



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

Aspectos biológicos y pesqueros de algunas especies de la familia  
Scombridae, recursos de importancia pesquera en Quintana Roo, México

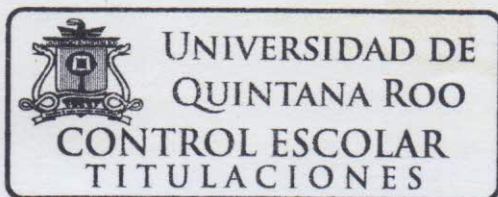
TESIS  
PARA OBTENER EL GRADO DE

**LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

**PRESENTA**  
**YARELI COTA VALENTIN**

**DIRECTOR DE TESIS**  
**Biól. Lourdes Vásquez Yeomans**

**ASESORES**  
**Dr. Ricardo Torres Lara**  
**M.C. Jennifer Denisse Ruiz Ramírez**  
**Biól. Arely Martínez Arce**  
**Ocean. Alma Angélica Ramírez González**



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, JUNIO DE 2018





**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

TRABAJO DE TESIS TITULADO

“Aspectos biológicos y pesqueros de algunas especies de la familia Scombridae, recursos de importancia pesquera en Quintana Roo, México”

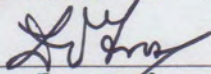
ELABORADO POR  
**YARELI COTA VALENTIN**

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADO COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

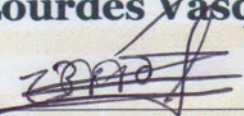
**LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

COMITÉ DE TESIS

DIRECTOR(A):

  
**Biól. Lourdes Vásquez Yeomans**

ASESOR(A):

  
**Dr. Ricardo Torres Lara**

ASESOR(A):

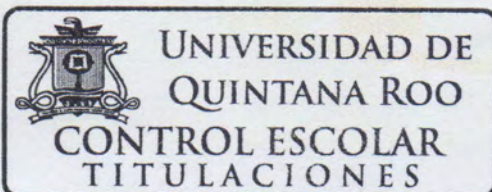
  
**M.C. Jennifer Denisse Ruiz Ramirez**

ASESOR(A):

  
**Biól. Arely Martínez Arce**

ASESOR(A):

  
**Ocean. Alma Angélica Ramirez Gonzalez**



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, JUNIO DE 2018

A mi familia, especialmente a mi madre†, a mi hermana Maribel y Yuridia† por todo su apoyo y amor.

A mis amigas y compañeras de vida Arely M., Selene M., Laura C., Lucia M., Pamela C. y Vanessa S. que me apoyan en todo momento.

A todos los que hacen que las cosas sucedan.

## AGRADECIMIENTOS

Al comité, por su aporte para enriquecer este trabajo y por su apoyo en todo lo que implicó este proceso.

A Selene Morales, especial agradecimiento por ser mi guía en el mundo de las larvas de peces y por las fotografías de los ejemplares presentados en este trabajo.

A El Colegio de la Frontera Sur, por facilitar el espacio y las herramientas para realizar esta investigación, especialmente al personal del laboratorio de Zooplancton, Iván Castellanos y Rosa Hernández que hicieron mi estancia muy acogedora.

A John Lamkin NOAA/UM que a través del Proyecto 517/04 (Monitoring Coral Reef Fish Utilization of MPAs and Recruitment Connectivity between the Florida Keys and Meso-American Reefs) aportó los fondos para la realización del crucero Gordon Gunter 0601.

A la Red Temática Mexicana de Códigos de Barras de la Vida (MEXBOLD) por los fondos para el procesamiento de muestras, en especial a la M.C. Arely Martínez por el procesamiento de las muestras en el NODO MEXBOL de Chetumal.

Al Instituto de Biodiversidad de Ontario, Universidad de Guelph, a través del PDNH del Genome Canadá, el Instituto Genómico de Ontario, por el apoyo en la secuenciación de los ejemplares.

Al Biól. Manuel Cárdenas Magaña (QEPD) y al Ing. Mario Jesús González Fernández encargado del despacho de la subdelegación Chetumal de SAGARPA, por facilitar las bitácoras de registros pesqueros del Estado de Quintana Roo.

A Cyntia Sandoval Zambrano por su colaboración en la captura de datos.

A la academia de Recursos Naturales de la Universidad de Quintana Roo por la formación, especialmente a la Dr. Patricia Fragoso, Dra. Magdalena Vázquez y a la Dra. Laura Vidal por todas sus lecciones de vida y su paciencia; y al M.C. Benito Prezas por su apoyo en todo momento.

## RESUMEN

El conocimiento de las etapas tempranas de vida de los escómbridos (atunes y especies afines) es muy importante, ya que en estas fases son críticas y son las reguladoras de la abundancia de los recursos pesqueros, en el Caribe Mexicano la información de larvas de los escómbridos es escasa y en lo que respecta al estado adulto no existen análisis pesqueros. En el presente estudio se analizan muestras provenientes de la campaña oceanográfica Gordon Gunter 0106 (NOAA), colectadas durante el 16 de marzo al 1 de abril del 2006. Se colectaron un total de 245 muestras en 49 estaciones distribuidas a lo largo del Caribe Mexicano, utilizando una red tipo MOCNESS de 333  $\mu\text{m}$ , en cuatro estratos de profundidad (0-25 m, 25-50 m, 50-75 m y 75-100 m). Se identificó un total de 434 larvas de escómbridos mediante métodos morfológicos de los cuales 144 fueron separadas para ser corroborados mediante la técnica genética de código de barras (BARCODE). Se reconocieron un total de seis géneros representados por siete especies y una pequeña porción no fue posible determinar la especie. Las especies *Katsuwonus pelamis* (66.4 %) y *Thunnus atlanticus* (27.4) fueron las más abundantes, con menor abundancia se registraron *Auxis thazard* (2.3%), las especies *Auxis rochei*, *Scomber colias*, *Acanthocybium solandri*, y *Euthynnus alletteratus* fueron raros (0.5% cada uno); un 2.5% de la abundancia no fue posible determinarlos a especie (*Thunnus* spp. y *Auxis* spp.). Por primera vez se presenta una aproximación sobre la contribución del peto, bonito, carito, sierra, atún y macarela a la producción pesquera de Quintana Roo durante 2000 al 2014, información captada de las bitácoras de la SAGARPA. Se registró un total de 1,077.5 toneladas de atún y especies afines, siendo el año 2009 el periodo con mayor aporte a la producción pesquera. El presente trabajo reúne información sobre larvas y adultos (producción pesquera) de especies de enorme importancia económica para la región.

Palabras clave: larvas, atún, barcode, distribución larval, producción pesquera.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES .....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
OBJETIVOS .....	9
JUSTIFICACIÓN .....	10
ÁREA DE ESTUDIO .....	11
MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
MUESTREO .....	12
LABORATORIO .....	14
ANÁLISIS DE DATOS.....	19
RESULTADOS .....	21
ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN LARVAL .....	21
<i>Katsuwonus pelamis</i> .....	24
<i>Thunnus atlanticus</i> .....	25
<i>Thunnus spp.</i> .....	25
<i>Auxis thazard</i> .....	26
Otras especies .....	26
ESTRUCTURA DE TALLAS .....	29
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE TALLAS .....	30
<i>Katsuwonus pelamis</i> .....	32
<i>Thunnus atlanticus</i> .....	33
ANÁLISIS GENÉTICOS (BARCODE).....	34
PRODUCCIÓN PESQUERA .....	34
Producción por localidad.....	36
Producción temporal.....	40
DISCUSIÓN .....	46
CONCLUSIONES .....	54
LITERATURA CITADA.....	56
ANEXO 1 .....	65
ANEXO 2 .....	67



## INTRODUCCIÓN

La familia Scombridae pertenece al orden de los Scombriformes, que incluye peces comúnmente denominados atunes, macarelas y bonitos. Dentro de esta familia hay 15 géneros y 53 especies presentes en los Océanos Atlántico, Pacífico e Índico, mayormente habitan en ambientes tropicales a templados. La mayoría de las especies son epipelágicas y neríticas, aunque algunas entran a los estuarios (Collette, 1995; Majkowski, 2005). Los escómbridos poseen dos aletas dorsales y una serie de pequeñas aletas (finlets) posteriores a la segunda aleta dorsal y anal. La mayoría de las especies tienen cuerpo fusiforme, dependiendo de la especie alcanzan tallas de 45 cm a 3m. Los miembros de esta familia son predadores de la zona epipelágica y se alimentan de peces y cefalópodos principalmente. En general son nadadores incansables de grandes distancias (Collette, 2003).

Los atunes y especies afines tienen gran importancia económica, son la base de importantes pesquerías en todo el mundo y constituyen una fuente significativa de alimento debido a la alta calidad de su carne (Collette y Nauen, 1983; FAO, 2010). Los atunes se dividen en cinco géneros (*Thunnus*, *Euthynnus*, *Katsuwonus*, *Auxis* y *Allothyynnus*) y 15 especies. Las principales especies comerciales son: albacora, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788); el patudo, *Thunnus obesus* (Lowe, 1839); el atún rojo del Atlántico, *T. thynnus*; el atún aleta azul del Pacífico, *Thunnus orientalis* (Temminck & Schlegel, 1844); el atún rojo del Sur, *Thunnus maccoyii* (Castelnau, 1872); el barrilete listado, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) y el atún aleta amarilla, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) (Majkowski, 2005; FAO, 2010).

Otras especies importantes de escómbridos en la región del Golfo de México (GOM) y Caribe son las melvas, *Auxis rochei* (Risso, 1810) y *Auxis thazard* (Lacepède, 1800); el carito, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier, 1829); las sierras, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill, 1815) y *Scomberomorus regalis* (Bloch, 1793); bacoreta *Euthynnus alletteratus* (Rafinesque, 1810) y el peto, *Acanthocybium solandri* (Cuvier, 1832) (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011).



En México la pesquería del atún y especies afines se realiza en el Pacífico y Atlántico. El Pacífico aporta aproximadamente el 18% de la captura total de atún en el mundo, representado básicamente por barrilete y atún aleta amarilla (FAO, 2015). Mientras que el Atlántico su aportación es menor con aproximadamente el 9.5%. Por otro lado, en 2013 la producción de túnidos (atunes, barrilete y bonito) reportada para Golfo y Mar Caribe fue aproximadamente 1,500 toneladas, producida por Campeche, Quintana Roo, Tamaulipas y Yucatán (CONAPESCA, 2013).

A pesar de la importancia pesquera que representa el atún y especies afines (barrilete, atún aleta negra, bonito, el peto, la sierra y el carito) a nivel mundial, en el Caribe Mexicano, la actividad pesquera está centrada en especies de mayor valor económico como la langosta (*Panulirus argus*), el caracol rosado (*Lobatus gigas*) y el camarón rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis*). El recurso escama (peces de varias familias), que incluye a los atunes y afines ha sido considerado como un objetivo secundario debido a que tienen un menor valor comercial y requiere mayor esfuerzo de pesca, además de que dicha pesquería está concentrada en la parte norte del Estado (Sosa-Cordero y Ramírez, 2011; Caballero Pinzón, 2002). La SAGARPA tiene reportes de capturas de escama, que incluye algunas especies de escómbridos capturadas en la pesca comercial y en los torneos de pesca deportiva. Sin embargo, no hay un análisis de las capturas.

Los estudios sobre estadios tempranos de vida de peces pelágicos mayores, como atunes y especies afines, tienen serias limitantes. Una de ellas refiere a las dificultades operativas en la obtención de muestras ya que se requiere de grandes embarcaciones, así como artes de muestreo específicas (Habtes et al., 2014). Por otro lado, las guías de identificación de larvas no contribuyen a definir a nivel especie en la mayoría en algunos de los géneros de la familia Scombridae (Richards et al., 1990; Richards, 2006; Puncher et al., 2015). Las larvas al ser colectadas se maltratan y después de ser fijadas en alcohol se afectan los patrones de pigmentación, además de que se encogen (Richards, 2006). La mayoría de estas especies desova huevos pelágicos, redondos y transparentes (Kendall et al. 1984) que varían entre 0.7-2.5 mm de diámetro (Richards, 2006) aunque la mayoría de los

huevos tiene en promedio 1.0 mm (Leyva-Cruz et. al., 2016), mientras que las larvas eclosionan a tallas muy pequeñas (2-3 mm).

La mayoría de los estudios de distribución de larvas de escómbridos se han realizado en el Golfo de México (GOM) (Richards, 1969; Juárez, 1976; Richards y Potthoff, 1979; Kelley et al., 1985) y muchos de ellos enfocados al atún rojo (*T. thynnus*), un recurso pesquero de importancia económica. Sin embargo, para el Caribe y particularmente el Caribe mexicano la información sobre la distribución de larvas de atunes y especies afines es escasa. Existen varios trabajos que analizan las áreas de desove de la familia Scombridae, Juárez (1976), Richards (1976), Richards y Potthoff (1979), Olvera-Limas y colaboradores (1988); Ramírez-Estévez y colaboradores (1993), en los cuales señalan al Golfo de México y al Mar Caribe como áreas importantes para la reproducción.

A pesar que hay criterios establecidos para identificar larvas de escómbridos (Matsumoto et al., 1972; Richards, 2006), las técnicas morfológicas no son precisas ya que la variabilidad intrínseca de las especies complica la precisión en la identificación. Sin embargo, actualmente las herramientas genéticas están siendo utilizadas para resolver problemas de identificación de peces en todos sus estadios (Valdez-Moreno et al. 2010; Puncher et al., 2015; Leyva et al., 2016) y en el caso de los escómbridos con excepción del género *Thunnus* (Richards, 2006). Los resultados han sido exitosos de tal manera que al combinar morfología y ADN se han encontrado avances significativos, pero aún quedan vacíos de información, especialmente en lo referente a descripciones larvales.

Finalmente, debido a que los estudios de distribución de larvas de peces de la familia Scombridae son escasos en el Caribe mexicano, el presente estudio reporta la identificación de larvas de escómbridos utilizando muestras provenientes del Crucero oceanográfico Gordon Gunter realizado en 2006. Considerando aspectos morfológicos y moleculares para su identificación. Dicha identificación servirá para definir sitios potenciales de desove de atunes, además de analizar las capturas pesqueras anuales de atunes en Quintana Roo con base en estadísticas de SAGARPA.

## ANTECEDENTES

La pesquería del atún en México se inició en 1925, con la industrialización del atún en Cabo San Lucas; Baja California (Beltrán-Piment et al., 2001). Ha sido afectada por dos embargos impuestos por Estados Unidos (1980-1986 y 1990-1997). Estos embargos impidieron la colocación de la producción del atún mexicano en ese país. El argumento central de dicha sanción fue la afectación que ejercían las artes de pesca (redes de cerco) sobre la vida de los delfines (Valenzuela, 2015).

A través de la FAO, Csirke (2005) realizó un análisis sobre la situación de los recursos pesqueros marinos del mundo, determinó que el barrilete (*K. pelamis*) representó aproximadamente el 50% de la producción total con 2 millones de toneladas en 2002, convirtiéndose en la tercera especie de mayor captura mundial después de la anchoveta (*E. ringens*) el bacalao (*Theragra chalcogramma*). Mientras que los atunes: aleta amarilla (*T. albacares*), albacora (*T. alalunga*), el patudo (*T. obesus*) y el aleta azul (*T. thynnus*) contribuyen relativamente poco a la producción, pero su valor comercial es alto.

Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón (2011) publicaron el análisis de la pesca en México (1956-2009). Identificaron cinco categorías basadas en tendencias de captura; definiendo la pesquería de barrilete (*K. pelamis*) como colapsada, bonito (*Sarda sp.*) como sobre-explotada; los atunes (*Thunnus*), carito (*S. cavalla*) y sierra (*S. maculatus*) en máximo aprovechamiento desde la costa de Tamaulipas hasta Tabasco. En Campeche la sierra (*S. maculatus*) y varias especies de atunes (*Thunnus spp.*) en sobre-pesca, el bonito (*Sarda sp.*) y peto (Scombridae) en máximo aprovechamiento.

Solana-Sansores y Ramírez-López (2006) presentaron un análisis de la pesquería mexicana del atún aleta amarilla (*T. albacares*) en el Golfo de México durante el año 2004, donde reportan capturas totales de 1.604 toneladas en su mayoría (75%) representado por atún aleta amarilla y un 2% de otros atunes y especies afines (*T. thynnus*, *T. obesus*, *T. atlanticus*, *K. pelamis* y *S. sarda*).

En 1997, Medina-Quej y Domínguez-Viveros, realizaron un estudio sobre edad y crecimiento de *S. maculatus* en Bahía de Chetumal de octubre a diciembre de 1989 y marzo a junio de 1990, capturaron 780 organismos con tallas de 330 mm a 640 mm LF (longitud furcal). Ellos concluyeron que los adultos de *S. maculatus* soportan dicha pesquería.

Otro estudio en la Bahía de Chetumal realizado por Herrera Pavón (2002) reconoce 14 especies de peces con importancia para la pesca deportiva, entre ellas la sierra (*Scomberomorus maculatus*) destaca por su importancia recreativa y que además es una especie importante para la pesca comercial.

Con respecto a larvas de atunes y especies afines, gran cantidad de información proviene de cruceros oceanográficos en el Golfo de México (GOM) como parte del programa de monitoreo SEAMAP (Southeast Area Monitoring Assessment and Prediction) de la National Marine Fisheries Service de NOAA, Estados Unidos. Las campañas oceanográficas de ictioplancton (huevos y larvas de peces) iniciaron desde 1977 con la finalidad de realizar evaluaciones sobre las especies de interés económico y áreas de desove potenciales en el GOM y estimar el tamaño de los stocks desovantes. Como resultado, de estas grandes prospecciones se ha generado mucha información sobre la distribución y abundancia de huevos y larvas de peces con potencial como recurso pesquero en el GOM (Sherman et al. 1985; Ramírez-Estévez y Ornelas-Roa 1991; Ingram, 2010).

Sobre la familia Scombridae (atunes y especies afines) se han publicado algunos estudios sobre larvas de peces en el GOM. Juárez (1976) documentó la ocurrencia de larvas de esta familia a partir de dos cruceros oceanográficos (abril-mayo y junio de 1976). En el primer crucero las larvas de atún azul (*Thunnus thynnus*) representaron el 84% de la abundancia total de la familia, mientras que en el segundo las larvas de melva (*A. thazard*) presentó los mayores porcentajes (47.8%) de ocurrencia.

Richards y Potthoff (1979) realizaron en todo el GOM, una prospección de ictioplancton en la primavera de 1977 y 1978, y reportan la distribución larvaria de

los géneros *Auxis* spp., *Thunnus* spp. y *K. pelamis*.; siendo *K. pelamis* y *T. atlanticus* las especies con mayor abundancia. Las identificaciones de sus larvas se restringieron a ejemplares mayores de 6 mm de longitud estándar y reconocieron que el Golfo de México y el Mar Caribe constituyen áreas importantes para la reproducción de estas especies.

Kelley y colaboradores (1985) determinaron la distribución y abundancia larval de escómbridos colectados en aguas norteamericanas del GOM durante 1983, obtuvieron un total de 997 escómbridos, de los cuales las melveras (*Auxis*) fueron las más abundantes seguidos del atún aleta negra (*T. atlanticus*), y las sierras (*S. maculatus*). Por su parte Olvera-Limas y colaboradores (1988) determinaron la distribución y abundancia larval de túnidos en el GOM y Caribe mexicano, encontrando como especies dominantes a *T. atlanticus*, *K. pelamis* y *Auxis* spp.

Lyczkowski-Shultz et al. (2004), caracterizaron el ictioplancton en el noroeste del Golfo de México, U.S. durante muestreos anuales del SEAMAP 1982 a 1999, realizados durante la primavera y finales de verano e inicio de otoño. Este trabajo reportó abundancias de 1,296 larvas de la familia Scombridae, donde los atunes (*Thunnus*) fueron los más abundantes, seguidos por la sierra *S. maculatus*, el carito *S. cavalla* y el barrilete *K. pelamis*.

En 2004 Ordoñez-López registró la presencia de larvas de escómbridos en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo, su trabajo realizado durante 1990, y con muestreos mensuales, reportó la ocurrencia de larvas de *Auxis* spp., *K. pelamis* y *T. atlanticus*, todos ellos con baja abundancia.

Guevara-Rascado y colaboradores (2008), realizaron un análisis de la distribución de larvas del barrilete (*K. pelamis*) a partir de prospecciones en el Golfo de México y Mar Caribe, durante una década (1982 a 1992) y encontraron que las mayores abundancias ocurrieron durante primavera y verano.

En el Caribe Pereiro-Abreu y Frías-Fonseca (2010) analizaron la abundancia y distribución de larvas de la familia Scombridae al sur de Cuba durante abril de 2005.



Ellos encontraron que las larvas de atún aleta negra (*T. atlanticus*) y el barrilete (*K. pelamis*) fueron las especies más abundantes, que coincidió con la época de desove de estas especies inicia desde la primavera.

En cuanto a morfología y ADN el único trabajo hasta ahora es el de Muhling et al. (2011), ellos registraron por primera vez larvas de atún rojo (*T. thynnus*) en aguas del Caribe mexicano, al sur de Cozumel, noreste de Contoy y sobre la plataforma de Yucatán en abril de 2009. En total cinco larvas de 1.58 – 3.64 mm de longitud estándar fueron identificadas morfológica y genéticamente usando el marcador COI. Los resultados aquí reportados resaltan la importancia de la identificación de larvas con herramientas genéticas, este hallazgo es significativo porque confirma que el desove del atún rojo también ocurre fuera del Golfo de México.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de la importancia económica y ecológica que representan los escómbridos a nivel mundial, el Caribe mexicano carece de trabajos detallados sobre los estadios tempranos de las especies objeto de este estudio. Debido a que el reconocimiento de los estadios tempranos de peces es una tarea complicada; el tamaño pequeño y la forma característica de la mayoría de las larvas de peces es probablemente el responsable de que frecuentemente sean ignorados por los científicos (Fuiman, 2002). Los escómbridos presentan complejidad para ser identificados, especialmente las especies del género *Thunnus* y *Scomberomorus*, ya que su morfología y caracteres merísticos se comparten entre especies, resultando difícil de separar de sus congéneres, especialmente aquellas de tamaños más pequeños (Richards 2006, Puncher et al., 2015). Por otro lado, la información de capturas de los individuos adultos se encuentra muy sesgada debido a que la única información oficial que se tiene es aquella que reportan las cooperativas del estado a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) pero a la fecha no se encuentran analizadas.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Aportar conocimiento biológico de los estadios tempranos de la vida y pesquero de las especies de la familia Scombridae, colectados en el Caribe mexicano durante marzo de 2006.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar por métodos tradicionales (morfológicos) y moleculares a los estadios tempranos de peces de la familia Scombridae para estimar la abundancia larval de escómbridos en el área muestreada.
2. Determinar las áreas de distribución larval de las diferentes especies de escómbridos.
3. Analizar las tallas de distribución larval de las diferentes especies de escómbridos.
4. Extraer y analizar las estadísticas pesqueras de las especies de escómbridos reportadas en Quintana Roo en las bitácoras de SAGARPA de 2000 al 2004.
5. Documentar los sitios de mayor producción pesquera de escómbridos en Quintana Roo, su temporalidad y variación anual.

## JUSTIFICACIÓN

Los escómbridos son grandes predadores y sustentan importantes pesquerías en todo el mundo de ahí su importancia ecológica y económica (Collette, 2003). Su estudio es importante para el conocimiento integral de los recursos pesqueros pues contribuyen al establecimiento de programas de conservación y desarrollo sustentable de las pesquerías (Leis, 2006; Kallasvuoto et al., 2017).

El conocimiento de los estadios tempranos del ciclo de vida de los peces es muy importante, ya que en estas fases iniciales de vida es cuando los peces experimentan las mayores mortalidades (99%) y son las reguladoras de la abundancia (Hjort, 1914). A pesar de los estudios que se han realizado en el Golfo de México y en algunas áreas del Mar Caribe sobre la familia Scombridae, las aguas oceánicas de Quintana Roo aún carecen de información sobre la biología (edad, crecimiento, temporada de reproducción) y ecología, (abundancia, migraciones, sitios de reclutamiento y desove) de ésta importante familia. A su vez no se cuenta con información sobre aspectos básicos de la producción pesquera de algunas de sus especies (temporalidad y sitios de pesca, tallas de peso de captura).

Con base en lo anterior es necesario documentar la ocurrencia de las diferentes especies de atunes y afines en Quintana Roo, desde sus primeras fases de vida (larvas) hasta sus estadísticas pesqueras de tal forma que contribuyan con elementos sólidos para la toma de decisiones dentro de programas de conservación.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende al Caribe Mexicano, situado frente a la costa oriental de la península de Yucatán hasta el límite internacional con Belice, entre los paralelos 18°18' y 21°45' N y 87°42' y 85°35' O (Fig. 1).

### **Características del área**

La circulación oceanográfica del Mar Caribe occidental está influenciada por un flujo, que fluye hacia el oeste con velocidades de 0.5-1.0 m/s que transporta desde el Océano Atlántico. Este flujo se convierte en la corriente del Caribe con numerosos remolinos mesoescalares que de igual forma viajan de este a oeste y algunos pueden entrar al Golfo de México a través del canal de Yucatán. A medida que la corriente del Caribe incide sobre la Península de Yucatán, gira hacia el norte, convirtiéndose en la corriente de Yucatán; esta corriente es cálida y desemboca en el golfo de México a través del estrecho de Florida. Ya dentro del GOM se reconoce como Corriente de Lazo (Muhling et al., 2013; Carrillo et al., 2015).



## MATERIALES Y MÉTODOS

### MUESTREO

Se analizaron 245 muestras colectadas del 16 de marzo al 01 de abril de 2006, en 49 estaciones distribuidas a lo largo del Caribe Mexicano, definido por tres zonas: zona norte (10 estaciones), centro (15 estaciones) y sur (24 estaciones) (Fig. 1). Este material biológico proviene del crucero oceanográfico Gordon Gunter de la NOAA como parte del proyecto “Monitoring Coral Reef Fish Utilization of MPAs and Recruitment Connectivity Between the Florida Keys and Meso-American Reefs” realizado en colaboración con El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

Las muestras fueron colectadas mediante arrastres de plancton utilizando una red tipo MOCNESS-1 (Multiple Opening/Closing Net and Environmental Sising System) de 333  $\mu\text{m}$ , en cuatro estratos de profundidad (0-25 m, 25-50 m, 50-75 m y 75-100 m) la red además es provista de un flujómetro digital (Muhling et al., 2013) para la medición de parámetros oceanográficos.

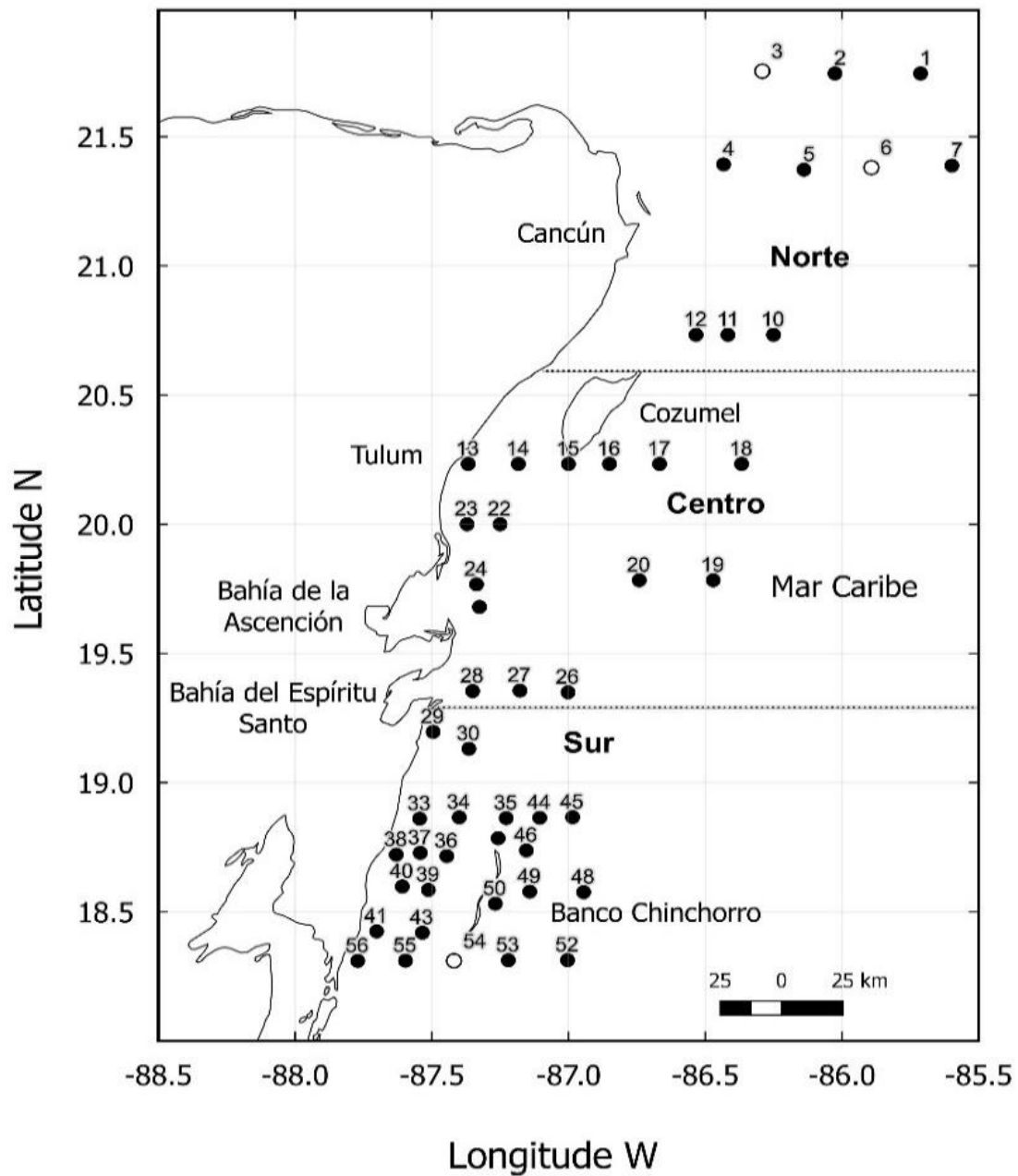


Figura 1. Red de estaciones de muestreo del Crucero Oceanográfico Gordon Gunter en el Caribe Mexicano durante 2006; los círculos negros representan las estaciones con presencia de escómbridos y los blancos la ausencia.

## LABORATORIO

### Identificación

Las muestras colectadas se preservaron en alcohol al 96%. Posteriormente todas las larvas de peces de escómbridos fueron separadas y cuantificadas. Los escómbridos fueron separados y cuantificados y con ayuda de un microscopio estereoscópico Carl Zeis Stemi SV6 se procedió a la identificación.

La identificación taxonómica de las larvas de escómbridos se realizó a nivel especie utilizando principalmente la guía de identificación de Richards (2006) la cual se basa en los patrones de pigmentación; también se utilizaron los trabajos de Matsumoto (1958 y 1972). También se compararon los caracteres morfológicos y pigmentarios de las larvas con ejemplares analizados genéticamente con el COI y que se encuentran en la biblioteca virtual de imágenes [www.boldsystems.org](http://www.boldsystems.org). Finalmente, en casos complicados también se recurrió a los ejemplares de la Colección de Larvas de Peces de ECOSUR.

Las larvas se examinaron para observar la presencia o ausencia de pigmentos (melanóforos) en la mandíbula inferior y superior; sobre la cabeza (cerebro anterior, cerebro medio y cerebro posterior), en la sínfisis cleitral, a lo largo de la línea media ventral de la cola, a lo largo de la media dorsal y media lateral y sobre la notocorda (pliegue) o aleta caudal (Fig. 2). También se realizó el conteo de miomeros de todas las larvas para agrupar por géneros y se determinó la fase o etapa larval de cada uno de los ejemplares con base en el grado de desarrollo del notocordio: preflexión, flexión y postflexión (Kendall et al., 1984). Con un ocular micrométrico se determinó la longitud para cada una de las larvas: Longitud estándar (LE) para ejemplares en flexión y postflexión y longitud notocordal (LN) para ejemplares en preflexión.

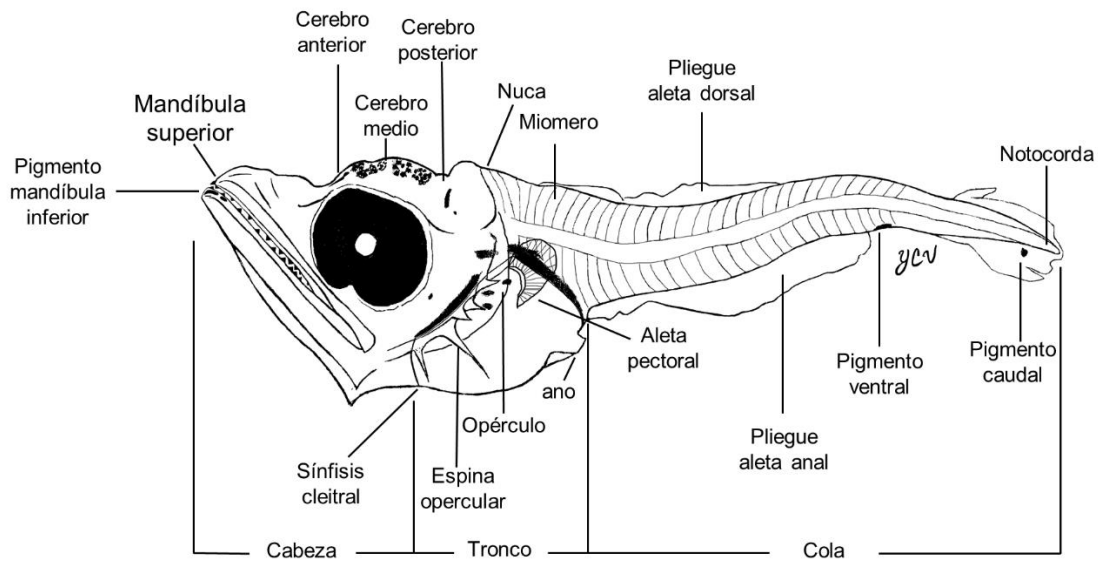


Figura 2. Aspectos morfométricos y pigmentarios de larvas de la familia Scombridae (*K. pelamis* de 3.75 mm LN).

### Extracción de tejido

Posterior a la identificación tradicional se procedió a la selección de los ejemplares para la identificación molecular, la selección de ejemplares se enfocó en organismos que no cumplieran con los caracteres característicos mencionados por Richards (2006). Se fotografió cada una de las larvas seleccionadas y posteriormente se procedió a la extracción de tejido (musculo). La pequeña muestra de tejido fue colocada en una microplaca Eppendorf de 96 pozos a los cuales se les aplicó una gota de alcohol al 100%. En este procedimiento fue necesario mantener limpia toda el área de trabajo, se esterilizó con alcohol al 96% la caja Petri y las pinzas (suaves y duras) entre cada toma de muestra o tejido con ayuda de un soplete; así como también fue necesario el uso de guantes de látex y cubrebocas; todo lo anterior para evitar contaminación. Una vez llenada la placa se selló y envió al laboratorio de

Códigos de Barras Nodo Chetumal para la extracción y amplificación de ADN (Ivanova, Dewaard, y Hebert, 2006), posteriormente la placa fue enviada al Centro Canadiense para Códigos de Barra de ADN (CCDB por sus siglas en Ingles) para su secuenciación (Ivanova y Grainger, 2007).

Conjuntamente se llenaron dos bases (ver Anexo 2); Image Data (datos de la imagen) y Specimen Data, conformada por cuatro apartados: Voucher Info (información del voucher), Taxonomy (datos taxonómicos), Specimen Details (detalles del espécimen) y Collection Data (datos de colecta) para posteriormente subir las bases y las fotografías, a la biblioteca virtual de Códigos de Barras (BOLDSYSTEMS.ORG).

### **Extracción de ADN**

- La microplaca con el tejido se incubó a 56 °C para evaporar el etanol.
- En un vial estéril se mezcló 5 mL de tampón de lisis para vertebrados (100 mM, NaCl, 50 mM, Tris-HCl pH 8.0, 10 mM y EDTA pH 8.0, 0.5% SDS.) y 0.5 mL de proteinasa K (20 mg/mL) y se dosificó 50 µL en cada pocillo de la microplaca que contiene el tejido (preservado en etanol). Con una tapa adhesiva, se cubrió la placa y se incubó toda la noche a 56 °C. Se centrifugó la placa a 1000 g por un minuto.
- Se agregó 100 µL de la solución Binding mix (50 mL de etanol al 96% y 50 mL de Binding buffer: 6 M GuSCN, 20 mM EDTA pH8.0, 10 mM Tris-HCl pH 6.4 y Triton X-100 al 4%). Se cubrió la placa con una tapa adhesiva, se agitó (10-15 s) y centrifugó a 1000 g durante 20 s para remover cualquier cantidad de muestra de la tapa.
- Se retiró la tapa y se transfirió el lisado (125 µL aprox.) de los pocillos de la microplaca a los pocillos de una placa de filtración de fibra de vidrio (GF) de 96 pocillos. Se cubrió la placa GF y se centrifugó a 5000 g durante 5 minutos.
- Posteriormente se realizó un primer lavado que consistió en agregar 180 µL de Protein wash buffer o tampón de lavado de proteínas (70 mL de etanol al



96% y 26 mL de Binding buffer) a cada pocillo, se tapó y centrifugó a 5000 g durante 2 minutos.

- Un segundo lavado consistió en agregar 750  $\mu$ L de wash buffer o tampón de lavado (etanol (60%), 50 mM NaCl, 10 mM Tris-HCl pH 7.4, 0.5 mM de EDTA pH8.0), se selló la placa y se centrifugó a 5000 g durante 5 minutos.
- Se removió el sello y se incubó a 56 °C durante 30 minutos para evaporar el etanol residual. Se colocó un collar sobre una microplaca de recolección de 96 pocillos y sobre esta la placa GF. Para liberar el ADN, se agregó 60  $\mu$ L de agua ultra pura (ddH<sub>2</sub>O) a 56 °C a cada pocillo de la placa GF, se selló y se incubó durante 1 minuto a temperatura ambiente.
- Se centrifugó (ambas placas ensambladas) a 5000 g durante 5 minutos para recoger el ADN. Se retiró la placa GF y se desechó. Con una tapa adhesiva, se selló la microplaca con el ADN y se almacenó temporalmente a 4 °C.

### **Amplificación de COI (Citocromo Oxidasa I)**

- La amplificación de ADN se realizó mediante la técnica reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Se mezcló 600  $\mu$ l de trehalosa al 10%, 192  $\mu$ L de ddH<sub>2</sub>O, 120  $\mu$ L de 10X buffer, 60  $\mu$ L de 50 nM MgCl<sub>2</sub>, 12  $\mu$ L de 10  $\mu$ M primer FishF1, 12  $\mu$ L de 10  $\mu$ M primer FishR1, 6  $\mu$ L de 10  $\mu$ M dNTPs, y 5.76  $\mu$ L de polimerasa Taq. Se dosificó 10.5  $\mu$ L a una placa de 96 pocillos y agregó 2  $\mu$ L de ADN. La placa se colocó en un termociclador para la desnaturalización del ADN a 94 °C durante 1 minuto, cinco ciclos de 94 °C durante 30 segundos, el apareamiento a 45-50 °C durante 40 segundos y la extensión a 72 °C durante 1 minuto, seguido de 30-35 ciclos de 94 °C durante 30 segundos, 51-54 °C durante 40 segundos y 72 °C durante 1 minuto, con una extensión final a 72 °C durante 10 minutos, seguidos de un mantenimiento indefinido a 4 °C.
- La visualización del ADN, se realizó mediante un Gel de electroforesis de agarosa al 2% (E-gel® 96) que contiene bromuro de etidio, un colorante que

permite la visualización del ADN cuando se pone bajo luz ultravioleta. Con una pipeta multicanal se cargó 16  $\mu\text{L}$  de agua ultra pura y 4  $\mu\text{L}$  del producto de PCR en cada pocillo del E-gel, su ejecución tardó entre 6-23 minutos. Al finalizar la electroforesis se colocó el E-gel en un transiluminador UV equipado con cámara digital. Se analizó y alineó la imagen usando el software E-editor 2.0 para estimar la concentración de muestra de ADN.

### **Secuenciación de COI**

- Para la secuenciación se agregó a cada pocillo de la palca de 96, 0.25  $\mu\text{L}$  Dye terminator mix v3.1, 1.875  $\mu\text{L}$  de 5 X Sequencing Buffer, 5  $\mu\text{L}$  de trehalosa al 10%, 1  $\mu\text{L}$  de 10  $\mu\text{M}$  de primer M13F tailed, 0.875  $\mu\text{L}$  de ddH<sub>2</sub>O y de 0.5- 1.2  $\mu\text{L}$  de producto de PCR.
- En un termociclador se ejecutó las reacciones de secuenciación a condiciones: desnaturalización inicial a 96 °C durante 2 minutos, seguido de 30 ciclos de 96 °C durante 30 segundos, a temperatura de reasociación a 55 °C durante 15 segundos y extensión a 60 °C durante 4 minutos.
- Se realizó la limpieza de secuencias de la siguiente manera: se midió el Sephadex® seco con el cargador de columna MultiScreen® y se colocó en una placa filtrante Acroprep™ de 96% con membrana de 0.45  $\mu\text{m}$  de poro, se agregó 300  $\mu\text{L}$  de agua ultrapura para hidratar el Sephadex® y se dejó toda la noche.
- Posteriormente se colocó la placa Acroprep™ junto con una placa de reacción óptica MicroAmp® de 96 pocillos y se aseguró con bandas de goma. Ambas placas se centrifugaron a 750 g durante 3 minutos para drenar, el agua se desechó de la placa MicroAmp®.
- Se agregó todo el volumen de reacción de secuenciación al centro de las columnas de Sephadex®. Se agregó 25  $\mu\text{L}$  de 0.1 mM EDTA pH 8.0 en cada pocillo de una placa MicroAmp® nueva. Posteriormente para eludir el ADN, se colocó la MicroAmp® en la parte inferior de la placa Acroprep™, ambas placas se aseguraron con cinta adhesiva y bandas de goma, se centrifugó a

750 g durante 3 minutos. Se retiró la placa MicroAmp® y se cubrió la parte superior con septa. Se colocó la MicroAmp® en la base de una placa negra y se colocó la placa blanca retenedora.

- Posteriormente las placas ensambladas se introdujeron en el secuenciador de ADN 3730xl, una vez obtenidas las secuencias se editaron y alinearon en el programa SEQSCAPE V2.11 y se cargaron a los proyectos correspondientes en BOLDSYSTEMS.

## **ANÁLISIS DE DATOS**

Para determinar y estandarizar las abundancias (org./1000 m<sup>3</sup>) de cada una de las especies; se dividió el número de larvas de cada muestra por el volumen filtrado. Además, se obtuvo la abundancia relativa como frecuencia porcentual. Para el análisis de tallas se agruparon en intervalos de 1 mm de LE.

Para los aspectos pesqueros se analizó la serie histórica de datos concentrada en las bitácoras de producción pesquera del Estado de Quintana Roo de la SAGARPA, solicitadas al representante estatal de la dependencia. Una vez que se contó con la autorización del delegado, se visitó la dependencia para capturar toda la información compilada en las oficinas centrales (Chetumal) referente a escama, específicamente atunes y afines (especies objetivo), el período abarcó de 2000 al 2014. En las bitácoras las capturas fueron tabuladas en peso vivo (kg) de los siguientes recursos: atún, bonito, carito, macarela, sierra y peto. Estas bitácoras también incluyen información de las localidades y las Sociedades Cooperativas que reportan los recursos pesqueros. Para visualizar alguna posible relación entre la parte larval y lo pesquero se comparó la producción reportada por año y mes desde un punto de vista de producción; se determinó la composición específica en la captura de cada una de las localidades que aportan a la producción pesquera, de igual manera para los meses de febrero, marzo y abril (2000-2014), período que abarcó la temporada del muestreo larval.

Para validar las identificaciones de los especímenes secuenciados; una vez que las bases de datos se subieron a Boldsystems.org, se pegó para cada espécimen su registro de secuencia, la cual para que sea válida debe incluir al menos 300 pb desde la región del código de barras de COI. Cada una de las secuencias se contrastó con las secuencias de referencia de proyectos de BOLD correspondientes a peces para buscar coincidencias con secuencias por arriba de 98%. Otra herramienta que se empleó para la identificación es el árbol de identificación de taxón (herramienta de sistema de gestión y análisis de BOLD), que emplea una búsqueda lineal para recoger a los vecinos más cercanos (NJ) de una alineación global de todas las secuencias de referencia de BOLD. Las especies que con un mínimo de tres representantes y con una divergencia conoespecífica máxima del 2% se clasifican como códigos de barras verificados; y posteriormente se utilizan como la biblioteca de búsqueda predeterminada de BOLD. Los registros que no cumplen con la validación se almacenan en otra partición de datos (Ratnasingham y Hebert, 2007).

Todas las larvas secuenciadas quedaron resguardadas en la colección de larvas de peces de ECOSUR (ECO-CHLP), y están referenciadas en la biblioteca de BOLD ([www.boldsystem.org](http://www.boldsystem.org)) dentro de los proyectos de peces marinos mexicanos (MFLE, MFLIV y MFL).

## RESULTADOS

### ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN LARVAL

Se observó la presencia de larvas de escómbridos en el 94% de las estaciones muestreadas (Fig. 1). Se identificaron a nivel especie un total de 434 larvas de escómbridos mediante métodos morfológicos de los cuales 144 fueron separados para ser corroborados mediante técnicas de Código de Barras. En total se reconocieron seis géneros representados por siete especies; una pequeña porción no se pudo determinar la especie; *Thunnus* spp. y *Auxis* spp. (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de especies de escómbridos registrados para la campaña oceanográfica “Gordon Gunter” marzo y abril del 2006.

---

Familia SCOMBRIDAE
Subfamilia SCOMBRINAE
Tribu SCOMBRINI: Mackerels
<i>Scomber colias</i> (Gmelin, 1789)
Tribu THUNNINI: Tunas
<i>Auxis rochei</i> (Risso, 1810)
<i>Auxis thazard</i> (Lacepède, 1800)
<i>Auxis</i> spp.
<i>Euthynnus alletteratus</i> (Rafinesque, 1810)
<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Thunnus atlanticus</i> (Lesson, 1831)
<i>Thunnus</i> spp.
Tribu SCOMBEROMORINI: Spanish & King Mackerels, Wahoo
<i>Acanthocybium solandri</i> (Cuvier, 1832)

---



Las mayores concentraciones larvarias ocurrieron en la región sur en estaciones cercanas a Banco Chinchorro, Estación 38 (30.4 org./1000 m<sup>3</sup>), Est. 50 (19.1 org./1000 m<sup>3</sup>) y Est. 43 (18.5 org./1000 m<sup>3</sup>). En la zona centro cerca de bahía del Espíritu Santo y Tulum las abundancias fueron: Est. 26 (19.5 org./1000 m<sup>3</sup>) y Est. 22 (17.8 org./1000 m<sup>3</sup>). El resto de las estaciones se registraron concentraciones menores a 14.6 org./1000 m<sup>3</sup> (Fig. 3).

Se encontró que *K. pelamis* y *T. atlanticus* fueron las especies más abundantes con 288 y 119 larvas respectivamente, y en conjunto representan más del 93% de la abundancia total, con menor abundancia se registraron *A. thazard* (2.3%) y *Thunnus* spp. (2.3%), *A. rochei* y *S. colias* (0.5% cada uno) y *A. solandri*, *E. alletteratus* y *Auxis* spp. (0.2%). Considerando la frecuencia relativa, *K. pelamis* estuvo presente en el 87.8% de las estaciones y *T. atlanticus* fue encontrada en el 69.4 %, *Thunnus* spp. y *A. thazard* con 14.3 y 12.2% respectivamente (Tabla 2).

La abundancia promedio más alta la presentó *K. pelamis* (245.7 org./1000 m<sup>3</sup>) seguido por *T. atlanticus* (102.7 org./1000 m<sup>3</sup>). El resto de las especies presentaron abundancias menores a 10 org./1000 m<sup>3</sup> (Tabla 2) .

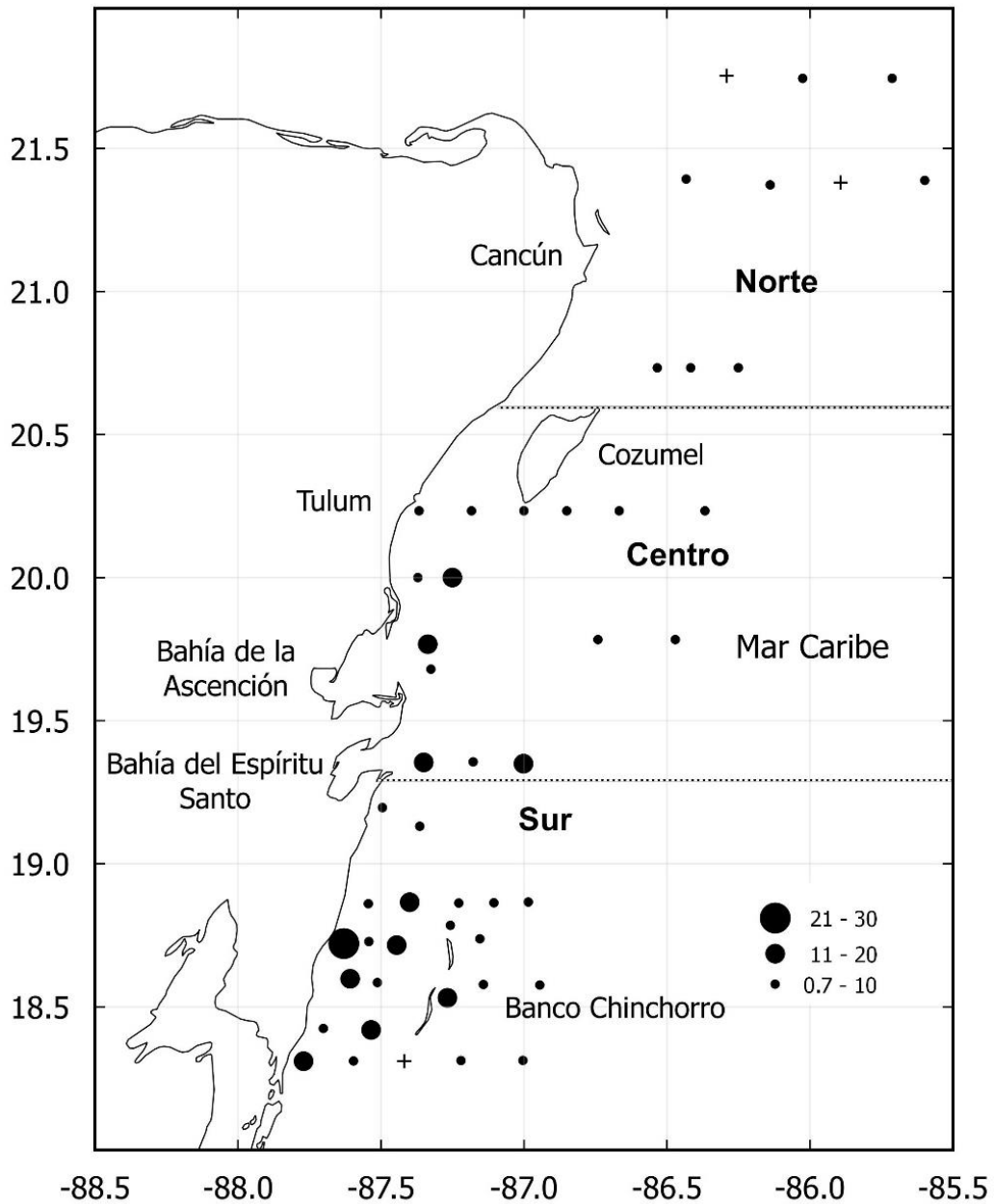


Figura 3. Distribución espacial de la abundancia (org. /1000 m<sup>3</sup>) total de escómbridos registrados en las estaciones muestreadas en el Caribe Mexicano durante la campaña GG0601.

Tabla 2. Abundancia relativa (Ai %), frecuencia relativa (Fi %) y abundancia promedio (org./1000 m<sup>3</sup>) del total de escómbridos encontrados en el Caribe mexicano durante marzo y abril de 2006.

Especies	Ai %	Fi %	(org./1000 m <sup>3</sup> )
<i>Acanthocybium solandri</i>	0.2	2.0	0.8
<i>Auxis rochei</i>	0.5	4.1	1.5
<i>Auxis spp.</i>	0.2	2.0	0.8
<i>Auxis thazard</i>	2.3	12.2	9.3
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0.2	2.0	1.6
<i>Katsuwonus pelamis</i>	66.4	87.8	245.7
<i>Scomber colias</i>	0.5	4.1	1.4
<i>Thunnus atlanticus</i>	27.4	69.4	102.7
<i>Thunnus spp.</i>	2.3	14.3	8.8

### ***Katsuwonus pelamis***

Del total de *K. pelamis* identificados, el 61% se presentó en estaciones de la zona sur, siendo más abundantes en Est. 38 (29.4 org./1000 m<sup>3</sup>) con un 12%, la Est. 50 (12.6 org./1000 m<sup>3</sup>) ubicada al sureste de Banco Chinchorro con 5.1 %, Est. 36 (11.5 org./1000 m<sup>3</sup>) localizada a 26 km al este de Mahahual con 4.7% y Est. 43 (11.3 org./1000 m<sup>3</sup>) localizada a 16 km al noroeste de Banco Chinchorro con 4.6 %. Mientras que las estaciones de la zona centro en conjunto registraron el 27% de la abundancia. De ellas la Est. 22 (12.5 org./1000 m<sup>3</sup>) localizada al este de Boca Paila fue la estación más abundante en esta zona con el 5.1%, las estaciones restantes registraron abundancias menores al 4% (9.6 org./1000 m<sup>3</sup>) del total. En las estaciones de la zona norte solo se encontró un 12% de los barriletes, mientras que en tres estaciones (4, 29 y 48) no hubo registro de barrilete (Fig. 4a).

### ***Thunnus atlanticus***

En el caso del atún aleta negra, el 50% se registró en estaciones de la zona sur, siendo la Est. 50 (6.6 org./1000 m<sup>3</sup>) localizada a 7km al sudeste de Banco Chinchorro la que presentó la mayor abundancia en esta zona con el 6.4%; seguida de Est. 40 (6 org./1000 m<sup>3</sup>) ubicada a 30 km al oeste de Banco Chinchorro con el 5.8%. Las estaciones restantes presentaron abundancias menores 5.5% (5.6 org./1000 m<sup>3</sup>). En estaciones de la zona centro se registró un 43% de la abundancia total de *T. atlanticus*, esta zona también registró las estaciones más abundantes: con el 9% de la abundancia total la Est. 26 (9.3 org./1000 m<sup>3</sup>) localizada a 45 Km al este de Espíritu Santo y con 7% la Est. 24 (7.2 org./1000 m<sup>3</sup>) ubicada a 11 km al este de Punta Allen. Mientras que la zona norte solo registró el 7% del total de larvas de atún aleta negra. Cabe mencionar que en 12 estaciones no hubo presencia de *T. atlanticus*. (Fig. 4b).

### ***Thunnus spp.***

*Thunnus spp.* se registró en siete estaciones, seis de ellas pertenecientes a la zona central: un 24.8% de los *Thunnus spp.* se encontró en Est. 28 (2.2 org./1000 m<sup>3</sup>) localizada al este de Espíritu Santo, en Est. 13 ubicada a 7 km al noreste de Tulum se registró el 18.3% (1.6 org./1000 m<sup>3</sup>) y en Est. 23 (1.6 org./1000 m<sup>3</sup>) localizada al sudeste de Boca Paila se registró el 18.1%. El resto de las estaciones presentaron porcentajes de abundancias menores a 10.1% (1 org./1000 m<sup>3</sup>). Mientras que solo una estación (36) de la zona sur registró presencia de *Thunnus spp.* (Fig. 5a).

### ***Auxis thazard***

La especie *A. thazard* estuvo presente en 5 estaciones de la zona central: de estas cinco, la Est. 26 representó el 45.9% de la abundancia (4.3 org./1000 m<sup>3</sup>); la Est. 5 ubicada al noreste de Cancún representó el 20.1% (1.9 org./1000 m<sup>3</sup>). El resto de las estaciones registraron abundancias menores al 9% (0.8 org./1000 m<sup>3</sup>) y solo una se localizó en la zona norte, la estación 5 (Fig. 5b).

### ***Auxis rochei* y *Auxis* spp.**

*A. rochei* se registró con bajas abundancias en dos estaciones de la zona sur, la Est. 43 localizada al noroeste de Banco Chinchorro y Est. 56 al noreste de Xcalak con 0.8 org./1000 m<sup>3</sup> y 0.7 org./1000 m<sup>3</sup> respectivamente. Un poco más arriba, en la zona central se encontró a *Auxis* spp. en la Est. 13 (0.8 org./1000 m<sup>3</sup>).

### **Otras especies**

El resto de las especies: *A. solandri*, *E. alletteratus* y *S. colias* se registraron en menores cantidades en estaciones pertenecientes a la zona sur, muy cercanas a Banco Chinchorro. Las especies *A. solandri* y *E. alletteratus* se encontraron al oeste de Rio Huache en la Est. 41 con 0.8 org./1000 m<sup>3</sup> y Est. 43 con 1.6 org./1000 m<sup>3</sup> respectivamente. La especie *S. colias* se registró en Est. 48 ubicada al este de B. Chinchorro y en Est. 36 al este de Mahahual ambas con 0.7 org./1000 m<sup>3</sup>.

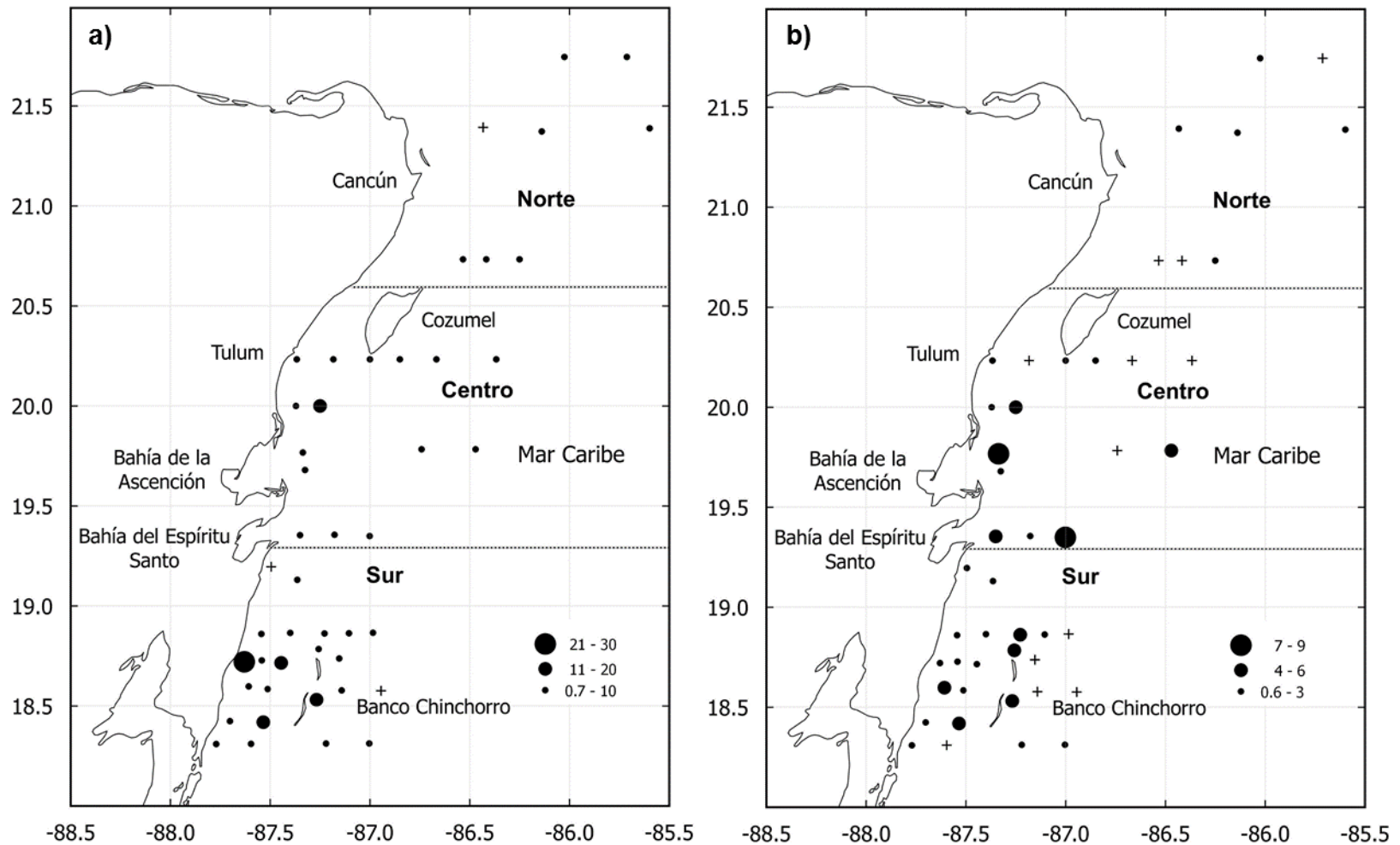


Figura 4. Distribución espacial de la abundancia (org./1000 m<sup>3</sup>) de escómbridos por estación durante marzo-abril de 2006:  
a) *K. pelamis* y b) *T. atlanticus*.

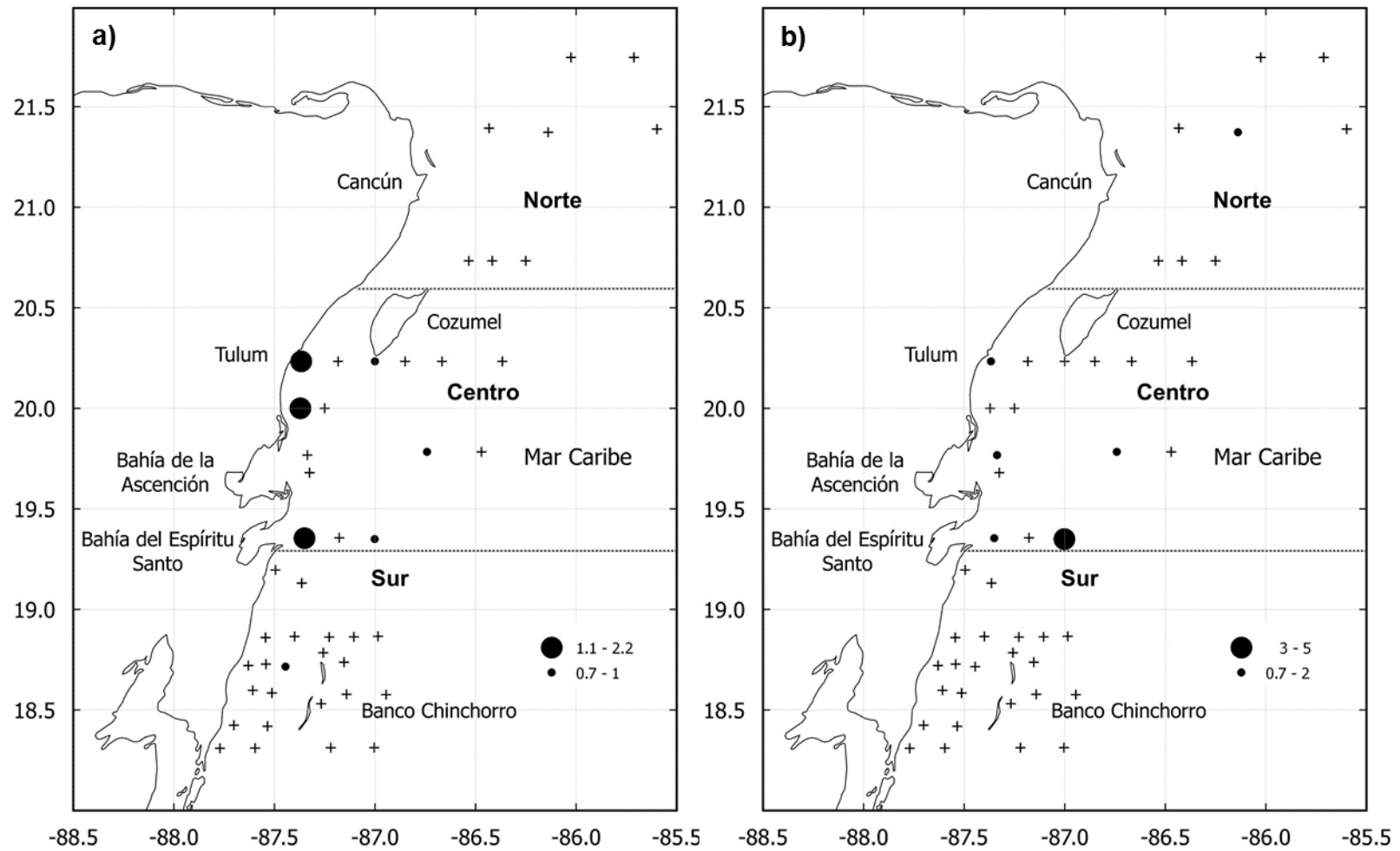


Figura 5. Distribución espacial de la abundancia (org./1000 m<sup>3</sup>) de escómbridos por estación durante marzo-abril de 2006: a) *Thunnus* spp. y b) *A. thazard*.

## ESTRUCTURA DE TALLAS

La muestra total de las tallas de los escómbridos del Caribe mexicano estuvo conformado por 431 organismos, ya que 3 organismos presentaron dañado el pedúnculo caudal y no fue posible determinar el estadio, las tallas fluctuaron de 1.56 mm LE hasta los 12.0 mm LE (Tabla 3). Del total de larvas analizadas, el 74% se encontró en preflexión; de ellas solo el 65% correspondieron a *K. pelamis* y el 31% a *T. atlanticus* y el resto a las demás especies. Un 20% se registró en flexión; siendo *K. pelamis* (70%) y *T. atlanticus* (20%) las especies con más ejemplares en este estadio, y solo un 6% de los escómbridos (*K. pelamis*, *A. thazard* y *T. atlanticus*) se encontró en postflexión (Tabla 3).

Los ejemplares en estadio de preflexión, fueron la mayoría (317) y estuvieron en un rango de tallas entre 1.6 – 5.8 mm LE. El estadio de flexión con 87 ejemplares se registró en el intervalo de talla de 2.9 – 8.5 mm LE y por último postflexión (27), se observó en el intervalo de 4.7 – 12.0 mm LE (Fig. 6).

Tabla 3. Número y rango de tallas de los escómbridos por estadios de desarrollo.

Especie	Estadio			Total	Longitud (mm)
	Preflexión	Flexión	Postflexión		
<i>Scomber colias</i>	1	1		2	2.6 - 6.0
<i>Auxis rochei</i>	2			2	2.2 - 2.4
<i>Auxis thazard</i>	2	2	6	10	3.0 - 10.0
<i>Auxis spp.</i>		1		1	5.1
<i>Euthynnus alletteratus</i>		1		1	5.2
<i>Katsuwonus pelamis</i>	209	59	18	286	1.7 - 8.5
<i>Thunnus atlanticus</i>	98	17	3	118	1.6 - 12.0
<i>Thunnus spp.</i>	7	3		10	2.2 - 5.7
<i>Acanthocybium solandri</i>	1			1	2.3



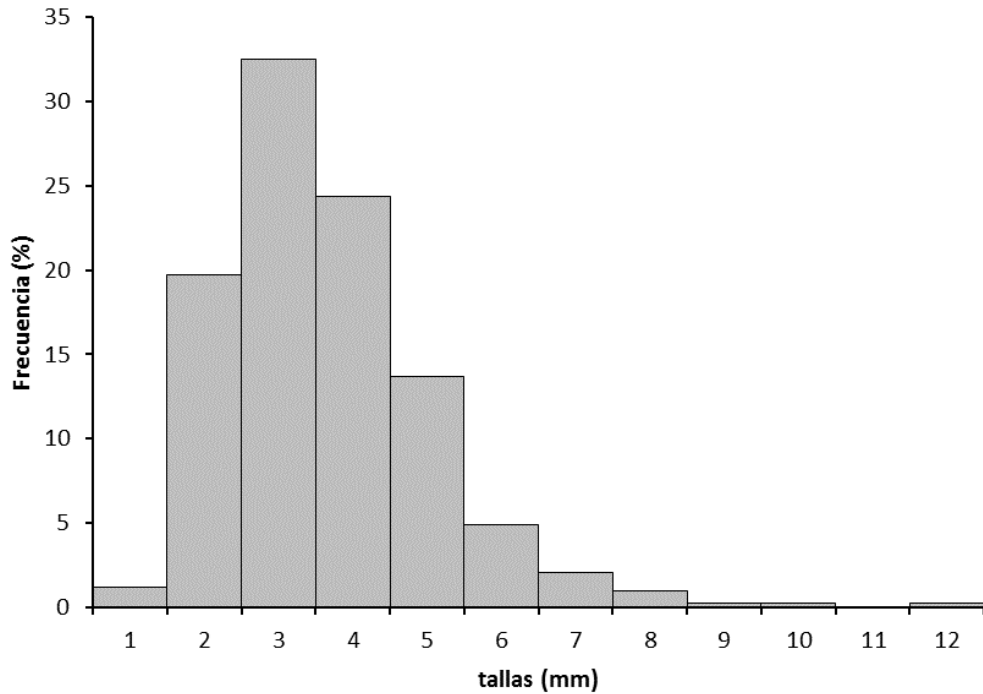


Figura 6. Estructura de tallas de escómbridos colectados en el Caribe mexicano durante marzo-abril de 2006.

### DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE TALLAS

En general, la mayor cantidad de larvas de todos los estadios se registraron en las zonas centro y sur. En la zona norte solo se observó larvas en preflexión y flexión.

Las estaciones cercanas a Banco Chinchorro (38, 43, 50 y 56) presentaron la mayor presencia de escómbridos en preflexión; así como las estaciones 22, 24 y 26 de la zona central (Fig. 7a). Las larvas en estadio de flexión estuvieron presentes en mayores concentraciones en la zona sur en las estaciones 38, 40 y 43, mientras que en la zona central se registró en la estación 28, una estación cercana a la costa (Fig. 7b). Las larvas en estadio de postflexión estuvieron presentes en 14 estaciones, siendo más abundantes en la 26 de la zona central y la 38 de la zona sur (Fig. 7c).

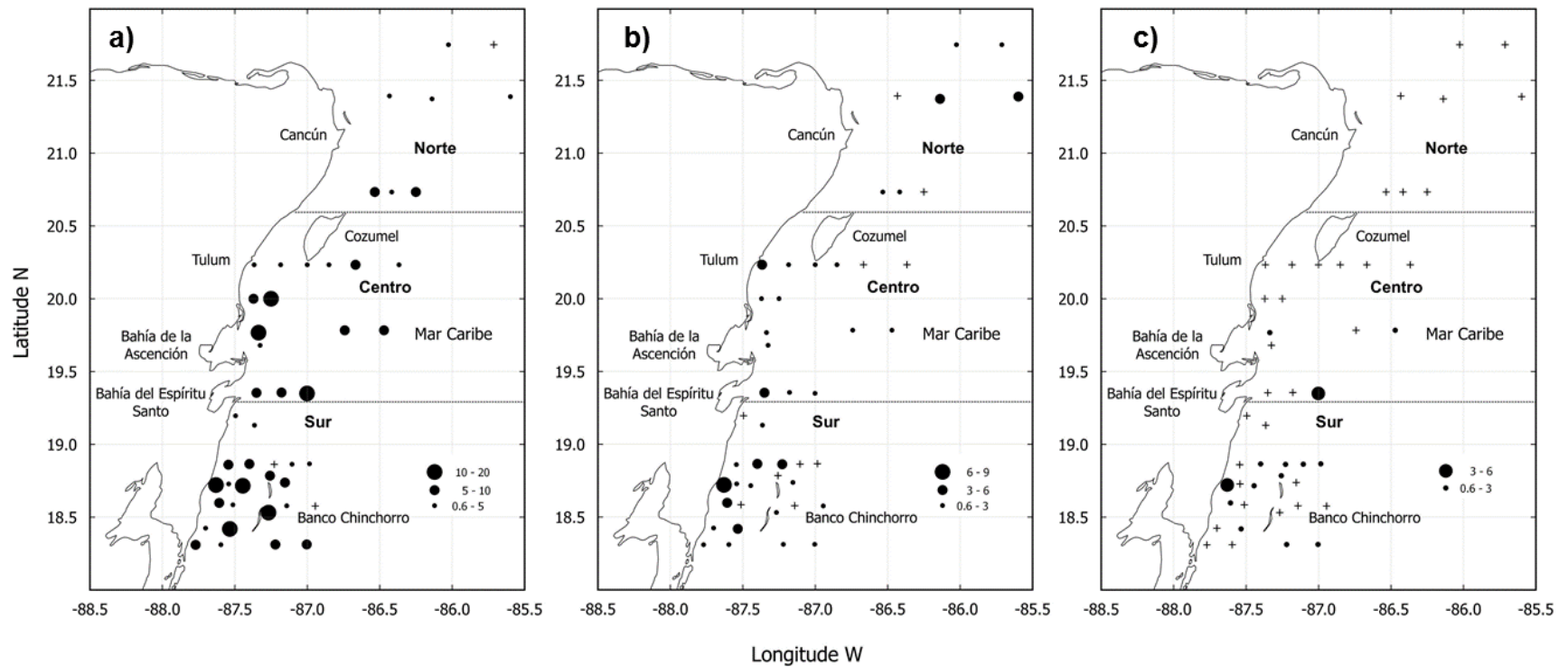


Figura 7. Distribución espacial de la abundancia (org./1000 larvas m<sup>3</sup>) de escómbridos en diferentes estadios de desarrollo: a) preflexión, b) flexión, c) postflexión.

### ***Katsuwonus pelamis***

La distribución de frecuencia de tallas de *K. pelamis* estuvo fuertemente representada por 180 larvas entre 3.0 - <5.0 mm LE, que en conjunto representan el 63% de la frecuencia porcentual, mientras que los intervalos <3.0 y 5.0 - <6.0 mm LE estuvieron representados por 46 y 37 ejemplares respectivamente (Fig. 8). La talla mínima para esta especie fue de 1.67 mm LE y máxima de 8.5 mm LE (Tabla 4). Del total de larvas de barrilete, 209 ejemplares se encontraron en preflexión en rango de 1.67 – 5.81 mm LE, con una talla promedio de 3.6 mm  $\pm$  0.8 mm DS. En estadios de flexión se registró un total de 59 larvas con rango de tallas de 3.28 mm – 8.5 mm LE con talla promedio de 5.2  $\pm$  0.8 mm DS LE; una larva presentó talla menor a 4 mm LE. Así mismo se observó al barrilete en estadio de postflexión en rangos de 4.68 – 7.91 mm LE, con una talla promedio de 6.3  $\pm$  0.9 mm DS LE. Finalmente, para dos larvas de *K. pelamis* no fue posible determinar su estadio, ya que carecían de pedúnculo caudal.

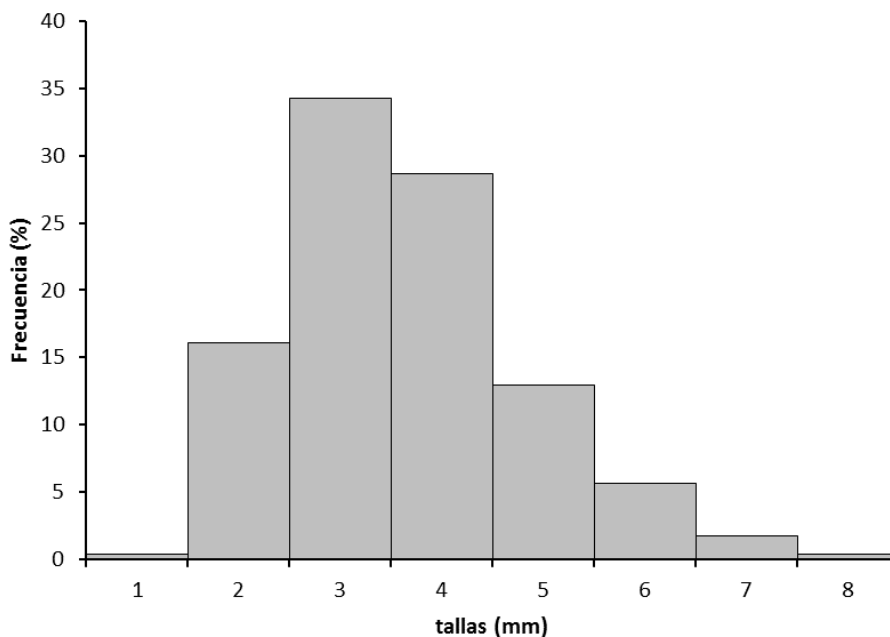


Figura 8. Estructura de tallas del barrilete *Katsuwonus pelamis* durante marzo – abril de 2006.

### ***Thunnus atlanticus***

Del total de larvas de atún aleta negra se observó que la gran mayoría de los ejemplares (69) estuvieron en un rango de tallas de 2.0 - <4.0 mm LE, que representó el 58.5% de la frecuencia porcentual (Fig. 9). La talla mínima registrada fue de 1.56 mm LE y una máxima de 12.0 mm LE (Tabla 4). Además, se observó que la mayoría de larvas de atún aleta negra se encontraron en estado de preflexión (98) dentro del rango 1.56 – 5.3 mm LE, con talla promedio de 3.4 mm LE  $\pm$ 0.9 DS. En estadio de flexión se observó a 17 larvas, con rango de talla de 2.92 – 7.0 mm LE  $\pm$ 3.9 DS. En postflexión encontraron 3 ejemplares con tallas de 6.58, 7.1 y 12.0 mm LE. Una larva de *T. atlanticus* no se pudo determinar su estadio

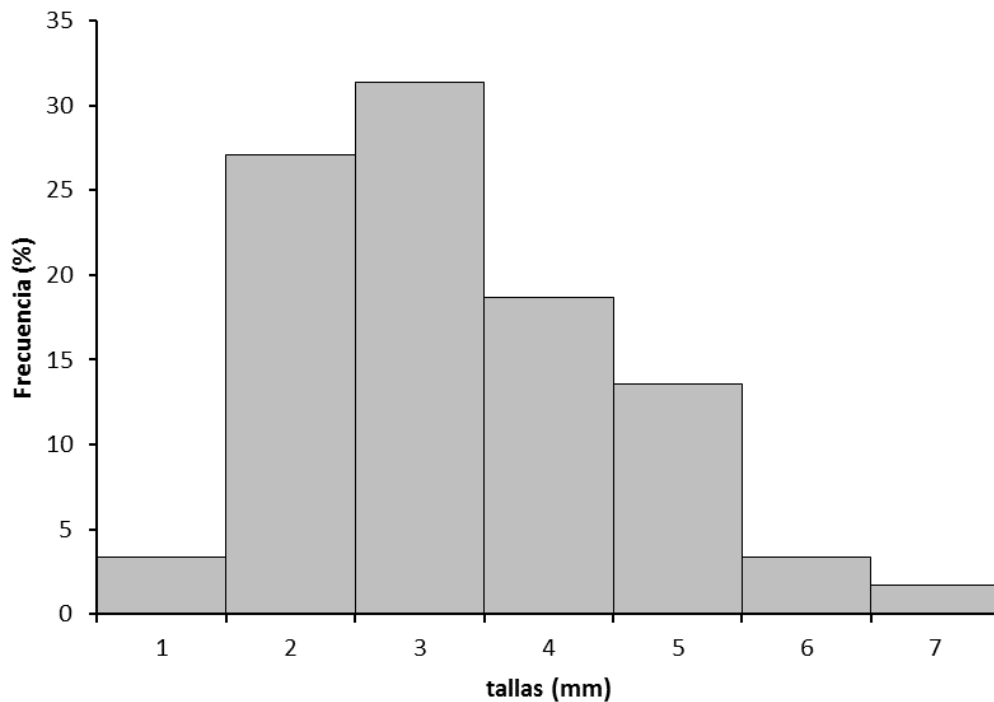


Figura 9. Estructura de tallas del atún aleta negra *Thunnus atlanticus* durante marzo – abril de 2006.

## ANÁLISIS GENÉTICOS (BARCODE)

El uso de la técnica de “barcode” permitió corroborar genéticamente la ocurrencia de tres especies: *A. thazard*, *K. pelamis* y *T. atlanticus* que corresponden al 71% del total de larvas (144) secuenciadas con COI, el 29% no fue posible determinar la especie; de ellas una porción de las secuencias no se emparejaron con secuencias de referencia de BOLD y la divergencia genética que presentaron fue menor a 2%, y otra porción no amplificó. De las secuencias validadas el 67.6% correspondieron a *K. pelamis*, el 27.5% a *T. atlanticus* y el 4.9% a *A. thazard* (Tabla 4). El mayor porcentaje de larvas secuenciadas (77.5%) correspondió a larvas en estadio de preflexión, el 14.7% en flexión y solo el 7.8% en postflexión.

Tabla 4. Organismos corroborados genéticamente mediante la técnica de Código de Barras.

Especie	Estadio			Org. Identificados Barcode
	Preflexión	Flexión	Postflexión	
<i>Auxis thazard</i>	1		4	5
<i>Katsuwonus pelamis</i>	58	8	3	69
<i>Thunnus atlanticus</i>	20	7	1	28

## PRODUCCIÓN PESQUERA

De acuerdo a las estadísticas de SAGARPA en Chetumal, se obtuvo un total de 1,077.5 toneladas de atún y especies afines durante el período que comprende de 2000 a 2014. Se pudo observar (Fig. 10) que las menores capturas estuvieron registradas del 2002 al 2007, correspondientes a los años 2002 y 2007 con 5,175 y 5,330 kg respectivamente. A partir del 2008 hubo un incremento de la captura de atunes y especies afines, logrando su punto máximo en 2009 con 251,962kg. Posteriormente se registra una disminución de las mismas, pero en general mantienen una cifra relativamente alta de captura (140,280 kg).

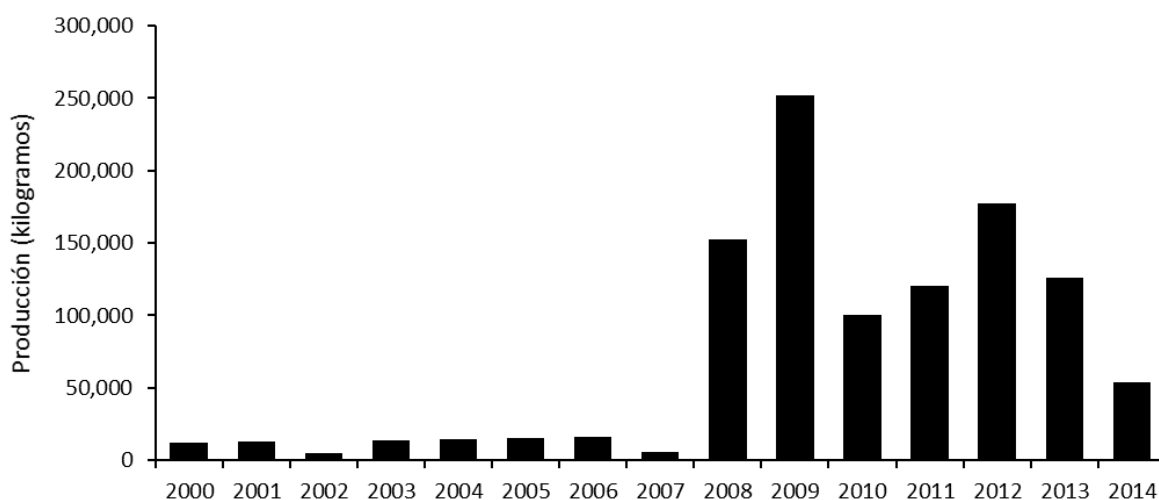


Figura 10. Volumen de la producción pesquera anual en peso vivo de atunes y especies a fines durante 2000-2014.

SAGARPA categoriza las especies de escómbridos de la siguiente forma: reconoce como “atún” indistintamente a las especies *T. atlanticus*, *K. pelamis*; como “bonito” a las especies *S. sarda*, *E. alletteratus* y *K. pelamis*; el grupo “macarela” incluye a las especies del género *Scomber*, como “sierra” a las especies de *S. maculatus* y *S. regalis*; al “peto o wahoo” a la especie *A. solandri* y a partir del 2008 categoriza al “carito” como *S. cavalla*. El carito, la sierra y el bonito son las especies que más aportaron a la producción pesquera durante 2000-2014 representando el 81.7%, 10.2% y 7.7% respectivamente. Los máximos de captura por categoría fueron en los años 2009 para el carito, en el 2001 para la sierra y en 2012 para el bonito. El resto de las especies (atún, macarela y peto) representaron solo el 0.3% del total de producción (Tabla 5).

Tabla 5. Volumen (kilogramos) de la producción anual en peso vivo de las especies de escómbridos capturados durante 2000-2014.

años	atún	bonito	carito	sierra	macarela	peto
2000	179	289	-	11,918	100	-
2001	100	69	-	12,452	62	218
2002	-	-	-	5,106	41	28
2003	519	1,381	-	11,082	301	717
2004	22	4,542	-	9,881	150	127
2005	-	7,087	-	7,892	-	-
2006	-	4,793	-	11,126	-	19
2007	-	3,251	-	2,079	-	-
2008	-	8,729	140,291	3,076	-	14
2009	-	13,161	230,327	8,474	-	-
2010	-	5,864	88,722	5,825	-	-
2011	-	1,183	115,407	3,606	-	-
2012	50	17,870	154,297	5,285	-	-
2013	15	13,876	102,908	8,027	-	923
2014	-	1,116	48,627	4,289	-	-

### Producción por localidad

Los datos oficiales de SAGARPA permitieron observar que las mayores contribuciones a la captura de atunes y especies afines se registraron en las localidades norteñas del estado: Holbox (866,705 kg), Cancún (162,047 kg.) e Isla Mujeres (39,074 kg.); mientras que las menores capturas se registraron en las localidades del centro y sur del estado: Tulum (4,827 kg), Cozumel (1,193 kg) y Chetumal (3,646 kg).

### Holbox

En Holbox solo se registró carito (795,927 kg), sierra (56,675 kg) y bonito (14,103 kg). El carito se empezó a reportar en las bitácoras a partir del 2008, con una producción promedio de 113,703 kg por año, con un máximo (217,267 kg) de

producción en 2009 y un mínimo (45,599 kg) en 2014. La sierra tuvo una producción mucho menor pero constante todos los años, con un promedio de captura anual de 3,778 kg, su máximo valor (7,854 kg) se registró en 2001 y su mínimo (576 kg) en 2007. Por su parte el bonito, en general tuvo bajas capturas entre 2000 y 2007, su promedio de captura anual fue de 1,282 kg, posteriormente su máximo valor de captura fue de 7,389 kg en 2008 y su mínimo de 123 kg en 2005 (Fig. 11a).

### **Isla Mujeres**

En Isla Mujeres se registró predominantemente dos recursos: el bonito (22,229 kg) y la sierra (16,633 kg). Adicionalmente se tienen registros de peto (150 kg), macarela (35 kg), carito (20 kg) y atún (7 kg). El bonito fue el recurso con mayor producción contando con un promedio anual de captura de 2,223 kg, y su producción fue sostenida desde 2003 hasta 2010 cuando alcanzó su máximo valor de captura (4,640 kg). En 2011 y 2012 no se registró captura de bonito, pero nuevamente en 2013 se registró una captura alta de 3,000 kg (Fig. 11b). La sierra registró sus máximas capturas entre 2000 y 2003, posteriormente disminuyó en forma continua del 2004 al 2008. Posteriormente se registraron capturas entre 850 y 1,267 kg en 2009 y 2011; en 2013 se reportó una captura significativamente alta de 2,468 kg (Fig. 11b).

### **Cancún**

En Cancún se reportó carito (84,363 kg), bonito (46,516 kg), sierra (29,418 kg), peto (1,118 kg), macarela (619 kg) y atún (13 kg). En general los valores más altos de captura, al menos para bonito, carito y sierra, se registraron entre 2007 y 2014 (Fig. 11c). El carito registró un promedio de captura de 12,052 kg con un máximo de captura en 2012 (16,568 kg) y un mínimo en 2014 (3,028 kg). El bonito alcanzó una producción promedio de 4,651 kg, su valor más alto de captura fue en 2012 (15,500 kg) y su mínimo en 2011 (820 kg) aunque también presentó otros valores altos de captura en 2009 y previamente en 2005 y 2006. La sierra alcanzó un promedio de



2,101 kg registrando su máximo valor de captura en 2003 (6,523 kg) y su mínimo en 2002 (126 kg), en general sus capturas sostenidas fueron relativamente mayores entre 2000 y 2007. El registro de peto solo se tiene para los años 2001 y 2013 haciendo un total de 1,118 kg. La macarela se registró durante los primeros 5 años con muy poca producción (619 kg) en todo el período. El atún solo tuvo un registro de 13 kg en 2012 (Fig. 11c).

### **Cozumel**

La localidad de Cozumel reportó capturas de atún, bonito y sierra entre el 2001 y el 2006. El atún alcanzó una captura total acumulada de 637 kg; el bonito 300 kg en 2003 y la sierra reportada durante los años 2000, 2001, 2003, 2004 y 2006 que en conjunto alcanzaron 256 kg (Fig. 11d). Esta fue la localidad en la región con las aportaciones más destacadas de atún en comparación con las otras.

### **Tulum y Chetumal**

Tulum registró sierra (3,576 kg), peto (755 kg), carito (254 kg), atún (213 kg) y bonito (30 kg) (Fig. 11e). En general las capturas en Tulum fueron bajas, la sierra con la mayor aportación tuvo una producción constante durante 2002 al 2011 con un máximo de captura (1446 kg) en 2008 (Fig. 11e).

En Chetumal el único recurso en las estadísticas de SAGARPA fue la sierra con 3,560 kg de producción acumulada entre 2000 al 2013 (Fig. 11f), siendo 2000-2002, 2004-2005 y 2008 los años con aportaciones por arriba de los 300 kg. Otros recursos reportados también en esta localidad fueron el bonito (33 kg), el peto (23 kg) y el atún (15 kg). A pesar de que la sierra fue el recurso con mayor producción en Chetumal, sus capturas fueron significativamente bajas en comparación con las otras localidades, con excepción de Cozumel, donde las capturas fueron de 256 kg (Fig. 11d). En 2014 no hubo registro alguno de producción pesquera para la localidad de Chetumal.

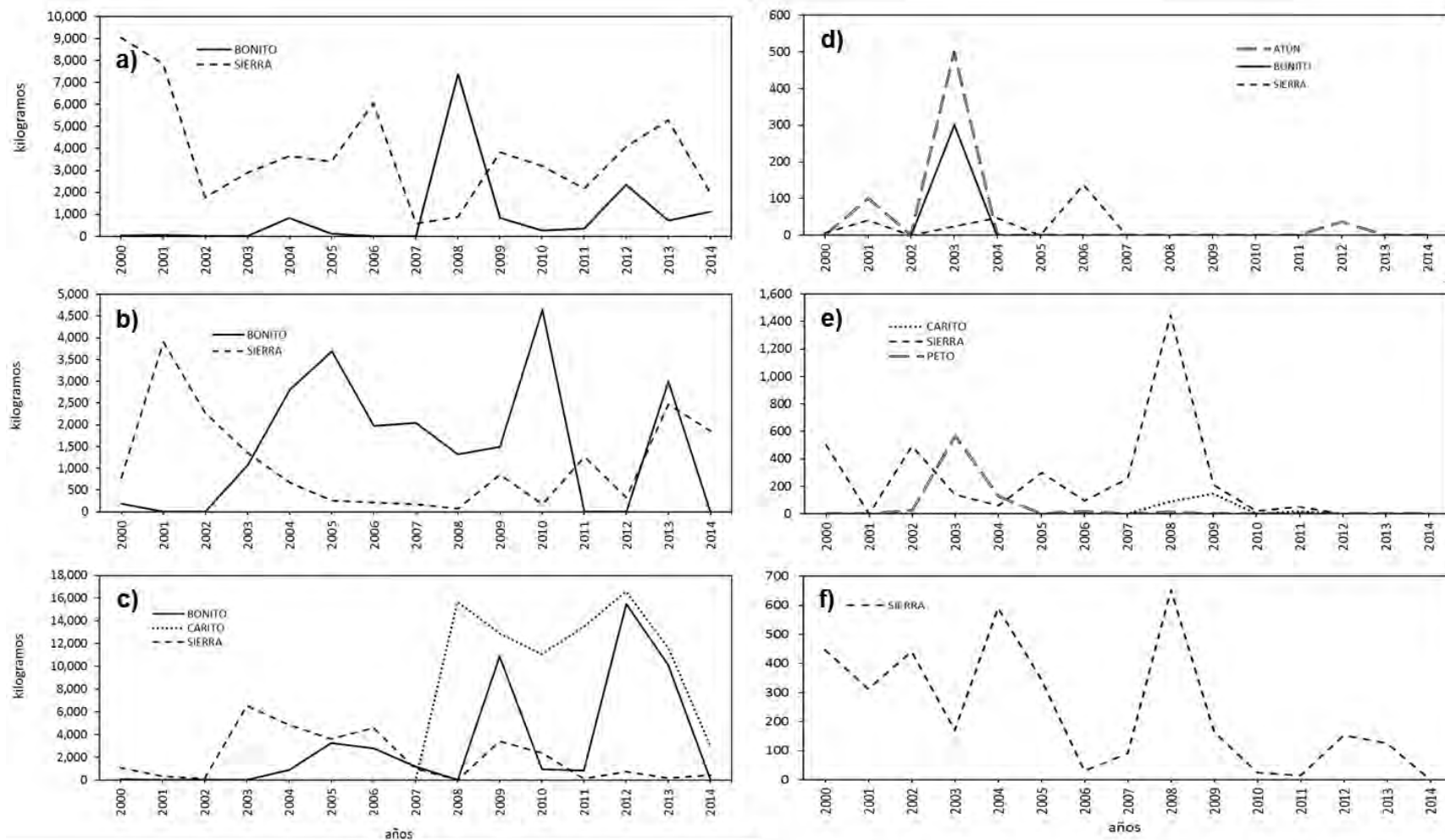


Figura 11. Producción pesquera anual en peso vivo, según localidades y principales especies durante 2000-2014. a) I. Holbox, b) I. Mujeres, c) Cancún, d) Cozumel, e) Tulum, f) Chetumal.

## **Producción temporal**

La producción acumulada mensual durante el período 2000-2014 permite observar que las mayores capturas de atunes y especies afines se registraron entre los meses de noviembre a marzo. A partir de abril se registró una disminución significativa en las capturas, siendo las mínimas en agosto (7,325 kg). Los meses con mayor producción pesquera del 2000-2014 fueron: enero con un 18.4% y febrero con 24.4% (Fig. 12).

**Carito.**- Durante los meses de noviembre a marzo se registraron las mayores capturas, representando el 86 % de la producción total acumulada, siendo febrero el mes el de mayor producción (199,072 kg). Posteriormente se da una disminución progresiva en las capturas de este recurso de marzo a agosto. Las capturas mínimas ocurrieron entre julio y agosto, 885 kg y 703 kg, respectivamente (Fig. 12).

**Sierra.**- De diciembre a marzo la sierra presentó los valores más altos de producción acumulada, por arriba de los 10,700 kg. También febrero fue el mes con el valor más alto de producción acumulada (21,913 kg). La disminución de las capturas de sierra fue progresiva de marzo a agosto, en este último mes se registró la captura mínima (3,138 kg) (Fig. 12).

**Bonito.**- El patrón de producción para este recurso fue diferente a lo observado con Carito y Sierra. Los máximos valores de producción acumulada se registraron en los meses de mayo, junio y diciembre con valores de 12,183 kg, 17,311 kg, y 11,917 kg, respectivamente. El mes de septiembre registró los valores más bajos (934 kg) de producción acumulada (Fig. 12).

**Atún.**- Los valores de captura para este recurso fueron extremadamente bajos. De mayo a julio se registraron los valores más altos de producción mensual acumulada que oscilaron entre 116 y 413 kg. Durante los meses de febrero, marzo, septiembre, noviembre y diciembre no hubo registro de capturas.

**Macarela.** Los valores de captura de macarela oscilaron entre 10 y 345 kg entre los meses de enero a julio, ligeramente menores a los datos de captura de atún. El mes

de mayo fue el de mayor producción acumulada mensual y febrero el mínimo. Los demás meses no hubo registro de macarela.

**Peto.** Este recurso se registró durante casi todos los meses, excepto noviembre. La captura máxima fue registrada en diciembre (900 kg), mientras que los meses de abril (423 kg) y mayo (363 kg) también tuvieron capturas relativamente altas. El mes de agosto registró la menor producción (6 kg).

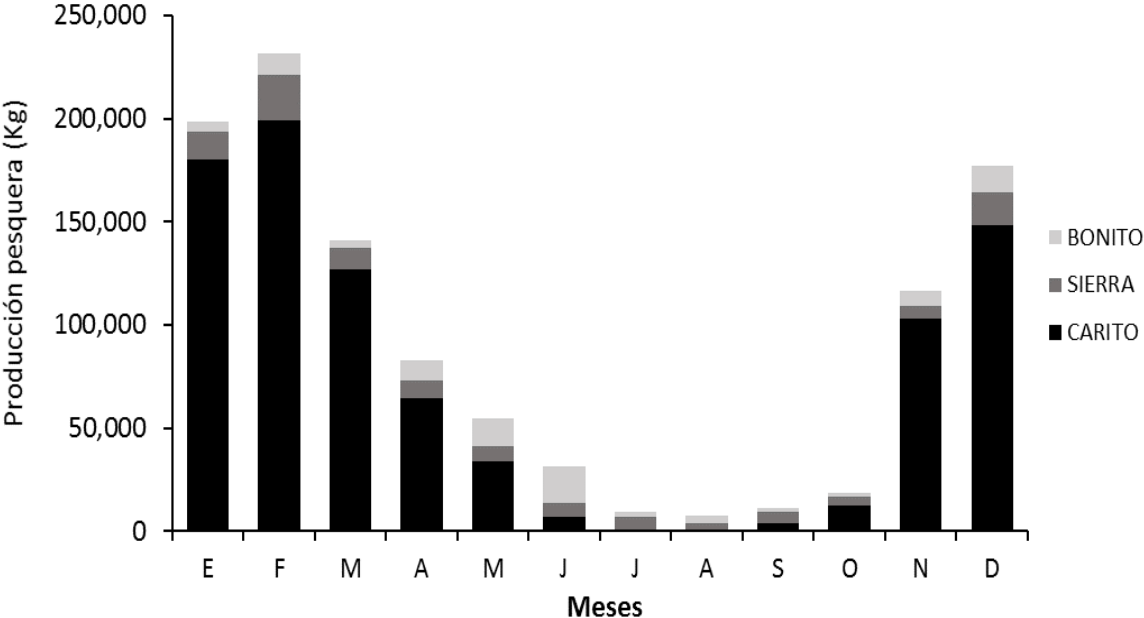


Figura 12. Producción acumulada de las principales especies de atunes y especies afines por mes para el período 2000-2014 (SAGARPA).

## Producción por localidad (febrero-abril)

### Holbox

De entre todas las localidades analizadas, Holbox registró la mayor producción pesquera de Quintana Roo para los recursos de atunes y especies afines. Destacan las aportaciones de tres recursos de atunes (carito, sierra y bonito), sobresaliendo **el carito** por sus altas capturas del 2008 al 2014. Para los años anteriores (2000-2007) no hay registros. En general el carito estuvo presente en todos los meses de febrero hasta abril (Fig. 13a). La mayor producción acumulada de carito se registró en febrero con 175,827 kg seguida de marzo (117,480 kg). **El bonito** siguió un patrón relativamente similar al carito. Su máxima producción acumulada mensual ocurrió en febrero (3,149 kg) seguida de marzo (1,720 kg). **La sierra** registró las capturas más altas de producción en febrero (9,207 kg) mientras que marzo y abril estuvieron por debajo de los 7,000 kg. No se registraron capturas de sierra durante marzo y abril de 2007, 2008 y 2012 y durante abril y febrero de 2009 y 2010 respectivamente (Fig. 13a).

### Isla Mujeres

La localidad de Isla Mujeres registró información de captura acumulada mensual de bonito (9,040 kg) y sierra (7,072 kg). Sin embargo, éstas fueron significativamente menores a las registradas para Holbox. Para el **bonito**, hay registros de capturas solo para los años 2004 y 2005, y del 2007 al 2010. El máximo registro de captura fue en febrero de 2010 con 3,000 kg. El patrón de capturas de bonito fue recurrentemente alto para el mes de abril de los años antes mencionados (Fig. 13b). Lo anterior explica que abril registró la mayor producción acumulada mensual. La **sierra** predominó durante febrero, registrando su máximo en 2001 y 2002 (1,963 kg y 1,020 kg respectivamente) (Fig. 13b). La máxima captura acumulada mensual fue en febrero (5,239 kg). Otro recurso registrado fue el peto durante abril de 2003 con 150 kg.

## Cancún

La localidad de Cancún reportó capturas a lo largo del período 2000 a 2014 para tres recursos de atunes y especies afines; carito (37,702 kg), sierra (10,554 kg) y bonito (7,755 kg). Un recurso también registrado fue la macarela, aunque en muy bajas capturas. **El bonito** se registró durante los años 2004-2006 y 2011-2013 (Fig. 13c), con una producción máxima acumulada mensual durante abril (4,135 kg), durante febrero se registró una cantidad menor (3,470 kg). **El carito** estuvo bien representado durante febrero a abril de todos los años, excepto en el mes de febrero de 2009 y el mes de abril en los años 2010 al 2012 (Fig. 13c), su mayor producción acumulada la registró durante el mes de febrero con 23,205 kg. En cuanto a la **sierra**, las mayores frecuencias de captura fueron en febrero y marzo, con su máximo en febrero de 2005 con 2,431 kg (Fig. 13c). La máxima captura acumulada mensual (7,006 kg) ocurrió en febrero. **La macarela** solo se reportó durante los tres meses (febrero-abril) de 2000 y en marzo de 2004 con un acumulado de producción mensual de 222 kg.

## Cozumel-Tulum-Chetumal

Como ya se mencionó las localidades del centro y sur reportaron una producción acumulada mensual mucho menor a las reportadas en el norte de Quintana Roo. Cozumel solo reportó el recurso sierra con 82 kg como producción acumulada (Fig. 14a). **Tulum** reportó un acumulado mensual de 645 kg de **sierra**, y se registró en varios años durante el período de estudio. En el mes de marzo se registró el acumulado mensual de producción más alto (169 kg) (Fig. 14b). Otros recursos registrados en Tulum fueron: **el peto** con un acumulado de 383 kg, registrado durante febrero (2003), marzo (2003 y 2004) y abril (2003 y 2004) (Fig. 14b); **el atún** con un acumulado de 47 kg, registrado durante abril (2000 y 2003); y el bonito con 4 kg reportado en abril (2007). **Chetumal** reportó únicamente el recurso **sierra** (748 kg), y los registros de captura estuvieron casi todo el período de estudio. Durante febrero y marzo se alcanzaron los mayores registros de captura (Fig. 14c), con acumulados de producción mensual de 290 y 250 kg respectivamente.

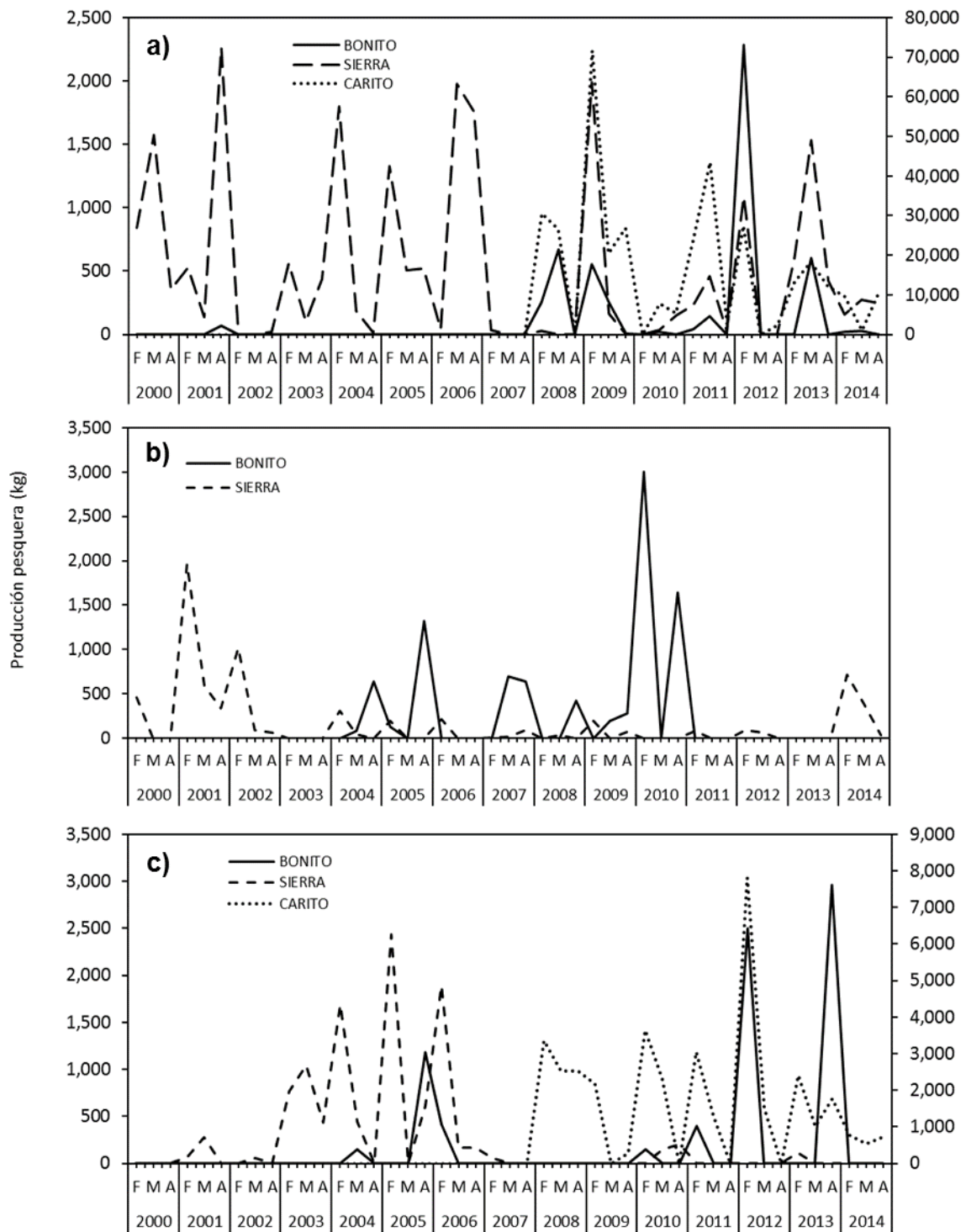


Figura 13. Producción acumulada (Kg) de atunes y especies afines de febrero, marzo y abril durante el período 2000 al 2014. a) Holbox, b) I. Mujeres, c) Cancún.

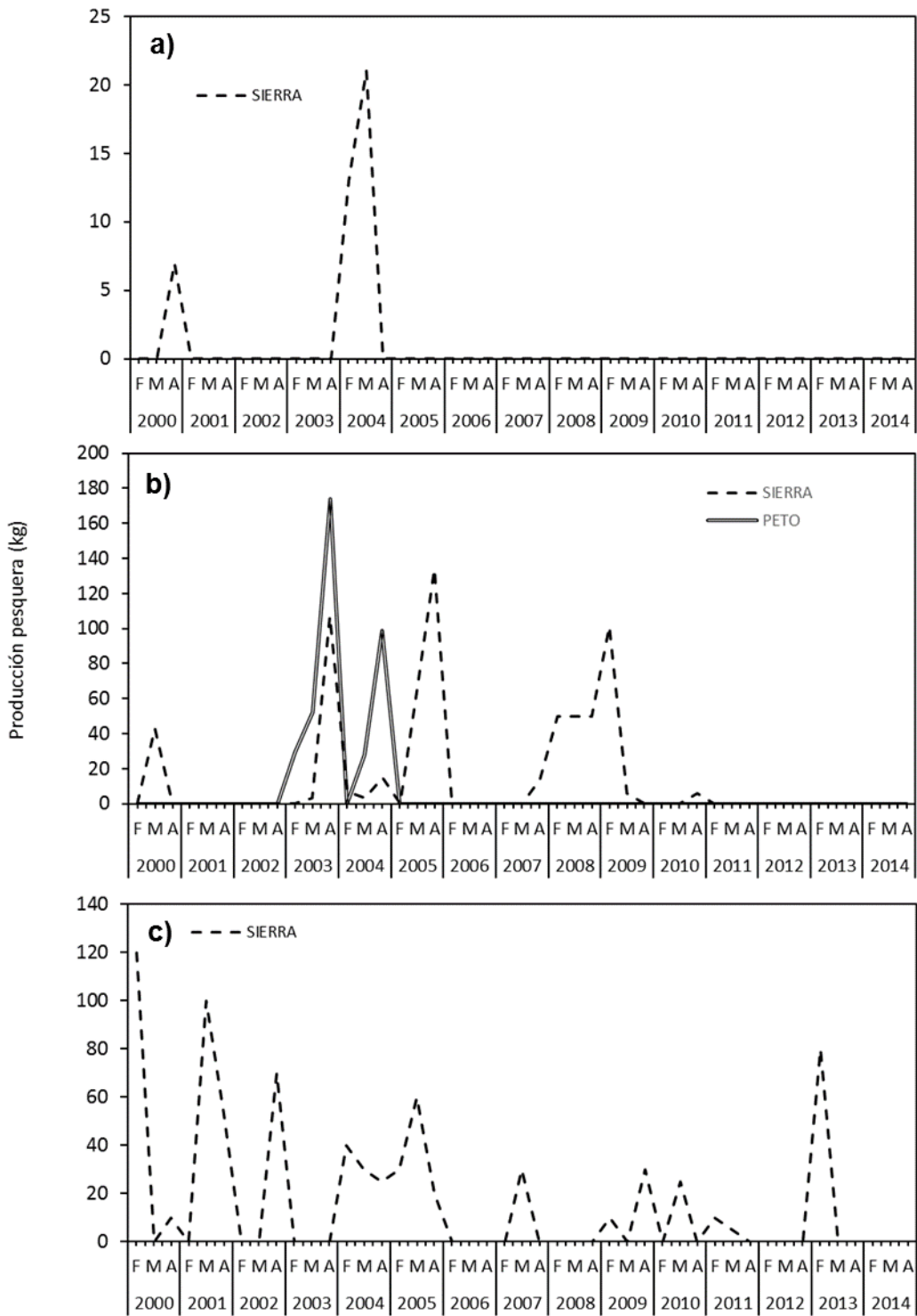


Figura 14. Producción acumulada de atunes y especies afines de febrero, marzo y abril durante el período 2000 al 2014. a) Cozumel, b) Tulum, c) Chetumal.



## DISCUSIÓN

El presente trabajo muestra por primera vez un análisis pormenorizado de la distribución de la abundancia de larvas peces de varias especies de atunes y afines, algunos de ellos constituyen recursos de importancia pesquera regional. Además, se presenta información sobre estadísticas pesqueras de SAGARPA obtenidas de bitácoras oficiales de SAGARPA para algunos de los atunes y especies afines.

En la literatura se han reportado dieciséis especies de escómbridos (atunes y afines) que se distribuyen y desovan en el área pesquera 31 de la FAO, la cual corresponde al Atlántico Centro-Occidental e incluye el Golfo de México y Mar Caribe (Collette, 2003; Richards, 2006). Para el Caribe mexicano, Schmitter-Soto y colaboradores (2000) registraron once especies de las cuales solo tres corresponden a peces adultos (*A. solandri*, *S. cavalla* y *S. regalis*), mientras que el mayor número de especies de escómbridos corresponden a especies en estadio larval (*A. rochei*, *A. thazard*, *K. pelamis*, *S. cavalla*, *T. alalunga*, *T. albacares*, *T. atlanticus*, *T. obesus* y *T. thynnus*).

Posteriormente, Valdez-Moreno y colaboradores (2010) registran siete especies de escómbridos para el Caribe mexicano todas ellas identificadas mediante la técnica genética conocida como Barcode, de las cuales tres especies (*E. alleteratus*, *K. pelamis* y *T. atlanticus*) se anexan a la lista de escómbridos adultos.

Otras adiciones sobre escómbridos en la región caribeña mexicana son los trabajos de Muhling y colaboradores (2011) quienes registraron tres larvas del atún rojo *T. thynnus*; De la Parra Venegas y colaboradores (2011) identificaron por primera vez huevos de bacoreta (*E. alleteratus*) como el principal alimento del tiburón ballena; y un estudio realizado en la región sur del Caribe mexicano y parte norte de Belice donde se identifican por primera vez huevos de peces de la melva (*A. thazard*), el barrilete (*K. pelamis*) y el atún aleta negra (*T. atlanticus*) (Leyva-Cruz et al., 2016). Todos estos estudios utilizaron técnicas genéticas entre ellas la conocida como Barcode para la identificación de huevos y larvas de peces.

En el presente trabajo fue posible identificar larvas de peces de escómbridos a todo lo largo del Caribe mexicano durante el mes de marzo y el primer día de abril del 2006. Se identificaron larvas de siete especies (*A. solandri*, *A. rochei*, *A. thazard*, *E. alletaratus*, *K. pelamis*, *S. colias* y *T. atlanticus*) las cuales fueron inicialmente identificadas solo en base a su morfología. Sin embargo, con la aplicación de la técnica genética (Barcode) fue posible corroborar las identificaciones de las larvas de *A. thazard*, *K. pelamis* y *T. atlanticus*, lo que da certeza a la precisa identificación de las especies de escómbridos aquí consideradas y que son difíciles de diferenciar en tallas pequeñas (Richards, 1976). Se registra por primera vez a *S colias*, esta especie ha sido registrada en otras zonas del Atlántico, pero no en el Mar Caribe mexicano (Collette et al., 2011; Page et al. 2013). Y aunque no se corroboró genéticamente, se comparó con un registro secuenciado del Golfo de México ([www.boldsystems.org](http://www.boldsystems.org)).

Con respecto a la abundancia, los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con lo reportado por Richards y Potthoff (1979) para el Golfo de México, Pereiro-Abreu y Frías-Fonseca (2010) para el Caribe y Olvera-Limas y colaboradores (1988) en el GOM y Caribe mexicano, ya que al igual que estos autores, se encontró que las especies más abundantes y frecuentes fueron: *K. pelamis* y *T. atlanticus* con 66.4% y 27.4% respectivamente.

En la parte americana del GOM, Kelley y colaboradores (1985) encontraron que *K. pelamis* ocurre predominante en abril-junio y octubre, mientras que *T. atlanticus* se registró de abril-diciembre, aunque con picos de abundancia durante mayo y junio. Por su parte Pereiro-Abreu y Frías-Fonseca (2010), en la parte sur de Cuba, reportaron altas ocurrencias de dichas especies durante abril, mientras que Guevara-Rascado (2008) refirió mayo y junio para *K. pelamis* para el Caribe mexicano. Otros autores han realizado trabajos sobre distribución de larvas de escómbridos en la región del Caribe mayormente durante los meses de mayo a noviembre (Olvera-Limas et al., 1988, Ramírez-Estévez et al., 1993), por lo tanto, el presente estudio es el primero que presenta información para el mes de marzo

(2006), lo que permite generalizar que ambas especies desovan durante primavera y verano (Collette y Nauen, 1983).

Los resultados del presente estudio registraron las mayores abundancias de larvas de escómbridos en la zona sur del Caribe mexicano, cercanas a Banco Chinchorro. Esta área ha sido reportada como una zona importante de desove de peces incluyendo algunos escómbridos (De la Parra Venegas et al., 2011; Leyva-Cruz, 2011; Muhling et al., 2013). La importancia de esta zona fue validada posteriormente en un estudio donde se identificaron los huevos de peces de más de 41 especies, destacando de forma significativa *A. thazard*, *K. pelamis* y *T. atlanticus* (Leyva-Cruz et al., 2016).

Las especies dominantes, el barrilete y atún aleta negra se encontraron en mayor abundancia en estaciones de la zona sur con el 61% para *K. pelamis* y el 50% para *T. atlanticus*, con una fuerte tendencia hacia estaciones cercanas a la costa para ambas especies, aunque la zona central también presentó abundancias significativas con 27% y 43% para *K. pelamis* y *T. atlanticus* respectivamente, en esta zona *K. pelamis* se distribuyó tanto en estaciones cercanas a la costa como oceánicas. Mientras que *T. atlanticus* siguió con la misma tendencia de la zona sur. Este resultado coincide con lo encontrado por Leyva-Cruz y colaboradores (2016) quienes registraron huevos de *K. pelamis* en estaciones oceánicas y de *T. atlanticus* en estaciones más costeras, cercanas a B. Chinchorro. En general esto explica la distribución con tendencia nerítica de *K. pelamis*, ya que esta es una especie oceánica (Collette, 2003; Juan-Jordá et al., 2013).

Otros estudios realizados en el GOM (Juárez, 1976; Kelley et al. 1985; Ramírez-Estévez y Ornelas-Roa 1991; Richards et al., 1993) también reportan al género *Auxis* spp., *A. thazard* y *E. alletteratus* con valores altos de abundancia durante mayo – junio. En el Caribe mexicano De la Parra Venegas y colaboradores (2011) encontraron huevos de *E. alletteratus* en grandes cantidades durante el mes de septiembre. Sin embargo, en marzo 2006 del presente estudio dichas especies fueron encontradas en bajas densidades y esto podría atribuirse a diversos factores, entre ellos la temporalidad reproductiva. Los huevos de peces de *E. alletteratus* se

han registrado en altas abundancias desde junio hasta septiembre en aguas al norte del Caribe mexicano, localizados precisamente en las áreas de alimentación del tiburón ballena (Vásquez-Yeomans, com. Personal). A pesar de las elevadas abundancias de huevos de *E. alletteratus*, las larvas de fueron escasas y esto podría estar relacionado con la dinámica oceanográfica de esta región norteña del Caribe mexicano, donde se han observado velocidades de corrientes mayores (Carrillo et al., 2015). Este factor podría influir en la dispersión de los huevos del *E. alletteratus* hacia el GOM.

Sobre el peto (*A. solandri*) hay muy poca información a nivel larval. En aguas del GOM, Kelley y colaboradores (1985) registraron solo cuatro larvas de *A. solandri*, como resultado de la revisión de poco más de mil muestras colectadas a lo largo de dos años. Mientras que Richards y colaboradores (1993), registraron larvas de *A. solandri* en muy bajas densidades de muestras de más de ochenta estaciones en el GOM durante abril a mayo. Otro estudio realizado en el GOM reportó únicamente dos larvas de *A. solandri* a partir del análisis de muestras colectadas de una serie de cruceros de 1982-1999 (Lyczkowski-Shultz et al. 2004). Lo anterior demuestra que *A. solnadri* es una especie de escómbrido rara en muestras de plancton. Sin embargo, en este estudio que comprendió la revisión y análisis de muestras de 49 estaciones durante marzo 2006 se encontró una larva de peto. Lo anterior se debe probablemente a que *A. solandri* es una especie de rápido crecimiento con respecto a otros escómbridos y podría evadir la red con facilidad (Juan-Jordá, 2013). En el Caribe mexicano es muy importante para la pesca deportiva, y hoy en día existe un torneo específico sobre ella, pero no existen análisis sobre el estado de su pesquería ([www.pescandoenelcaribe.com](http://www.pescandoenelcaribe.com)). A partir de esta revisión, es evidente la falta de estudios sobre la distribución y abundancia larval de esta especie, pues es además un recurso pesquero que se aprovecha en todo el país (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011).

Por otro lado, tal como lo menciona Richards (1976) las larvas pequeñas (menores a 3,0 mm LE) son muy difíciles de identificar debido a la similitud morfológica entre las especies. Sin embargo, en este estudio se identificaron larvas de tallas menores

a 2,0 mm LE y estas fueron corroboradas mediante la técnica de BARCODE dos especies: *K. pelamis*, *T. atlanticus*. Mientras que *A. thazard* se corroboró en tallas mayores a 7.0 mm LE y solo una de menor tamaño (3.5 mm LN), probablemente debido a que no hubo desove reciente (Juan-Jordá et al., 2013), ya que esta especie se encontró con poca frecuencia y en su mayoría en tallas mayores a 7.0 mm LE.

Las descripciones larvales existentes para varias especies de escómbridos muestran tallas mínimas de: 2.9 mm LN para *S. colias*, 3.5 mm LN para *A. rochei*, 4.5 mm LN para *A. thazard*, 5.5 mm LN para *E. alletteratus*, 3.7 mm LN para *K. pelamis*, 5.1 mm LN para *T. atlanticus* y 2.8 mm LN para *A. solandri* (Matsumoto, 1958 y 1972; Richards 2006). Entre las larvas capturadas en el Caribe mexicano como parte de este estudio se registraron tallas menores a las antes mencionadas, sobresaliendo *T. atlanticus* con una talla mínima de 1.6 mm LN y *K. pelamis* con 1.7 mm LN. Los resultados del presente estudio son nuevos y complementan la información previa presentada por Richards (2006).

Estudios previos en el GOM han registrado tallas para *K. pelamis* de entre 2 a 10.5 mm con predominio de tallas pequeñas de entre 2.6 a 5.5 mm LE (Richards, 1969; Guevara-Rascado et al., 2008); en el Caribe mexicano Olvera-Limas y colaboradores (1988) registraron tallas para *K. pelamis* y *T. atlanticus* de 2.0 a 6.0 mm y 2.0 a 8.0 mm de LE respectivamente, con predominio de entre 3.0 a 5.0 mm LE para barrilete y 2.0 a 5.0 mm de LE para atún aleta negra. El presente trabajo (marzo 2006) registró tallas de entre 1.7 a 8.5 mm LE para el barrilete y 1.6 a 12 mm LE para el atún aleta negra, la distribución de frecuencia de tallas para *K. pelamis* y *T. atlanticus* estuvo fuertemente sesgada (92% y 91% respectivamente) hacia el intervalo de tallas pequeñas (2 a 5 mm LE) para las dos especies.

El hecho que el mayor porcentaje que larvas de escómbridos se encontrarán en los primeros estadios (preflexión 74% y flexión 20%), y que estas primeras fases ocurrieran mayormente en la zona sur y central del Caribe mexicano nos sugieren que el desove de atunes y especies afines está bien localizado y nuestros resultados corroboran los hallazgos de Leyva-Cruz (2016).

Estos resultados dejan ver la necesidad de realizar estudios finos sobre la distribución y abundancia de las primeras fases de desarrollo de éstas valiosas especies, pero no solo de ellas sino de un gran número de especies tanto de importancia ecológica como económica que nos permita conocer la densidad de la población desovante en el Caribe mexicano. Además, a partir de esta información será posible establecer los hábitats preferenciales de estas especies y las posibles variables físico-biológicas que pudieran influir en su distribución espacial y temporal.

### **Estado de los recursos pesqueros en Quintana Roo**

A nivel mundial el 60% aproximadamente de los atunes están plenamente explotados y hasta un 35% se han agotado, y solo unas pocas especies están poco explotadas, principalmente el listado o barrilete (FAO, 2010). En el Caribe, Cuba explota la pesquería principalmente de atún aleta negra y barrilete (Carles y Valle, 1992). En México la pesquería de los túnidos es la segunda de importancia en cuanto al volumen de captura y segunda en valor económico; en el GOM y Caribe mexicano es la novena (CONAPESCA, 2013). Mientras que en el estado de Quintana Roo, se desarrolla como una pesquería de pequeña escala y de la cual no hay seguimiento en cuanto a las estadísticas de producción pesquera (Sosa-Cordero y Ramírez-González, 2011; Enríquez, 2017).

Para los atunes y especies afines se extrajeron datos de capturas a partir de la información histórica contenida en las bitácoras de SAGARPA. A través de esta información analizada es factible obtener una primera aproximación sobre la contribución de estas especies a la producción pesquera de Quintana Roo. La información aquí analizada es inédita para la región debido a esto, no resulta sencillo establecer algún patrón sobre tendencias de capturas ya que no existen análisis previos sobre la región del Caribe mexicano. Sin embargo, se debe considerar la falta de información en las bitácoras debido a que la información registrada no necesariamente coincide con lo reportado a nivel nacional por la SAGARPA para los atunes y afines; quizá porque los atunes y especies afines son

considerados de menor importancia económica en la región (Sosa-Cordero y Ramírez-González, 2011) o simplemente porque no se registra la información. Por tanto, de este estudio se desprende la propuesta de enfocar esfuerzos al análisis de las capturas a partir de las bitácoras de SAGARPA a fin de establecer patrones espacio-temporales claros.

Las especies de escómbridos que se reportaron para Quintana Roo durante 2000 al 2014) de acuerdo con SAGARPA son: wahoo o peto (*A. solandri*), bonito (*Sarda sarda*, *E. alletteratus* y *K. pelamis*), carito (*S. cavalla*), sierra (*S. maculatus* y *S. regalis*), atún (*T. atlanticus* y *K. pelamis*) y macarela (genero *Scomber*). La mayoría de estas especies se capturan en la parte norte y centro de Quintana Roo, esta región es considerada la de mayor producción pesquera de Quintana Roo. Holbox y Cancún son las localidades donde se registran las mayores capturas de dichas especies debido a la demanda de los productos marinos provocado por el auge turístico de esas zonas (Sosa-Cordero y Ramírez-González, 2011).

Por su parte el carito (*S. cavalla*), la sierra (*S. maculatus* y *S. regalis*) y el bonito (*S. sarda*) se registraron todo el año, con incrementos de captura considerables durante los meses de noviembre-marzo para carito; diciembre-marzo para la sierra, ambos recursos con sus máximos acumulados durante febrero; mayo, junio y diciembre para el bonito. A pesar de ser las especies más capturadas en la región norteña (Holbox y Cancún) no hubo una correspondencia en cuanto a la ocurrencia y abundancia de sus larvas. Lo anterior podría atribuirse a varios factores entre otros, a la dinámica oceanográfica de la región y la temporalidad reproductiva. El carito (*S. cavalla*) y la sierra (*S. maculatus*) desovan de mayo a octubre (Collette y Nauen, 1983), mientras que para *S. regalis* no hay temporalidad evidente (Richards, 2006).

La sierra, *S. maculatus* es prácticamente la única especie capturada en la región sur, específicamente la Bahía de Chetumal durante 2000 a 2013, reportada durante todos los meses del período antes mencionado; Medina-Quej y Domínguez-Viveros (1997) reportaron previamente que en la Bahía de Chetumal, la pesquería de la sierra es sostenida por adultos tempranos de *S. maculatus* mayores a 40 cm y

menores a 50 cm durante los meses de octubre a diciembre y de marzo a junio durante 1989 y 1990 respectivamente.

El wahoo, el atún y la sierra, además de ser recursos de importancia comercial (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011), para nuestra región estas son especies muy apreciadas en la pesca deportiva (Medina Matos, 2004). Sin embargo, en el Caribe mexicano no hay análisis pesqueros sobre su estado. La información vertida en este trabajo es la extraída de las bitácoras de producción local de la SAGARPA y sentará un precedente, ya que actualmente no se cuenta con análisis que refleje el estado de estos recursos. Sin embargo, en algunos casos la información contenida en las bitácoras se presenta agrupada (no hacen diferenciación de especies) ya que es común que agrupen a los bonitos, túnidos, barrilete y albacora como atunes y al peto y carito como peto.

Solo dos especies de macarelas han sido reportadas como distribuidas en el Atlántico (*Scomber colias* y *S. scombrus*) (Page et al., 2013), de ellas tampoco existen registros previos en el Caribe mexicano; sin embargo, la SAGARPA reporta capturas de este recurso, por lo que se sospecha que las capturas reportadas como macarelas pertenezcan a las melveras (género *Auxis*) (Pedro Vega com. Personal). Nuevamente, existe una falta de información sobre estas especies. Los resultados de este trabajo reflejan la necesidad de llevar a cabo estudios que permitan definir aspectos biológicos, ecológicos y pesqueros de la familia Scombridae pues son especies de elevado valor económico. Esta información científica nos permitirá definir los sitios de reproducción y reclutamiento, conocer el estado real de la población que ocurre en nuestras costas; además explicar las variables hidrográficas que influyen en la distribución de las especies y todo esto para el desarrollo de una pesquería sustentable en nuestra región. Finalmente, los resultados de este estudio, evidencian la importancia de las campañas oceanográficas para poder realizar este tipo de estudios; y de las herramientas genéticas; que provee de sustento a las identificaciones realizadas y que en conjunto generan valiosa información científica.



## CONCLUSIONES

Este trabajo constituye la primera pieza integral del conocimiento de especies de la familia Scombridae (atunes y especies afines) para el Caribe mexicano, que involucra las fases tempranas de vida de los peces (estadios larvales) y las adultas desde el punto de vista pesquero.

A nivel larval se identificaron un total de siete especies de escómbridos. Las especies más abundantes y mejor representadas en la región fueron el barrilete (*Katsuwonus pelamis*) y el atún aleta negra (*Thunnus atlanticus*) presentes en 46 de las 49 estaciones.

Tres especies de escómbridos a nivel larval fueron identificadas mediante taxonomía y la técnica genética de código de barras de ADN (*Auxis thazard*, *K. pelamis* y *T. atlanticus*); taxonomía y ADN en conjunto son herramientas útiles para la correcta identificación de larvas de peces de esta familia.

La presencia de un par de larvas de macarela (*Scomber colias*) se registran por primera vez para México, en las costas del Caribe mexicano, esta especie está registrada para otras áreas de la región del Atlántico Centro Occidental (FAO-31) y ahora es registrada en el área de estudio.

Las especies más abundantes registradas en el área de estudio son similares a lo reportado en otras regiones del Mar Caribe y Golfo de México. En este estudio se corroboraron las especies reportadas.

En este estudio, la zona sur representa una zona interesante pues en ella ocurrieron las mayores concentraciones larvales (55.3%). Además, predominaron los estadios de preflexión y flexión. Mientras que la abundancia y distribución de larvas de escómbridos en el Caribe mexicano disminuyó progresivamente hacia el norte (10.6%). La misma tendencia se observó en la distribución de tallas; los estadios de preflexión y flexión se encontraron en las tres zonas, aunque la mayor densidad de larvas en ambos estadios se encontró en la zona sur, mientras que el estadio postflexión estuvo restringido a las zonas sur y centro.

Estos resultados muestran información valiosa para los tomadores de decisiones en cuanto a la implementación de estrategias de conservación en el Caribe mexicano, pues es una área de desove de atunes y especies afines.

Se presentan por primera vez estadísticas de producción pesquera de SAGARPA para atunes y especies afines con aproximadamente 1,077.5 toneladas para Quintana Roo durante 2000 al 2014. El carito (*S. cavalla*) es el recurso con mayor contribución a la pesca (81.7%) seguido del bonito (*Sarda* sp.) (10.2%) y la sierra (*S. maculatus* y *S. regalis*) (7.7%). Otras especies de escómbridos como el atún, la macarela y el peto tuvieron menor contribución (0.3%). La mayor producción pesquera para el período 2000 a 2014 la aportaron las localidades de la zona norte del estado, en donde destaca Holbox con 866,705 kg, Cancún con 162,047 kg e Isla Mujeres con 39,074 kg. Las localidades del centro y sur del estado (Tulum, Cozumel y Chetumal) tuvieron una menor contribución a la pesca.

Se reconoce la necesidad de llevar a cabo trabajos de investigación integrales en el Caribe Mexicano; que involucren las fases larvales para conocer los sitios de desarrollo y reclutamiento, impulsar la pesquería a través de estudios de factibilidad que permitan establecer a corto, mediano y largo plazo una pesquería de atunes y especies afines mediante un uso sustentable.

## LITERATURA CITADA

- Arreguín-Sánchez, F. y Arcos-Huitrón, E. 2011. La Pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica* 21(3): 431-462.
- Beltrán-Pimet, R., Ortega-García, S., Campos-Alfaro, T., Tome-Vázquez, A. y Bravo-Mendoza, F. 2001. Desarrollo de la industria atunera en Mazatlán, Sinaloa. En *El Vigía*, Órgano Informativo PNAAPD, Año 6 No. 12. p. 8.
- Caballero Pinzón, P.I. 2002. Artes de pesca empleadas en la Bahía de Chetumal del Estado de Quintana Roo, México. En: F.J. Rosado-May, R. Romero Mayo y A. de Jesús Navarrete (Eds.). *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la Bahía de Chetumal y su área de influencia*. Universidad de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo. 75-84.
- Carrillo, L., Johns, E.M., Smith, R.H., Lamkin, J.T., Largier, J.L., 2015. Pathways and hydrography in the Mesoamerican Barrier Reef System. Part 1: circulation. *Cont. Shelf Res.* 109: 164–176.
- Collette, B.B. 1995. Atunes, bacoretas, bonitos, caballas, estorninos, melva. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. III. Vertebrados: Part 2, 1521–1543.
- Collette, B.B., 2003. Family Scombridae Rafinesque 1815–mackerels, tunas, bonitos. *Calif. Acad. Sci. Annot. Checkl. Fish.* (19): 1- 28.
- Collette, B. B., Carpenter, K. E., Polidoro, B. A., Juan-Jordá, M. J., Boustany, A., Die, D. J., McManus, R. et al. 2011. High value and long life double Jeopardy for tunas and billfishes. *Sci.* 333(6040), 291-292.

Collette, B.B. y Nauen, C.E. 1983. FAO species catalogue. Vol. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish. Synop. (125) Vol. 2. p.137.

CONAPESCA. 2013. Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura 2013. SAGARPA.

Csirke, J. 2005. Panorama Mundial. Producción y Situación Mundial de los Recursos Pesqueros Marinos. En Examen de la situación de los recursos pesqueros marinos mundiales. FAO Doc. Téc. Pesc. No. 457. Roma p. 260.

De la Parra Venegas R, Hueter R., González Cano, J., Tyminski J., Gregorio Remolina J., et al. 2011. An Unprecedented Aggregation of Whale Sharks, *Rhincodon typus*, in Mexican Coastal Waters of the Caribbean Sea. PLoS ONE 6(4): e18994. doi:10.1371/journal.pone.0018994

Enriquez, E.I. 2017. Descripción y estado de la pesquería de meros en la zona norte de Quintana Roo con base en indicadores simples. Tesis Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. 69 pp.

FAO. 2010. El Estado mundial de la pesca y la acuicultura, 2009. Food & Agriculture Org., Roma, Italia.

FAO. s.f. Colecciones de estadísticas de pesca. Capturas nominales mundiales del atún. Consultado el 21 de noviembre de 2015. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Departamento de Pesca y Acuicultura: <http://www.fao.org/fishery/statistics/tuna-catches/es>

Fuiman, L.A. 2009. Special Considerationns of Fish Eggs and Larvae. In: Fuiman, L. A. y Werner, R. G. (Eds.). Fishery science: the unique contributions of early life stages. Oxford Blackwell. p. 1-32

- Guevara-Rascado, M., Cerecedo-Escudero, J. L. y Sánchez-Regalado, R. (2008). Distribución y abundancia de larvas del pez *Katsuwonus pelamis* (Perciformes: Scombridae) en el Golfo de México, 1982-1992. *Rev. Biol. Trop.*, 56(3), 1343-1359.
- Habtes, S., Muller-Karger, F. E., Roffer, M. A., Lamkin, J. T., y Muhling, B. A. 2014. A comparison of sampling methods for larvae of medium and large epipelagic fish species during spring SEAMAP ichthyoplankton surveys in the Gulf of Mexico. *Limnol. Oceanogr.*, 12(2), 86-101.
- Herrera Pavón, R. 2002. Peces de importancia para la pesca deportiva en la Bahía de Chetumal. En: Rosado-May, F. J., Romero Mayo, R. y de Jesús Navarrete, A. (Eds.). *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la Bahía de Chetumal y su área de influencia*. Universidad de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo. p 73-74.
- Hjort, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 20: 1–228.
- Ingram Jr, G. W., Richards, W. J., Lamkin, J. T., & Muhling, B. 2010. Annual indices of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) larvae in the Gulf of Mexico developed using delta-lognormal and multivariate models. *Aquat. Living Resour.*, 23(1): 35-47.
- Ivanova, N. V., Dewaard, J. R., y Hebert, P. D. 2006. An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering high-quality DNA. *Mol. Ecol. Resour.*, 6(4): 998–1002. doi.org/10.1111/j.1471-8286.2006.01428.x
- Ivanova, N.V. y Grainger, C. 2007. CCDB Sequencing Protocol for DNA Barcoding. Consultado el 19 de abril de 2018. [www.dnabarcoding.ca](http://www.dnabarcoding.ca)

- Juan-Jordá M.J., Mosqueira I., Freire J. y Dulvy N.K. 2013. The Conservation and Management of Tunas and Their Relatives: Setting Life History Research Priorities. PLoS ONE 8(8): e70405. doi.org/10.1371/journal.pone.0070405
- Juárez, M. 1976. Distribución de las formas larvarias de la familia Scombridae en el Golfo de México. Cuba. Rev. Invest. 1: 37-56.
- Kallasvuo, M., Vanhatalo, J. y Veneranta, I. 2017. Modeling the spatial distribution of larval fish abundance provides essential information for management. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 74: 636-649. dx.doi.org/10.1139/cjfas-2016-0008
- Kelley, S., Potthoff, T., Richards, W.J., Ejsymont, L. y Gartner, J. V. 1985. SEAMAP 1983-Ichthyoplankton. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFC-167. Southeast Fish. Cent., Natl. Mar. Fish. Serv., NOAA, Miami, FL 33149.
- Kendall A.W., Ahlstrom E.H. and Moser H.G. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. In: Ontogeny and Systematics of Fishes. Moser, H.G. y Richards, W.J. (Eds.). Allen Press INC., Lawrence, U.S.A., 11-22.
- Leis, J. M. 2006. Are larvae of demersal fishes plankton or nekton?. Adv. Mar. Biol., 51: 57-141. doi.org/10.1016/S0065-2881(06)51002-8
- Leyva-Cruz, E.M. 2011. Potencial de los códigos de barras para la identificación de huevos de peces marinos. Licenciatura. Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Leyva-Cruz, E., Vásquez-Yeomans, L., Carrillo, L., y Valdez-Moreno, M. 2016. Identifying pelagic fish eggs in the southeast Yucatan Peninsula using DNA barcodes. Genome, 59(12): 1117-1129. doi.org/10.1139/gen-2015-0151
- Lyczkowski-Shultz, J., Hanisko, D. S., Sulak, K. J. and Dennis III, G. D. 2004. Characterization of Ichthyoplankton within the U.S. Geological Survey's

Northeastern Gulf of Mexico Study Area - Based on Analysis of Southeast Area Monitoring and Assessment Program (SEAMAP) Sampling Surveys, 1982-1999. NEGOM Ichthyoplankton Synop. Final Report. SIR-2004-5059.

Majkowski, J. 2005. Temas especiales. Atunes y especies afines. En: Examen de la situación de los recursos pesqueros marinos mundiales. FAO Doc. Téc. Pesc. No. 457. Roma p. 260.

Matsumoto, W. M. 1958. Description and distribution of larvae of four species of tuna in central Pacific waters. U.S. Fish. Bull. 58 (128): 31-72.

Matsumoto, W.M., Ahlstrom, E.H., Jones, S., Klawe, W.L., Richards, W.J. and Ueyanagi, S. 1972. On the clarification of larval tuna identification. Fish Bull., 70(1): 1-12.

Medina Matos, R. 2004. La pesca deportivo-recreativa en Quintana Roo, México; Sport and recreational fishing in Quintana Roo. GCFI 55: 200-204.

Medina-Quej, A. y Domínguez-Viveros, M. 1997. Edad y crecimiento del *Scomberomorus maculatus* en la Bahía de Chetumal, México. Rev. Biol. Trop. 45(3): 1155-1161.

Muhling B.A., Lamkin J.T., Roffer M.A. 2010. Predicting the occurrence of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) larvae in the northern Gulf of Mexico: building a classification model from archival data. Fish. Oceanogr. 19: 526–539 doi.org/10.1111/j.1365-2419.2010.00562.x

Muhling, B., Lamkin, J.T. Quattro, J.M., Smith, R.H., Roberts, M.A., Roffer, M.A., y Ramírez K. 2011. Collection of larval bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) outside documented western Atlantic spawning grounds. Bull. Mar. Sci. 87(3): 687-694.

- Muhling, B. A., Smith, R. H., Vásquez–Yeomans, L., Lamkin, J. T., Johns, E. M., Carrillo, L., Sosa-Cordero, E y Malca, E. 2013. Larval fish assemblages and mesoscale oceanographic structure along the Mesoamerican Barrier Reef System. *Fish Oceanogr.* 22(5): 409-428.
- Puncher, G.N., Arrizabalaga H., Alemany, F., Cariani, A., Oray, I.K., Karakulak, F.S., et al. 2015. Molecular Identification of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*, Scombridae) Larvae and Development of a DNA Character-Based Identification Key for Mediterranean Scombrids. *PLoS ONE* 10(7): e0130407. doi:10.1371/journal.pone.0130407
- Olvera-Limas, R. M., Cerecedo, J.L. y Compéan, G.A. 1988. Distribución de larvas de túnidos en el Golfo de México y Mar Caribe; abundancia y biomasa de tres especies en la zona económica exclusiva. *Ciencia Pesquera. Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca. México.* 6: 119-140.
- Ordoñez-López, U. 2004. Dinámica temporal del ictioplancton asociado al arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo: Taxonomía, estructura de la comunidad, ensamblajes y su relación con el medio. Tesis de Doctorado. Mérida: CINVESTAV-IPN.
- Page, L. M., Espinosa-Pérez, H., Findley, L. T., Gilbert, C. R., Lea, R. N., Mandrak, N. E., Mayden, R. L. y Nelson, J. S. 2013. Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico, 7th edition. American Fisheries Society, Special Publication 34, Bethesda, Maryland.
- Pereiro-Abreu, Y. y Frías-Fonseca, M.P. 2010. Abundancia de larvas de peces de las familias Carangidae y Thunnidae, al Sur de Cuba en 2005. comportamiento de la temperatura superficial del mar.



- Ramírez-Estévez, A. y Ornelas-Roa R.M. 1991. Larval distribution and abundance of the Scombridae in Campeche sound, with emphasis on the frigate tunas (*Auxis* spp.). In: Larval fish recruitment and research in the Americas: proceedings of the thirteenth annual fish conference. NOAA Tech. Rep. NMFS, 95: 27-41.
- Ramírez-Estévez, A., Ornelas-Roa, M. y Olvera-Limas, R.M. 1993. Distribución y abundancia de larvas de la familia Scombridae en el Golfo de México y Mar Caribe. Ciencia Pesquera Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca. (9): 89-112.
- Ratnasingham, S., y Hebert, P. D. N. 2007. BOLD: The Barcode of Life Data System ([www.barcodinglife.org](http://www.barcodinglife.org)). Mol. Ecol. Notes (7): 355-364. doi: 10.1111/j.1471-8286.2006.01678.x.
- Richards, W.J. 1969. Distribution and relative apparent abundance of larval tunas collected in the Tropical Atlantic during equalant surveys I and II. Proc. Symp. Oceanogr. Fish. Resour. Trop. Atl.-Rev. Contrib. Pap. UNESCO, Paris, Pap, 25: 289-315.
- Richards, W.J. y Dove, G.R. 1971. Internal Development of Young Tunas of the Genera *Katsuwonus*, *Euthynnus*, *Auxis*, and *Thunnus* (Pisces, Scombridae). ASIH. 1971(1): 72-78.
- Richards, W. J. 1976. Spawning of Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) in the Atlantic Ocean and Adjacent Seas. ICCAT Col. Vol. Sci. Pap., 5(2), 267-278.
- Richards, W.J. y Potthoff, T. 1979, Larval Distributions of Scombrids (Other than Bluefin Tuna) and Swordfish in the Gulf of Mexico in the Spring of 1977 and 1978. ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap., 9(3): 680-694.

- Richards, W.J., Potthoff, T. y Kim, J. 1990. Problems identifying tuna larvae species (Pisces: Scombridae: Thunnus) from the Gulf of Mexico. *Fish. Bull.* 88(3): 607–609
- Richards, W. J., McGowan, M. F., Leming, T., Lamkin, J. T., & Kelley, S. 1993. Larval fish assemblages at the Loop Current boundary in the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 475-537.
- Richards, W.J. 2006. Scombridae: Mackerels and tunas. In: *Early Stages of Atlantic Fishes: An Identification Guide for the Western Central North Atlantic*. Boca Raton, CRC Press. p. 2187-2227.
- Schmitter Soto, J., Vásquez Yeomans, L., Aguilar Perera, A., Curiel Mondragón, C., y Caballero Vázquez, J. (2000). Lista de peces marinos del Caribe mexicano. *An. Inst. Biol. Serie Zoología*, 71(2): 143-177.
- Scott G.P., Turner S.C., Grimes C.B., Richards W.J., Brothers E.B. 1993 Indices of larval bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, abundance in the Gulf of Mexico: modeling variability in growth, mortality, and gear selectivity: ichthyoplankton methods for estimating fish biomass. *Bull. Mar. Sci.* 53(2): 912–929.
- Sherman, K., Lasker, R. y Richards, W. 1985. Ichthyoplankton and fish recruitment studies in large marine ecosystems. *Mar. Fish. Rev.* 45(10-12): 1-25.
- Solana-Sansores, R. y Ramírez-López, K. 2006. Análisis de la pesquería del atún en el Golfo de México, 2004. ICCAT, Col. Vol. *Sci. Pap.* (59)2: 525-535.
- Sosa-Cordero, E. y Ramírez-González, A. 2011. Pesca marina. En: Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (Eds.). *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación*, Tomo I. ECOSUR, CONABIO, Gob. Estado de Quintana Roo, PPD-PNUD. México, D. F. 1883-189.

Valdez-Moreno, M.E, Vásquez-Yeomans, L., Elías-Gutiérrez, M., Ivanova, N.V. y Hebertr, P.D.N. 2010. Using DNA barcodes to connect adults and early life stages of marine fishes from the Yucatan Peninsula, Mexico: potential in fisheries management. *Mar. Freshw. Res.*, 61: 665-571.

Valenzuela Reyes, María D. 2016. Embargos al Atún Como Efecto de la Política Comercial de Estados Unidos. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. 509-534.

ANEXO 1

*Katsuwonus pelamis*



MFLE 5023, 2.3 mm LN



MFLE 4964, 2.7 mm LN



MFLE 5018, 3.3 mm LN



MFLE 5019, 4.4 mm LN



MFLE 4942, 5.5 mm LE



MFLE 4964, 11.3 mm LE

***Thunnus atlanticus***



MFLE 5014, 2.34 mm LN



MFLE 4973, 4.1 mm LN



MFLE 4981, 4.7 mm LN



MFLE 4981, 4.7 mm LN

**otras especies**



*A. Solandri*, 2.3 mm LN



MFLE 4818, *A. thazard*, 2.6 mm LN

## ANEXO 2

### Formato Specimen Data

#### a) Voucher Info (información del voucher)

Specimen Info				
Sample ID	Field ID	Museum voucher ID	Collection Code	Institution Storing
MFLE4936		ECO-CH LP 6326	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4937		ECO-CH LP 6327	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4938		ECO-CH LP 6328	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4939		ECO-CH LP 6329	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4940		ECO-CH LP 6330	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4941		ECO-CH LP 6331	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4942		ECO-CH LP 6332	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4943		ECO-CH LP 6333	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4944		ECO-CH LP 6334	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4945		ECO-CH LP 6335	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4946		ECO-CH LP 6336	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4947		ECO-CH LP 6337	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4948		ECO-CH LP 6338	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4949		ECO-CH LP 6339	ECO-CH LP	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal

#### b) Taxonomy (datos taxonómicos)

Sample ID	Taxonomy									
	Phylum	Class	Order	Family	Subfamily	Genus	Species	Identifier	Identifier Email	Identifier Institution
MFLE4960	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Katsuwonus	Katsuwonus pelamis	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4961	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Katsuwonus		Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4962	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus		Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4963	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Katsuwonus	Katsuwonus pelamis	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4964	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Katsuwonus	Katsuwonus pelamis	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4965	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Katsuwonus	Katsuwonus pelamis	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4966	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Katsuwonus	Katsuwonus pelamis	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4967	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Katsuwonus	Katsuwonus pelamis	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4968	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Katsuwonus	Katsuwonus pelamis	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4969	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus		Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4970	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Katsuwonus	Katsuwonus pelamis	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4971	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus	Thunnus atlanticus	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4972	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus		Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4973	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus	Thunnus atlanticus	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4974	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus	Thunnus atlanticus	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4975	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus	Thunnus atlanticus	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4976	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Katsuwonus	Katsuwonus pelamis	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4977	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus	Thunnus atlanticus	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4978	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus	Thunnus atlanticus	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4979	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus		Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4980	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Katsuwonus	Katsuwonus pelamis	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4981	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus	Thunnus atlanticus	Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal
MFLE4982	Chordata	Actinopterygii	Scombriformes	Scombridae		Thunnus		Yareli C. Valentin	<a href="mailto:chapis_vare@hotmail.com">chapis_vare@hotmail.com</a>	El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal

### c) Specimen Details (detalles del espécimen)

Specimen Details					
Sample ID	Sex	Reproduction	Life Stage	Extra Info	Notes
MFLE4936		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 6.66mm SL, Depth 50-25 meters, Haul 4, Mocness-1
MFLE4937		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 13.43 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4938		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 3.75 mm SL, Depth 50-25 meters, Haul 4, Mocness-1
MFLE4939		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 3.15 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4940		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 4.62 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4941		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 4.81 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4942		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 5.5 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4943		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 4.5 mm SL, Depth 50-25 meters, Haul 4, Mocness-1
MFLE4944		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 3.75 mm SL, Depth 50-25 meters, Haul 4, Mocness-1
MFLE4945		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 3.5 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4946		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 3 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4947		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 4.75 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4948		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 4.2 mm SL, Depth 50-25 meters, Haul 4, Mocness-1
MFLE4949		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 4.3 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4950		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 3.6 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4951		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 3.5 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4952		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 3.4 mm SL, Depth 50-25 meters, Haul 4, Mocness-1
MFLE4953		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 3.72 mm SL, Depth 100-75 meters, Haul 2, Mocness-1
MFLE4954		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 4.62 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4955		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 4.1 mm SL, Depth 25-0 meters, Haul 5, Mocness-1
MFLE4956		Sexual	Immature	FAO31, Larvae	WGS 84, Size 2.75 mm SL, Depth 50-25 meters, Haul 4, Mocness-1

### d) Collection Data (datos de colecta)

Collection Info								
Sample ID	Collectors	Collection Date	Continent/Ocean	Country	Exact Site	Latitude	Longitude	Elevation
MFLE4936	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	18-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 005, 73 km northeast of Cancun	21.3728	-86.1385	
MFLE4937	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	19-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 007, 128 km northeast of Cancun	21.3885	-85.5977	
MFLE4938	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	18-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 005, 73 km northeast of Cancun	21.3728	-86.1385	
MFLE4939	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	20-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 011, 50.4 km southeast of Puerto Morelos	20.7333	-86.4167	
MFLE4940	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	19-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 007, 128 km northeast of Cancun	21.3885	-85.5977	
MFLE4941	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	19-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 007, 128 km northeast of Cancun	21.3885	-85.5977	
MFLE4942	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	19-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 007, 128 km northeast of Cancun	21.3885	-85.5977	
MFLE4943	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	20-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 011, 50.4 km southeast of Puerto Morelos	20.7333	-86.4167	
MFLE4944	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	20-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 011, 50.4 km southeast of Puerto Morelos	20.7333	-86.4167	
MFLE4945	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	20-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 011, 50.4 km southeast of Puerto Morelos	20.7333	-86.4167	
MFLE4946	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	20-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 011, 50.4 km southeast of Puerto Morelos	20.7333	-86.4167	
MFLE4947	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	18-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 002, 83 km northeast of Isla Contoy	21.7452	-86.025	
MFLE4948	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	18-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 002, 83 km northeast of Isla Contoy	21.7452	-86.025	
MFLE4949	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	18-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 002, 83 km northeast of Isla Contoy	21.7452	-86.025	
MFLE4950	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	20-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 012, 36 km southeast of Puerto Morelos	20.7333	-86.5334	
MFLE4951	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	20-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 012, 36 km southeast of Puerto Morelos	20.7333	-86.5334	
MFLE4952	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	20-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 013, 7 km northeast of Tulum	20.2333	-87.3667	
MFLE4953	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	21-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 014, 23 km northeast of Tulum	20.2333	-87.1833	
MFLE4954	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	21-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 016, 56 km east of Tulum (16 km southeast of Coz)	20.2333	-86.8499833	
MFLE4955	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	21-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 016, 56 km east of Tulum (16 km southeast of Coz)	20.2333	-86.8499833	
MFLE4956	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	21-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 017, 77.5 km east of Tulum (35 km southeast of Coz)	20.2333	-86.6666667	
MFLE4957	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	21-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 017, 77.5 km east of Tulum (35 km southeast of Coz)	20.2333	-86.6666667	
MFLE4958	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	21-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 017, 77.5 km east of Tulum (35 km southeast of Coz)	20.2333	-86.6666667	
MFLE4959	Estrella Malca.Laura Carrillo Bribiezca	21-Mar-06	American	Mexico	Cruise Gordon Gunter 0601, Station 018, 109 km east of Tulum	20.2333	-86.36665	

### Formato ImageData (datos de la imagen)

Image File	Original Specimen	View Metadata	Measurement Type	Sample Id	Process Id	License Holder	License	License Year	License Institution	License Contact	Photographer
MFLE4936.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4936	MFLE381-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4937.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4937	MFLE382-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4938.jpg	Yes	Dorsal	Standard length	MFLE4938	MFLE383-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4939.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4939	MFLE384-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4940.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4940	MFLE385-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4941.jpg	Yes	Dorsal	Standard length	MFLE4941	MFLE386-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4942.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4942	MFLE387-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4943.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4943	MFLE388-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4944.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4944	MFLE389-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4945.jpg	Yes	Dorsal	Standard length	MFLE4945	MFLE390-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4946.jpg	Yes	Dorsal	Standard length	MFLE4946	MFLE391-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4947.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4947	MFLE392-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4948.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4948	MFLE393-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4949.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4949	MFLE394-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4950.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4950	MFLE395-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4951.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4951	MFLE396-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4952.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4952	MFLE397-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales
MFLE4953.jpg	Yes	Lateral	Standard length	MFLE4953	MFLE398-14	Selene Morales	CreativeCommons	2014	El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal	<a href="mailto:selmoqu@hotmail.com">selmoqu@hotmail.com</a>	Selene Morales



## Trabajo de laboratorio



Separando larvas



Identificando larvas



Revisando bibliografía