos son más comunes durante primavera. En verano no se registra una diferencia importante en la proporción sexual, 1:1 hembras por macho. En el presente estudio se observó que en 2002, el único mes donde se presentó una dominancia de hembras fue en agosto. Sin embargo, el número de muestras obtenido fue muy bajo ( $n=16$ ) por lo que no se tiene información suficiente para determinar una dominancia de hembras en verano. En 2004 los meses de invierno y verano siguen el patrón descrito por Notarbartolo Di Sciara (1988);

sin embargo, para finales de verano y otoño se observa una ligera dominancia de machos sobre hembras, no coincidiendo con lo descrito por dicho autor.

## **Madurez sexual de *Mobula thurstoni***

### **Machos**

Con base a la relación ancho de disco-longitud del gonopterigio Notarbartolo Di Sciara (1988) registra que los machos de *Mobula thurstoni* se consideran sexualmente maduros a partir de 150 cm AD y menciona que el parámetro utilizado para determinar dicha talla es la presencia de semen en los ductos deferentes. Establece así la existencia de machos inmaduros en tallas menores a 150 cm AD y machos maduros a partir de 150 cm AD.

Al igual que para los machos de *M. japonica* y *M. munkiana* durante el presente estudio se utilizó la relación ancho de disco-longitud del gonopterigio para determinar el estado de madurez de los organismos, estableciéndose así tres fases de madurez: inmaduros (organismos menores a 145 cm AD), madurez sexual inicial (organismos entre 145 y 156 cm AD) y madurez sexual final (organismos mayores de 156 cm AD). Existe un ligero traslapo de organismos maduros y organismos sexualmente maduros, esta condición también fue registrada en *M. japonica* *M. munkiana* dentro del presente estudio.

Considerando la talla en la cual el 50% de los organismos son maduros, la talla de primera madurez para machos de *Mobula thurstoni* establecida para el presente trabajo es de 156 cm AD, talla muy similar a la registrada por Notarbartolo Di Sciara (1988). Considerando la existencia de organismos que maduran antes de esta talla se sugiere que la talla de primera madurez puede presentarse a partir de 150 cm AD.

## **Hembras**

Durante el presente trabajo se observó que *Mobula thurstoni* al igual que *M. japonica* y *M. munkiana* presentan como único ovario y oviducto funcional el izquierdo (Notarbartolo Di Sciara, 1988; Mariano-Meléndez, 1997; Snelson *et al.*, 1988 y 1989). Se observó además una asimetría en los úteros, misma que registra Gilmore *et al.*, (1983) y Notarbartolo Di Sciara (1988).

Con respecto a la relación ancho de disco-diámetro de ovocitos Notarbartolo Di Sciara (1988), menciona que a partir de 150 cm AD comienzan a presentarse ovocitos de mayor tamaño hasta llegar a 20 mm de diámetro, mientras que en el presente estudio se observó que en tallas menores de 130 cm AD no se presenta desarrollo de ovocitos. Entre 130 y 150 cm AD existe crecimiento de ovocitos de 11.36 hasta 16.82 mm de diámetro y en tallas mayores a 150 cm AD no se tiene registro del diámetro de los ovocitos; sin embargo, se observa que a partir de esta talla se encuentran hembras con úteros distendidos lo cual indica un parto reciente. Con base en los resultados encontrados se puede argumentar y sugerir que la talla de primera madurez para hembras de *Mobula thurstoni* se presenta a partir de 150 cm AD.

Los machos y hembras de esta especie presentan su madurez sexual al alcanzar el 83% de su talla máxima registrada, este porcentaje es similar al de *M. munkiana* de 86% (Notarbartolo Di Sciara, 1988).

## **Fecundidad de *Mobula thurstoni***

*Mobula thurstoni* al igual que *M. japonica* y *M. munkiana*, solo desarrolla un embrión por ciclo reproductivo, esta condición fue observada en el presente estudio y es apoyada por lo mencionado por Notarbartolo Di Sciara (1988), Notarbartolo Di Sciara y Serena (1986) y Nejmeddine (2001), quienes mencionan que *Mobula mobular* al igual que las especies antes mencionadas tiene un solo embrión al cabo de un ciclo reproductivo.

## **Ciclo reproductivo de *Mobula thurstoni***

Durante los años de muestreo (2002 y 2004) se observó que la mayor cantidad de hembras y machos capturados durante la primavera fueron organismos de talla pequeña (menores a 140 cm), considerados como inmaduros, conforme fue avanzando el verano las tallas comenzaron a ser mayores hasta alcanzar y rebasar los 150 cm de ancho de disco.

En agosto y octubre la mayoría de los organismos observados tanto machos como hembras fueron maduros. Existe registro de machos que durante estos meses presentaron semen. Aunado al estado reproductivo de los machos, se encontraron hembras grávidas y hembras con importante desarrollo de ovocitos, apoyando así la actividad reproductiva durante verano y parte de otoño.

Durante agosto se registró una hembra preñada cuyo embrión midió 14.3 cm AD, considerando que la talla de expulsión de esta especie es aproximadamente de 70 cm se asume que el embrión se encontraba durante las primeras etapas de desarrollo. En el mes de octubre se observa un importante número de hembras grávidas con embriones cercanos a la talla de expulsión, de esta manera el presente trabajo apoya lo mencionado por Notarbartolo Di Sciara (1988) de considerar Bahía de La Ventana como área de alimentación, reproducción y crianza, además de asumir que esta especie tiene ciclos reproductivos anuales.

## CONCLUSIONES

- *M. japonica* es la especie con mayor número de capturas registradas durante 2002 y 2004, seguida de *Mobula munkiana* y de *M. thurstoni* en el campo pesquero Punta Arena de La Ventana.
- La estructura general de tallas para *M. japonica* varió entre 76 y 280 cm AD; mientras que en *M. munkiana* varió entre 33 y 110 cm AD y en *M. thurstoni* varió entre 93 y 196 cm AD
- La composición de tallas por año indicó que en 2002 los intervalos con mayor número de capturas registrados, se ubicaron entre 180 y 220 cm AD en *M. japonica*; 100 y 110 cm AD en *M. munkiana* y 120 cm AD para *M. thurstoni*; mientras que en 2004, el intervalo de 220 cm AD fue para *M. japónica*, 110 cm AD para *M. munkiana* y de 150 y 170 cm AD para *M. thurstoni*.
- La composición de tallas por sexo indicó que en 2002 los intervalos con mayor número de capturas registrados tanto en hembras como en machos de *M. japonica*; se ubicaron entre 180 y 220 cm AD; 110 cm AD en *M. munkiana*; 120 cm AD en machos y de 120 y 170 cm en hembras de *M. thurstoni*. Mientras que en 2004 el intervalo más común en ambos sexos fue de 220 cm AD para *M. japonica*, 100 cm AD en *M munkiana* y 150 cm en hembras y de 150 y 170 cm AD en machos para *M. thurstoni*.
- La proporción de sexos general obtenida en *M. japonica* fue de 1.08:1 hembras por macho; de 0.82:1 hembras por macho en *M. munkiana* y de 0.85:1 hembras por macho en *M. thurstoni*

- *M. japonica* alcanza la madurez sexual a partir de 205 cm AD una vez que han cubierto el 66% del ancho de disco máximo. Julio y agosto se sugiere, son los meses de apareamiento. Mientras que mayo, junio y principios de julio los meses de expulsión de crías.
- *M. munkiana* alcanza la madurez sexual a partir de 95 cm AD, una vez que han cubierto el 85% del ancho de disco máximo. Julio y agosto se sugiere, son los meses de apareamiento. Mientras que mayo, junio y principios de julio los meses de expulsión de crías.
- *M. thurstoni* alcanza la madurez sexual a partir de 150 cm AD, una vez que han cubierto el 85% del ancho de disco máximo. Otoño se considera es la temporada de apareamiento mientras que finales de verano y otoño se sugiere es la época de expulsión de crías.

## LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ-BORREGO, S.** 1983. Gulf of California. En: Ketchum.B.K. (Ed.) Ecosystems of the world. Estuaries and enclosed seas. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdarm. Oxford. 26:427-499.
- ARIAS-ARECHIGA, J.P.** 1998. Regionalización del Golfo de California: una propuesta a partir de concentración de pigmentos fotosintéticos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz México. 57pp.
- BABEL, J.S.** 1967. Reproduction life story, and ecology of the round stingray *Urolophus halleri* Cooper. Fish Bull. Dep. Fish and Game 137:1-104.
- BIZARRO, J.J.** 2001. Mobulid fishing camps in the La Paz Region (Baja California Sur, Mexico). Monterey Bay Aquarium Technical Report. 2pp.
- CAPPETTA, H.** 1987. Chondrichthyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii.. En: Shultze, L y G. Fisher (eds). *Handbook of Paleoichthyology*.. Gustav Fischer Verlag. Alemania 3b, 1-193 pp.
- CERUTTI, F.** 2005. Isótopos estables de carbono y nitrógeno en mantas (Batoidea: Mobulidae) como indicadores tróficos. Tesis de Licenciatura. México. 2005. 79pp.
- COMPAGNO, J.V.L.** 1990. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. Env. Biol. Fish. 28:33-75.
- DE LA LANZA, G. E.** 1991. Oceanografía de mares mexicanos. AGT. editor. México. 525 pp.
- DOWNTON-HOFFMANN, C. A.** 1996. Estrategia Reproductiva de la guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres 1856) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 50 pp.
- GENDRON, D.** 1992. Population structure of surface of daytime surface sawarms of *nyctiphanes simplex* (Crustace Euphausiacea) in the Gulf of California, México. *Marine Ecology Progress Series* 87: 1-6.
- GILMORE, R. G** 1993. Reproductive biology of lamnoid sharks. Env. Biol. Fish. 38:95-114p.
- GUERRERO-MALDONADO, L. A.** 2002. Captura comercial de elasmobranquios en la costa suroccidental del Golfo de California,

México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma De Baja California Sur. México. 54 pp.

- HAMLETT, C.W y T. J . KOOB.** 1999. Female reproductive system. En: Hamlett, C.W. (Ed). Sharks, skates and rays. The biology of the elasmobranch fishes p. 398-443. John Hoopkins University Press.
- HOBRO, F.** 2002. The feeding ecology, foraging behavior and conservation of manta rays (Mobulidae) in Baja California, Mexico. Tesis de Maestría. United Kingdom. 90 pp.
- HOLDEN, M.J.** 1974. Problems in the rational explotation of elasmobranches populations and some suggested solutions. pp. 117-137. En: Sea Fisheries Research. F.R.H. Jones (eds.) John Willey & Sons. New Cork. 510 pp.
- MELÉNDEZ- MARIANO, E.** 1997. Biología reproductiva de la raya lodera *Dasyatis brevis* (Garman, 1980), en Bahía Almejas, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 46 pp.
- NEJMEDINE,M.** 2001.Captures du diable de mar *Mobula mobular*, dans le golfe de Gabès (Tunisie Méridionale, Méditerranée Centrales). Institut National des Sciences et Technologies de la Mer. Université Montpellier II. France. 25(4):389-391.
- NOTARBARTOLO-DI-SCIARA, G.** 1985. A revisionary study of the genus *Mobula* Rafinesque, 1810 (Chondrichthyes: Mobulidae) with description of a new species, and natural history notes on east Pacific. Ph. D. Thesis. Univ. Calif. San Diego. 346 pp.
- NOTARBARTOLO-DI-SCIARA, G.** 1987. Myliobatiform rays fished in the Southern Gulf of California (Baja California Sur, México) (Chondrichtyes: Myliobatoformes). Mem. V. Simp. Biol. Mar. Univ. Autón. Baja California Sur: 109-115.
- NOTARBARTOLO-DI-SCIARA, G.** 1988. Natural history of the rays of the genus *Mobula* in the Gulf of California. *Fish Bull.* 86(1): 45-66.
- NOTARBARTOLO-DI SCIARA, G y SERENA, F.** 1988. Term embryo of *Mobula mobular* (Bonaterre, 1788) from the northern Tyrrhenian sea. *Atti Coc. Ítal. Sci. Nat. Milano*, 129 (4): 396-400.



- NOTARBARTOLO, D. G. y W. SCHNEIDER.** 1996. Peces batoideos. En: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca en el Pacífico Centro-Oriental. FAO .Vol. 2. 759-764. .
- PRATT, H.L.** 1979. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. Fish. Bull. 77:445-470.
- PRATT, H.L JR y L. G. CASEY.** 1983. Age and growth of the shortfin mako *Isurus oxyrinchus*, using four methods. Can. J. Fish. Aqua. Sci. 40:1944-1957.
- PRATT, H. L. y T. OTAKE.** 1990. Recommendations for work tended to increase our knowledge of reproduction relative to fishery management. NOAA. Tech. Rep. NMFS. 90: 509-510.
- RODEN, G. I.** 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. En: van Andel, T.H. y G.Shor Jr. (Eds). Marine geology of the Gulf of California. A..Assoc. Petrol.Geol. Mem. 3:20-38
- SCHMID, T.H., L.M. ERHART y F.F. SNELSON,** Jr.1988. Notes on the occurrence of rays (Elasmobranchii, Batoidea) in the Indian River Lagoon System, Florida. Biol. Sci. 51(2): 121-128.
- SNELSON, F. F: JR., S.E. WILLIAMS-HOPPER y T.H. SCHMID.** 1988. Reproduction and ecology of the Atlantic stingray *Dasyatis sabina* in Florida Costal Lagoons. Copeia. 3:729-739.
- SNELSON, F. JR., S.E. WILLIAMS-HOPPER y T.H. SCHMID.** 1989. Biology of the bluntnose stingray, *Dasyatis sayi* in Florida coastal lagoons. Bull. Mar. Sci. 45 (1) : 15-25.
- STEVENS, J.D., BONFIL, R., DULVY, N.K. y 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.
- STRUHSAKER, P.** 1969. Observations on the biology and distribution of the thorny stingray, *Dasyatis* (Condriichthyes) in the Sanaga Basin, Camroun. Env. Biol. Fish, . 31:95-100.
- VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C. J.** 1991. Observations on *Mobula munkiana* (Chondrichtyes: Mobulidae) in the Bahía de La Paz, B.C.S., México. Rev. Inv. Cient. 2 (2): 78-81.

- VILLAVICENCIO-GARAYZAR, J. C.** 1993. Observaciones sobre la biología reproductiva de *Narcine brasiliensis* (Olfers) (Pisces:Narcinidae), en Bahía Almejas, B.C.S México. Rev. Inv. Cient., 4(1):95-99.
- WOURMS, P. J.** 1981. Viviparity: the maternal-fetal relationship in the fishes. Amer. Zool. 21: 473-515.
- WHITE, T., GILES, J., DHARMADI, POTTER, C.,** 2006. Data on the bycatch fishery and reproductive biology of mobulid rays (Myliobatiformes) in Indonesia. Fisheries Research. 82 (2006) 65-73.