



El Colegio de la Frontera Sur

Descripción y estado de la pesquería de meros en la zona norte de Quintana Roo con base en indicadores simples

Tesis

Presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales
y Desarrollo Rural

Con orientación en Manejo y Conservación de los Recursos Naturales

Por

Biol. Elsa Iohara Enríquez Hernández

2017



El Colegio de la Frontera Sur

Lunes 12 de junio de 2017.

Las personas abajo firmantes, miembros del jurado examinador de:

Elsa Iohara Enríquez Hernández

Hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada

Descripción y estado de la pesquería de meros en la zona norte Quintana Roo con base en indicadores simples.

Para obtener el grado de **Maestra en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural**

	Nombre	Firma
Director	<u>Dr. Felipe Eloy Sosa Cardero</u>	
Asesor	<u>Dra. Ana Minerva Arce Ibarra</u>	
Asesor	<u>Dr. Alberto de Jesús Navarrete</u>	
Sinodal adicional	<u>Dr. Miguel Angel Ruíz Zárate</u>	
Sinodal adicional	<u>Dra. Lourdes Vásquez Yeomans</u>	
Sinodal suplente	<u>Dr. José Rogelio Cedeño Vázquez</u>	

Agradecimientos

Quiero dedicar este trabajo principalmente a todos los pescadores, permisionarios, empresarios, directivos de cooperativas que aportaron con su conocimiento y experiencia a este trabajo de investigación. Agradezco el apoyo del equipo de trabajo de ECOSUR, sobre todo A. Ramírez González, G. Yam Poot, B. Aguirre García, C. Sandoval Z. quienes participaron en los muestreos y recopilación de datos de bitácoras de embarcaciones.

A mí director de tesis el Dr. Felipe Eloy Sosa Cordero y a mis asesores la Dra. Ana Minerva Arce Ibarra y el Dr. Alberto de Jesús Navarrete les reconozco y agradezco su apoyo y su asesoría para realizar el proyecto de tesis.

Extiendo mi gratitud a todos los colegas y amigos que conocí durante este tiempo, con los cuales compartí muchas experiencias inolvidables, a los grandes profesores que compartieron sus conocimientos y me motivaron a continuar en el ámbito de la investigación. En cuanto al apoyo económico que se me proporcionó durante el periodo de la maestría manifiesto reconocimiento al CONACYT.

Índice

Resumen	1
Introducción	2
Objetivos	9
Objetivo General	9
Objetivos particulares	9
Hipótesis	9
Descripción de la pesquería de meros en la zona norte de Quintana Roo	10
Evaluación del estado de la pesquería de meros en la zona norte de	20
Quintana Roo - México, con base en indicadores simples.....	20
Conclusiones	58
Recomendaciones.....	59
Literatura citada.....	60
Anexos	64

Resumen

La pesca en Quintana Roo genera notables aportaciones económicas y sociales, al tiempo que es influenciada por aspectos ecológicos, socio-económicos, políticos y culturales. Entre los principales productos pesqueros del estado, los que destacan por su valor económico son la langosta (*Panulirus argus*), el caracol rosado (*Strombus gigas*), camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*), camarón rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis*) y la escama, este último un recurso multi-específico integrado por un conjunto de peces de varias familias, con predominio de meros y pargos. En Quintana Roo, la captura de escama representa el mayor volumen en peso extraído comparado con el volumen de los demás recursos pesqueros de importancia comercial. Al igual que en el Caribe y áreas adyacentes, los meros soportan una fuerte explotación por su alto valor económico en los mercados nacional e internacional. Este trabajo describe la pesquería de meros en la zona norte de Quintana Roo con base en información de captura y esfuerzo, colectada en entrevistas y muestreos intensivos aplicados a la flota artesanal y mediana, datos de arribos de la flota mediana-industrial; así como la composición de especies en los desembarques en Puerto Juárez. Por vez primera se efectuó una evaluación del estado de explotación de las principales especies de meros, a escala sub-regional; mediante indicadores simples que están basados en las tallas de los individuos capturados. Índices de este tipo han sido utilizados en la ciencia pesquera en situaciones donde la información es limitada. Con base en dichos índices, se encontró: *i*) el mero rojo (*Epinephelus morio*) experimenta sobrepesca (es decir, un recurso sobreexplotado); *ii*) el abadejo (*Mycteroperca microlepis*) soporta una moderada presión de pesca, con un estado de explotación razonablemente aceptable; y por último, *iii*) el negrillo (*Mycteroperca bonaci*) se encuentra sometido a un elevado nivel de explotación. Con base en lo anterior se proponen algunas recomendaciones de manejo, aplicables solamente en la zona de estudio.

Palabras claves: Banco de Campeche, evaluación del recurso, indicadores simples, manejo de pesquerías, peces de arrecife.

Introducción

La pesca de Quintana Roo es una actividad de relevancia económica y social, cuyo desarrollo se fundamenta en bases ecológicas y recibe influencia de factores culturales y políticos. La presión de la pesca ejerce sobre los recursos está relacionada con las aportaciones que genera esta actividad humana, tales como fuentes de alimento, así como con empleos directos e indirectos. En los últimos años se ha observado que la presión pesquera se ha incrementado notablemente (Sosa Cordero y Ramírez González, 2011), por lo que la actividad pesquera enfrenta grandes retos; derivados principalmente del crecimiento poblacional en las comunidades humanas establecidas en los litorales de los mares mexicanos. En la actualidad hay una gran necesidad de perseverar en la búsqueda de estrategias y prácticas sustentables para un mejor manejo de los recursos pesqueros.

La pesca comercial en Quintana Roo se concentra en recursos de alto valor económico como langosta (*Panulirus argus*), caracol rosado (*Strombus gigas*), camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*) y rosado (*Farfantepenaeus brasiliensis*), y la escama; este último es un recurso multi-específico integrado por un conjunto de peces de varias familias, con predominio de meros y pargos (Sosa-Cordero y Ramírez-González, 2011).

Los meros pertenecen a la familia Serranidae, subfamilia Epinephelinae, de la tribu Epinephelini compuesta por 165 especies, agrupadas en 15 géneros (Nelson, 2006). En el Atlántico Occidental a lo largo de la costa del continente se distribuyen 25 especies de meros (Heemstra y Randall, 1993). En Quintana Roo, el inventario taxonómico de peces marinos registra 16 especies de meros y especies afines (Schmitter-Soto *et al.*, 2000).

De la variedad de peces capturadas en los arrecifes coralinos, los meros sobresalen entre las especies más apreciadas por la calidad de su carne y el valor económico que alcanzan, inclusive se exportan a EUA y en menor medida a Europa. En zonas tropicales y subtropicales, los meros son reconocidos como depredadores de alto

nivel en los ecosistemas asociados a los arrecifes de coral de aguas profundas y someras (Heemstra y Randall, 1993). De acuerdo con las estadísticas oficiales de la subdelegación de Pesca CONAPESCA–SAGARPA en Quintana Roo, en el periodo 2000-2011 los meros aportaron el 31.1% de los desembarques totales de escama.

Los datos oficiales sobre la pesca de meros y especies afines se presentan en los documentos más recientes como el Plan de Manejo de *Epinephelus morio* y especies asociadas en la península de Yucatán (DOF, 2014), Programa de Ordenamiento de la pesquería de meros de la península de Yucatán (CONAPESCA, en prensa), el Anuario Estadístico de acuacultura y pesca (2013) y Carta Nacional Pesquera (DOF, 2012). Estos documentos incluyen reportes que señalan las distintas etapas del desarrollo de la pesquería durante el periodo 1960-2011, en el que se advierten tendencias generales y fluctuaciones en las capturas anuales de meros y especies afines. Estos patrones inter-anales posiblemente estén relacionados con los niveles de extracción del recurso, cambios en el esfuerzo de pesca, variaciones en la cantidad de presas y depredadores, así como de los fenómenos ambientales, entre los que destaca “El Niño”. Se puede observar que después de 1991, cuando la pesquería alcanzó su mayor producción con 1,605 toneladas, hubo una tendencia a la baja en las capturas (Fig. 1).

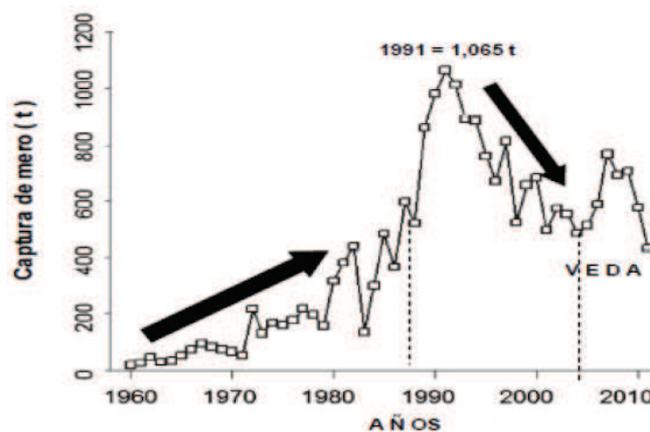


Figura 1.- Producción anual de la captura de mero en el estado de Quintana Roo por cooperativas y permisionarios en el periodo 1960-2011. Fuente: CONAPESCA-SAGARPA en Quintana Roo.

En el litoral de Quintana Roo se utilizan diferentes artes de pesca en la captura de meros. La pesca se efectúa todo el año, excepto durante la veda, que cada año de 2004 a 2016 tuvo un mes de duración (febrero 15 a marzo 15), y que a partir de 2017 será de dos meses, febrero 1 a marzo 30 (DOF, 2016). En Quintana Roo, en la temporada no reproductiva (agosto-noviembre) su captura es ocasional; ya que los pescadores buscan otros recursos y solo si se encuentran algún mero intentan pescarlo con arpón y buceo libre, aunque también con palangre, línea y anzuelo; mientras que en la temporada reproductiva (diciembre-marzo), se pesca con arpón y buceo libre, redes, o cordel y anzuelo (Sosa-Cordero, 2008).

En la zona norte de Quintana Roo en 2008, el INEGI- Gobierno del Estado reportó datos de permisionarios y sus embarcaciones; a partir de esa información existe un registro de 1,774 pescadores que inciden sobre meros y especies afines. Del total, 862 (48.6 %) son socios de cooperativas cuyo principal objetivo por ocho meses (julio-febrero), es la langosta. En cooperativas langosteras solo una parte de los socios participa en la pesca de meros, aunque esa fracción aumenta en algunos meses y áreas de pesca. El resto de los pescadores (912, 50.4 %), se dedica más a la escama, de los cuales 169 (18.5%) son socios de cooperativas que trabajan escama, y 743 (81.5%) son permisionarios y pescadores asalariados que operan lanchas de permisionarios (Sosa-Cordero *et al.*, 2009).

La flota pesquera consta de 496 embarcaciones. La mayoría (469, 94.6 %) son menores: lanchas de fibra de vidrio y motor fuera de borda, de las cuales 120 son de permisionarios, 53 de cooperativas escameras y 293 de cooperativas langosteras. De las 27 restantes, diecisiete (3.4%) son embarcaciones medianas, siete de permisionarios, nueve de cooperativas langosteras y una de cooperativas escameras; además de 10 (2 %) embarcaciones nodrizas (Sosa-Cordero *et al.*, 2009). Las nodrizas reciben capturas diarias de varias lanchas, almacenan y trasladan el producto de las áreas de pesca al puerto de desembarque.

Un conjunto de características que exhibe este tipo de pesquería, tales como su naturaleza multiespecífica, secuencial y compartida; así como ciertos aspectos biológicos de las especies que la componen (crecimiento lento y reproducción tardía, formación de agregaciones reproductivas predecibles), se combinan y hacen que los meros sean susceptibles a la sobrepesca (Brulé *et al.*, 2009).

La Carta Nacional Pesquera publicada en 2012 establece que el estado de la pesquería de mero rojo (*Epinephelus morio*) del Golfo de México y Mar Caribe se encuentra en deterioro (DOF, 2012). Además, varias especies de meros que son capturadas en Quintana Roo están incluidas en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) en las categorías de a) peligro crítico: *Epinephelus striatus*, *Epinephelus drummondhayi*, *Hyporthodus nigrurus*, *Epinephelus itajara*; b) vulnerables: *Hyporthodus flavolimbatus*, *Hyporthodus niveatus*, *Mycteroperca interstitialis*; y c) casi amenazadas: *Epinephelus morio* y *Mycteroperca bonaci* (IUCN, 2004).

La Norma Oficial Mexicana NOM-065-PESC-2007 (DOF, 2014), dicta las medidas de regulación para el aprovechamiento de las especies de meros y especies asociadas que habitan en el Golfo de México y Mar Caribe. Esta norma contiene, de forma resumida, restricciones en las artes de pesca, límites de esfuerzo por tipo de embarcación, e incluye una talla mínima de captura para *Epinephelus morio* solamente (36.3 cm longitud total, LT). De 2004 a 2016, para meros y especies afines en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo se aplicó una veda de un mes de duración (15 de febrero al 15 de marzo). A partir de 2017 esta veda se extendió a dos meses en el periodo comprendido del 1 de febrero al 30 de marzo (DOF, 2016).

Algunos autores (ej. Charles, 2001; Ostrom, 2007), reconocen que en las pesquerías se necesita implementar nuevas estrategias para lograr un manejo sustentable. Uno de los objetivos del manejo consiste en fortalecer la resiliencia del sistema, que es la capacidad de una pesquería para recuperarse de las perturbaciones causadas por acciones humanas o naturales. La sustentabilidad,

definida en términos aceptables de captura o biomasa para recuperar el stock de una especie, también debe considerar las estructuras económicas y sociales de la pesquería (Charles, 2001). Se necesita comprender a la pesquería como un sistema integrado por tres componentes: *i)* Natural: recursos (peces), ecosistema, ambiente físico; *ii)* Humano: pescadores, tecnología de captura, procesamiento del recurso, mercado y consumidores, interesados en el recurso, comunidades, ambiente social, económico y cultural; y *iii)* Manejo: políticas y planes, manejo de la pesquería, desarrollo de la pesquería, investigación (Charles, 2001; Anexo 1).

En este contexto, tiene especial interés el enfoque de ecosistemas en pesquerías (EEP) propuesto por la FAO para implementar el Código de Conducta para la Pesca Responsable. El propósito del EEP consiste en planear, desarrollar y manejar las pesquerías de manera tal que sean consideradas las múltiples necesidades y deseos de las sociedades, sin poner en peligro las opciones de futuras generaciones para beneficiarse de toda la gama de bienes y servicios que proporcionan los ecosistemas acuáticos (FAO, 2009).

La pesquería de meros de Quintana Roo no cuenta con un monitoreo regular o continuo y se le considera como pesquería con pocos datos o con escasez de datos; sin embargo, esto no es sinónimo de ausencia de información, ya que existe un rico acervo de conocimiento local de tipo etnoecológico (*sensu* Toledo, 1992, 2002) entre los pescadores de Quintana Roo; además de información biológica-ecológica sobre varias especies de meros reportada en áreas adyacentes, como el estado de Yucatán (Brulé *et al.*, 1999, 2003), Belice, Cuba, Florida e Islas Caimán, entre otros.

En casos donde las pesquerías presentan escasez de información y de datos, son útiles los indicadores pesqueros simples, los cuales pueden darnos una idea de la condición actual en la que se encuentra un recurso y son calculados a partir de datos de tallas obtenidas de muestreos independientes de la pesquería (Ault *et al.*, 2005; Trenkel, 2007) o bien datos dependientes de la pesquería (Froese, 2004, Froese *et al.*, 2016).

Para la evaluación de una población de meros, por ejemplo, se requiere de la combinación de índices obtenidos a partir de la estructura de la población basada en las frecuencias de tallas de los peces capturados, las cuales tienen un fundamento biológico. El tamaño o talla corporal de los organismos es un factor central en procesos claves ecológicos. La modificación de la estructura de tallas y el funcionamiento de los ensambles de peces, tienen consecuencias en la productividad y en la resiliencia de los stocks (Shin, 2005).

Estos indicadores deben cumplir con ciertas características: ser fáciles de entender y observar para los grupos y actores interesados (pescadores, distribuidores, políticos, gerentes de supermercados, consumidores), en el análisis del recurso; deben ser de fácil obtención, además de ser confiables. Igualmente, debieran reflejar la condición del recurso y eventualmente podrán asociarse a Puntos de Referencia (PR) y medidas de manejo sensibles. La utilidad de estos indicadores en la evaluación del estado de los stocks de *Gadus morhua*, *Sardinella aurita* y *Epinephelus aeneus* ha quedado demostrada (Froese, 2004).

Los indicadores simples permiten definir puntos de referencia predeterminados para su comparación en un periodo de tiempo. Las fluctuaciones de los valores de estos índices, revelan las variaciones en los componentes del ecosistema, en la disponibilidad del recurso y la actividad del sector. Al ser considerados ambos, la posición y la tendencia de los indicadores con respecto a los criterios que señalan el estado actual del recurso, revelan parte de la dinámica del sistema (Seijo, 2000; Trenkel, 2007).

En Ciencia Pesquera, ha dominado el análisis a gran escala espacial que abarca el área entera ocupada por el recurso visto como “unidad de stock” –esa porción de la población que se reproduce como una unidad y responde de modo uniforme a la explotación (Gulland, 1983; Royce, 1996). Sin embargo, Charles (2001) ha planteado la pertinencia de considerar distintas escalas espaciales por razones

geográficas, administrativas y de manejo que resulten relevantes en función de las circunstancias particulares del sistema pesquero bajo estudio. De hecho, el enfoque de gran escala se ha usado comúnmente en análisis previos de la pesquería de meros en la Península de Yucatán o Banco de Campeche (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997; Defeo y Burgos, 2004; Giménez Hurtado, 2005; Monroy *et al.*, 2013; DOF, 2014). En contraste, el presente trabajo adopta la escala local o sub-regional, tanto en la descripción como en la evaluación de la pesquería de meros en el norte de Quintana Roo. En este caso, el área de pesca incluye la plataforma continental, desde Punta Petempich, cerca de Puerto Morelos al límite más norteño de la plataforma, al norte de Isla Contoy, frente al Canal de Yucatán.

En el manejo de las pesquerías se han señalado las ventajas de la escala local al trabajar con las organizaciones de pescadores y los distintos actores que participan a tal escala (Charles, 2001). De acuerdo con la FAO, elegir una escala local busca que *“la experiencia en el desarrollo de soluciones locales apropiadas, ... por un proceso participativo e incluyente, y el mayor entendimiento ganado al tener que reaccionar a asuntos más amplios, pueda desencadenar una aproximación más holística y exhaustiva en la aplicación del enfoque de ecosistemas en pesquerías (EEP)”* (FAO, 2009). En la pesquería de meros que se realiza en el norte de Quintana Roo, hay dos razones adicionales para adoptar la escala local o sub-regional. Primera, los límites geográficos de jurisdicción estatal conllevan la aplicación de políticas diferenciadas entre Yucatán y Quintana Roo en cuanto a los apoyos económicos otorgados a los pescadores durante la temporada de veda. La segunda tiene que ver con la percepción de los pescadores de Quintana Roo, quienes afirman que la flota mayor de Yucatán ha diezmado el recurso mero en las áreas de pesca frente a Yucatán; mientras que el recurso se encuentra en mejor condición frente a las costas de Quintana Roo (Sosa Cordero *et al.*, 2009). Para documentar lo anterior hace falta obtener indicadores del estado del recurso a escala local o sub-regional, precisamente esto se planteó como uno de los objetivos del presente trabajo.

Este trabajo presenta una descripción de la pesquería de meros y especies afines en la zona costera del norte de Quintana Roo, aportando información de la composición de especies, del esfuerzo de captura de las diferentes flotas; así también, se efectuó una primera evaluación del estado del recurso mero, de las tres especies principales, con base en indicadores simples que fueron calculados a partir de la estructura de tallas de los individuos capturados. A partir de lo anterior se proponen recomendaciones generales de manejo del recurso, cuya aplicación se restringe a la zona de estudio.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el estado actual de las poblaciones del recurso mero en la zona norte de Quintana Roo.

Objetivos particulares

- a) Describir la pesquería de meros y especies afines.
- b) Analizar el estado actual del recurso mero (principales especies) con base en indicadores simples.
- c) Proporcionar recomendaciones generales de manejo, basadas en los resultados, que permitan lograr el aprovechamiento sustentable del recurso mero en la zona de estudio.

Hipótesis

Ho: El recurso mero en el norte de Quintana Roo está en deterioro, como establece la evaluación regional (Plan de Manejo y Carta Nacional Pesquera)

Ha: El recurso mero en el norte de Quintana Roo no está en estado de deterioro, está en mejor estado que lo que marca la evaluación regional.

Descripción de la pesquería de meros en la zona norte de Quintana Roo

En esta sección se describe la pesquería de meros en la zona de estudio con base en datos colectados en entrevistas (Anexo 2), informes de arribos, muestreos intensivos de la composición de la captura de embarcaciones de distintas flotas en dos períodos julio a septiembre de 2013 y noviembre a diciembre de 2014 en Puerto Juárez- Cancún. También se obtuvieron registros del volumen y la composición de la captura por viaje de un grupo de barcos de la flota mediana en el período 2008 a 2015, suministrados por una empresa localizada en Puerto Juárez.

Caracterización de la flota

A partir de una muestra de viajes de pesca se obtuvieron datos sobre la operación de las flotas como son: tipo de embarcación, artes de pesca, duración del viaje de pesca (horas o días), sitio y profundidad de pesca, número de tripulantes, carnada o cebo (kg), composición de la captura por especie o grupo de recursos. Esta información complementa la caracterización previa de las distintas flotas que operan en la zona de estudio (Ramos-Miranda *et al.*, 2014), que son: i) artesanal costera, ii) artesanal de mar afuera y iii) flota mediana; además, las embarcaciones nodriza que son auxiliares de la artesanal costera (Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización de la flota pesquera de meros en Puerto Juárez a partir de los datos colectados en los muestreos como tipo de embarcación, motor, artes de pesca y otros aspectos operativos.

	Flota artesanal costera	Flota artesanal mar afuera	Flota Mediana	Nodriza
Profundidad	< 40 m	> 40 m	>40 m	Colectoras, artesanal costera
Eslora	7.3 m (24 pies)	7.6-8.2 m (25-27 pies)	12. 8 m (42 pies)	8.2 m (27 pies)
Equipo de pesca	- Línea de mano - Palangres 500-800 anzuelos # 9 - Arpón	- Línea de mano - Palangres 500-800 anzuelos # 9	- Palangre mecanizado, 1050-1800 anzuelos # 5 y 4-8 millas de largo. - Bicicleta. - Línea de mano	No pescan, solo reciben producto.
Motor	Fuera de borda 60 -90 hp	Fuera de borda mayor potencia	Estacionario Cummins 180 hp	
Días de pesca	< 1 día	1-3 días	9 - 13 días	
Tripulantes	2-3	2-3	5-6	
Carnada	60-300 kg	1300 kg	1 a 2.8 t	

Composición de especies en los desembarques

De las bitácoras de pesca se obtuvo información detallada sobre la composición de las capturas de meros por especie y de otros recursos pesqueros en la zona de estudio. De julio a septiembre de 2013, se obtuvo información de 45 viajes de pesca efectuados por 17 embarcaciones, de las cuales diez fueron artesanales, tres medianas y cuatro nodrizas. Estas últimas funcionan como receptoras y almacén de la captura de embarcaciones artesanales. Además, en el periodo de noviembre a diciembre de 2014 se colectaron datos de 25 viajes de pesca, de los cuales 22 fueron de embarcaciones artesanales costeras y tres nodrizas (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Composición por especie de meros, en número y porcentaje, por flota y área de pesca a partir de muestreos en Puerto Juárez, de julio a septiembre de 2013.

Nombre común y nombre científico	Artesanal costa, n (%)	Artesanal fuera, n (%)	Mediana, fuera, n (%)	Total n
Mero rojo <i>Epinephelus morio</i>	697 (73.2)	34 (8.4)	427 (58.4)	1158
Abadejo <i>Mycteroperca microlepis</i>	47 (4.9)	1 (0.2)	212 (29.0)	260
Negrillo <i>Mycteroperca bonaci</i>	153 (16.1)	3 (0.7)	67 (9.2)	223
Fiat <i>Hyporthodus nigrilus</i>	9 (0.9)	152 (37.5)	--	161
Cabrilla roja <i>Cephalopholis fulva</i>	--	99 (24.4)	--	99
Payaso <i>Epinephelus guttatus</i>	--	59 (14.6)	--	59
Gallina <i>Mycteroperca phenax</i>	24 (2.5)	3 (0.7)	7 (1.8)	34
Lenteja <i>Epinephelus drummondhayi</i>	2 (0.2)	17 (4.2)	13 (1.8)	32
Extraviado <i>Hyporthodus flavolimbatus</i>	1 (0.1)	23 (5.7)	2 (0.3)	26
Mero plateado <i>Hyporthodus niveatus</i>	--	13 (3.2)	1 (0.1)	14
Gallineta <i>Mycteroperca interstitialis</i>	8 (0.8)	1 (0.2)	2 (0.3)	11
Cherna enjambre <i>Cephalopholis cruentata</i>	5 (0.5)	--	--	5
Payaso verde <i>Epinephelus adscensionis</i>	3 (0.3)	--	--	3
Guacamayo <i>Mycteroperca venenosa</i>	2 (0.2)	--	--	2
Mero del caribe <i>Epinephelus striatus</i>	1 (0.1)	--	--	1
Total	952	405	731	2088

Fuente: Ramos Miranda *et al.*, 2014

Tabla 3. Composición por especie de meros, en número y porcentaje, de la flota artesanal a partir del muestreo en Puerto Juárez, de noviembre a diciembre de 2014.

Nombre común y nombre científico	Artesanal, costa n (%)
Mero rojo <i>E. morio</i>	3860 (96.8)
Abadejo <i>M. microlepis</i>	39 (0.9)
Negrillo <i>M. bonaci</i>	29 (0.7)
Lenteja <i>E. drummondhayi</i>	18 (0.4)
Gallina <i>M. phenax</i>	13 (0.3)
Cabrilla roja <i>C. fulva</i>	11 (0.2)
Payaso <i>E. guttatus</i>	9 (0.2)
Gallineta <i>M. interstitialis</i>	3 (0.07)
Mero del Caribe <i>E. striatus</i>	1 (0.02)
Total	3984

Con base en los muestreos se observó que la captura de la flota artesanal costera incidió sobre 12 especies de meros, la captura de la flota artesanal que opera en mar abierto incidió sobre 11 especies de meros y la captura de la flota mediana incidió sobre ocho especies. Hubo solo seis especies presentes en los desembarques de las tres flotas, estas fueron: *E. morio*, *M. bonaci*, *M. microlepis*, *M. phenax*, *E. drummondhayi* y *H. flavolimbatus* (Tabla 2).

En los periodos de muestreo, las especies con mayor frecuencia en las capturas fueron: *E. morio*, *M. bonaci*, *M. microlepis* con predominio numérico de *E. morio*. De noviembre a diciembre de 2014 solo se obtuvo información de la flota artesanal costera, que opera a profundidades < 40 m; que al ser comparada con la misma flota del periodo anterior (julio a septiembre de 2013) se observó que en los desembarques estuvieron ausentes las cinco especies siguientes: *H. nigrinus*, *H. flavolimbatus*, *C. cruentata*, *E. adscensionis*, *M. venenosa* (Tablas 2 y 3). Esta ausencia posiblemente se debe a que en estos meses hubo emigraciones hacia

otras áreas con fines reproductivos, por alimento, cambios de hábitat e incluso en su distribución vertical, con desplazamientos hacia mayores profundidades (Banneroth *et al.*, 1987; Bullock y Smith, 1991; Colás Marrufo *et al.*, 1998).

Se obtuvo la composición de diferentes recursos pesqueros, en kg, de los desembarques mensuales de la flota artesanal de Puerto Juárez durante los dos periodos de muestreo. Tres especies de meros (*E. morio*, *M. microlepis* y *M. Bonaci*), representaron el mayor volumen de captura en comparación con otros recursos, salvo en julio de 2013 cuando hubo mayores volúmenes de peces caballo *Lopholatilus chamaeleonticeps* y coronado *Seriola rivoliana* (Tabla 4).

Tabla 4. Composición por recursos pesqueros de los desembarques de la flota artesanal de Puerto Juárez, Quintana Roo, con base en los muestreos realizados en este estudio.

Recursos	2013			2014	
	Julio kg -%	Agosto kg -%	Septiembre kg -%	Noviembre kg -%	Diciembre kg %
Meros	555 -18.8	3110.5 -43.5	5460 - 48.6	2305 - 89.6	2254 - 63.0
Caballo	968 -32.8	825 - 11.5	1124 - 10.0	-	-
Coronado	851 -28.8	507 - 7.0	187 - 1.6	-	-
Cazón	194 - 6.5	949 - 13.1	759 - 6.7	-	100 - 2.7
Boquinete	147 - 4.9	101 - 1.4	500 - 4.4	60 - 2.3	132 - 3.6
Mojarras	119 - 4.0	559 - 7.8	600 - 5.3	60 - 2.3	773 - 21.6
Pargos	52 - 1.7	358 - 5.0	1174 - 10.4	65 - 2.5	82 - 2.2
Lámpara	44 - 1.5	-	-	-	-
Picuda	21 - 0.7	-	2 - 0.01	-	66 - 1.8
Carángidos	-	404 - 5.6	-	-	-
Xcochin	-	84 - 1.1	-	-	-
Barracuda	-	80 - 1.1	6 - 0.05	-	-
Popular	-	52 - 0.7	-	-	-
Gata	-	33 - 0.4	36 - 0.3	-	-
Huacho	-	30 - 0.4	20 - 0.1	-	-
Langosta	-	22 - 0.3	54.5 - 0.4	-	-
Tintorera	-	21 - 0.3	-	-	-
Carito	-	12 - 0.1	-	-	-
Pulpo	-	-	704 - 6.2	-	300 - 8.3
Besugo de seda	-	-	3 - 0.02	-	-
Chachi	-	-	-	28 - 1.0	-
Rubia	-	-	-	114 - 4.4	-
Total	2951	7147.5	11,212.5	2572	3575

Índices de captura-esfuerzo de las flotas artesanal y mediana

Los viajes de pesca se consideraron unidades de esfuerzo de pesca, o bien la variable que describe la intensidad de pesca de las distintas flotas. Como índices de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de las flotas, fueron utilizados la captura promedio de meros por viaje de pesca ($kg \cdot v^{-1}$), la captura promedio de meros por duración del viaje en horas ($kg \cdot hr^{-1}$). Análogamente, se calculó un índice CPUE para el total de recursos, expresado en captura promedio de recursos pesqueros por viaje ($kg \cdot v^{-1}$).

De julio a septiembre de 2013 hubo diferencias en los índices de captura de meros por viaje entre las embarcaciones artesanales que operaron en aguas costeras y las que operaron en aguas más profundas, éstas últimas obtuvieron un mayor volumen de meros y de otros recursos pesqueros. Por otro lado, en la composición por especie de las capturas de la flota artesanal costera hubo mayor porcentaje de meros (Tabla 5).

Al comparar los índices de captura y esfuerzo de la flota artesanal y la flota mediana de los periodos de muestreo, se notó que en noviembre-diciembre de 2014 disminuyó un indicador del esfuerzo de pesca, al reducirse en 8.2 % las horas de pesca en la flota artesanal y en 17.7% los días de pesca en la flota mediana. En contraste, aumentó otro indicador de esfuerzo, el número de anzuelos aumentó en 44.4% y 31.3% en las flotas mediana y artesanal, respectivamente (Tabla 8). Aumentaron ambos índices CPUE, tanto la captura promedio de meros por viaje, como kg de meros por hora y por día de pesca. Hubo también aumentos en la captura promedio de otros recursos pesqueros por viaje y el porcentaje de meros en las capturas del segundo período: 85.6% en la flota artesanal y 88.9% en la mediana, en comparación con los porcentajes del primer período: 46.8% flota artesanal y 77.6% la flota mediana (Tabla 5).

Tabla 5. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio (\bar{x}), esfuerzo de pesca en horas de pesca promedio, máximo (max) y mínimo (min) de las flotas con base en Puerto Juárez en dos periodos de muestreo.

Período	Flota	Horas de pesca \bar{x} (min, max)	CPUE meros Kg por viaje \bar{x} (Kg/v)	CPUE meros Kg por hora \bar{x} (Kg/hr)	CPUE total Kg por viaje \bar{x} (Kg/v)	% meros por viaje
Jul-Sept 2013	Artesanal costera	12 (6 - 22)	46.7	3.14	132.7	46.8%
Nov-Dic 2014	Artesanal costera	12 (9 - 16)	116.25	10.20	133.12	85.6 %
Jul-Sept 2013	Artesanal mar afuera	18 (11 - 36)	81.5	4.15	280.8	30.9%
Jul-Sept 2013	Mediana	288 (144 - 432) 12 (6 - 18) d	890.2	105.8 d	1101.7	77.6 %
Nov-Dic 2014	Mediana	240 (120 - 360) 10 (5 - 15) d	991.9	111.9 d	1147.4	88.9 %

Nota: a) Se usa kg por día (d) en lugar de horas en la flota mediana.

Lo anterior sugiere un incremento estacional en abundancia, debido quizás a que dos de las principales especies bajo estudio, *M. microlepis* y *M. bonaci*, forman agrupaciones reproductivas en invierno y principios de primavera en sitios tradicionales que son conocidos por los pescadores (Colin y Sadovy, 2011; Sosa Cordero *et al.*, 2009). En el caso de *E. morio*, no se han reportado agrupaciones, pero sí aumentos en la abundancia o densidad de la población en la temporada reproductiva (Brulé, 1999; López Rocha *et al.*, 2009, Monroy *et al.*, 2010). En ambos casos, estos procesos reproductivos de las especies de meros son aprovechados por los pescadores, ya que representan la oportunidad de lograr mayores capturas e ingresos económicos, con menores costos y tiempos de pesca.

La pesca durante agrupaciones reproductivas ocasiona cambios en la estructura de tallas/edades de las poblaciones de peces, que afectan a su vez la capacidad reproductiva (Colin y Sadovy, 2014). Se ha mencionado efectos tales como la disminución de: *i*) el tamaño medio de los peces (Sadovy, 1994), *ii*) abundancia (Claro *et al.*, 2001), *iii*) diversidad genética (Chapman *et al.*, 1999); así como alteraciones en la proporción de sexos (Koenig *et al.*, 1996). En una evaluación del

impacto económico de la pesca sobre las agrupaciones de meros en el Arrecife Glover, Belice, se encontró que los ingresos por ecoturismo en las agrupaciones pueden ser 20 veces mayores que los generados por la extracción del recurso (Sala *et al.*, 2001). Desde luego, esta opción exige cambios sustanciales en aspectos culturales asociados al modo de vida de los pescadores; así como necesidades de capacitación e inversión para incursionar en nuevas actividades productivas.

En el primer periodo (julio-septiembre 2013), hubo un menor esfuerzo invertido en la pesca de meros por parte de los pescadores, debido tal vez a la menor disponibilidad del recurso o cambios en la especie objetivo; algunos prefirieron pescar recursos de mayor valor económico como la langosta (Saldaña *et al.*, 2016), o más abundantes como el pulpo. La temporada de pesca de langosta comenzó en julio 1, y la de pulpo en agosto 15.

Los datos de avisos de arribo de viajes de pesca (n= 433) efectuados de 2008 a 2015 por embarcaciones medianas de una de las principales empresas que opera en la zona, permitieron un análisis más completo de la flota mediana. Para cada año se obtuvo la composición y volumen de las capturas de los diferentes recursos pesqueros (Tabla 6).

Tabla 6. Composición de la captura, en Kg y porcentaje (%) por especie de meros o grupo de recursos de embarcaciones pertenecientes a la flota mediana industrial en la zona norte de Quintana Roo.

Recursos Pesqueros	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>M. microlepis</i>	15,765 29.58	23,170 47.65	26,273 34.30	29,891 39.84	38,067 40.40	53,177 59.07	49,444 63.95	32,206 50.96
<i>M. bonaci</i>	23,80.0 4.46	21,01.5 4.32	26,69.0 3.48	25,26.0 3.36	4,631 4.91	2,770 3.07	1,372 1.77	660 1.04
<i>E. morio</i>	19,274 36.17	17,050 35.06	26,782 34.97	23,896 31.85	27,992 29.71	15,451 17.16	12,180 15.75	16,113 25.49
<i>H. flavolimbatus</i>	0	0	0	0	0	65 %0.07	0	0
Meros Total	37,419 70.22	42,321.5 87.04	55,724 72.76	56,313 75.06	70,690 75.03	71,463 79.38	62,996 81.48	48,979 77.50
Pargos Total	643 1.20	201 0.41	319 0.41	2,353 3.13	2,675 2.83	1,507 1.67	3,079 3.98	2,225 3.52
Mojarras Total	211 0.39	200 0.41	0	429 0.57	559 0.59	2,001 2.22	3,171 4.10	2,524 3.99
Carángidos Total	23 0.04	673.5 1.38	0	265 0.35	143 0.15	124 0.13	0	0
Otros Total	14,986 28.1	5225 10.7	20,542 26.8	15,660 20.8	20,143 21.3	14,927 16.5	8,062 10.4	9,464 14.9
Captura Total	53,282	48,621	76,585	75,020	94,210	90,022	77,308	63,192

Fuente: Datos suministrados por una empresa localizada en Puerto Juárez

Se calcularon índices de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de esta flota y se obtuvieron los promedios anuales por especie para dos índices: CPUE1: kg por viaje de pesca y CPUE2: kg por día de pesca, con hincapié en las tres especies: *E. morio*, *M. bonaci* y *M. microlepis*, que dominaron por su volumen de capturas (Tabla 7).

La producción de recursos pesqueros alcanzó en 2012 el volumen más elevado y el menor se registró en 2009 (Tabla 6); no obstante que en esos años se mantuvieron con valores similares los promedios de días de pesca por viaje y el esfuerzo de pesca, el número de viajes fue 27.6% mayor en 2012 (Tabla 8).

Tabla 7. Mínimos y máximos de capturas anuales, en Kg, e índices de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de las principales especies de meros, a partir de registros 2008-2015 de un grupo de embarcaciones de la flota mediana-industrial.

Especie	Captura anual (Kg) y año Min - Max	CPUE1: Kg por viaje de pesca Min - Max	CPUE2: Kg por día de pesca Min - Max
<i>M. microlepis</i>	15,765 (2008)	426 - 871.7	41.6 - 125.6
	53,177 (2013)		
<i>M. bonaci</i>	660 (2015)	12.2 - 79.8	1.3 - 8.2
	4,631 (2012)		
<i>E. morio</i>	12,180 (2014)	196.4 - 482.6	24.2 - 48
	27,992 (2012)		

Tabla 8. Número de días por viaje de pesca al año durante el periodo 2008 a 2015.

Año	Días de pesca (min-max)	Promedio	Días efectivos	N° Viajes
2008	(7-18)	12	10	37
2009	(6-16)	13	12	42
2010	(5-25)	12	11	55
2011	(6-18)	11	10	64
2012	(5-17)	12	10	58
2013	(3-17)	9	7	61
2014	(4-13)	9	8	62

En todos los años, los meros contribuyeron entre el 70 y 87 % de la producción total y aportaron el mayor volumen, superando a los demás recursos capturados por la flota mediana. De 2008 a 2015, el abadejo *M. microlepis* y mero rojo *E. morio* fueron las especies que aportaron mayores volúmenes, y es notable la tendencia al alza de las capturas de *M. microlepis* de 2012 a 2015, ya que esta especie por sí misma aportó el 40-60 % de la producción total de recursos de la flota mediana (Tabla 6).

**Evaluación del estado de la pesquería de meros en la zona norte de
Quintana Roo - México, con base en indicadores simples**

Elsa I. Enríquez Hernández*
elenriquez@ecosur.edu.mx

Programa de Posgrado Maestría en Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo Rural, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal.

Eloy Sosa-Cordero
efesosa@yahoo.com.mx

Departamento de Ecología y Sistemática Acuática, El Colegio de la Frontera Sur,
Avenida Centenario Km 5.5, 77014 Chetumal, Quintana Roo, México.

Corresponding author: Eloy Sosa-Cordero

Tel. +521 983 8350440 ext. 4402; Email: efesosa@yahoo.com.mx

Resumen

En Quintana Roo, el recurso escama es multi-específico y está dominado por meros y pargos, y aporta el mayor volumen en peso desde hace décadas. Al igual que en el Caribe y áreas adyacentes, los meros soportan una fuerte explotación por su alto valor económico en el mercado nacional e internacional. Por medio de información colectada en entrevistas, y muestreos intensivos de los desembarques de las flotas artesanal e industrial asentadas en Puerto Juárez-Cancún se obtuvo una primera evaluación a escala sub-regional del estado de las principales especies de meros en la zona norte de Quintana Roo. Con base en indicadores simples se determinó que i) *Epinephelus morio* experimenta sobrepesca; ii) *Mycteroperca bonaci* está sometida a elevada explotación; y iii) *Mycteroperca microlepis* soporta moderada presión de pesca, con nivel de explotación razonablemente aceptable. Entre las recomendaciones de manejo, se proponen tallas mínimas legales (TML; 57.6 cm Lf)) para *M. microlepis* y *M. bonaci*, ya que actualmente se carece de TML. Se reitera la necesidad de mantener el esfuerzo de pesca (número de pescadores y barcos) en su nivel actual y mejorar el registro de la captura y esfuerzo.

Palabras claves: Banco de Campeche, evaluación del recurso, indicadores simples, manejo de pesquerías, peces de arrecife.

Introducción

La pesca comercial en Quintana Roo se concentra en recursos de alto valor económico como langosta (*Panulirus argus*), caracol rosado (*Lobatus gigas*), camarones de roca (*Sicyonia brevirostris*) y rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis*). Además, se pesca escama, un recurso multi-específico integrado por peces de varias familias, dominado por meros y pargos (Sosa-Cordero y Ramírez-González, 2011). La escama aporta desde hace décadas el mayor volumen anual, en peso, entre los recursos pesqueros de Quintana Roo (Miller, 1982). Pese a su importancia social y económica, la escama es el recurso menos estudiado en las costas de Quintana Roo, lo que se refleja en la escasez de datos y la falta de regulaciones pesqueras aplicables a su pesquería. De entre las especies de peces explotadas en los arrecifes coralinos, los meros sobresalen como las más apreciadas por la calidad de su carne y el valor económico que alcanzan, inclusive se exportan a EUA y en menor medida a Europa. En zonas tropicales y subtropicales, los meros son reconocidos como depredadores de alto nivel trófico en los ecosistemas asociados a los arrecifes de coral de aguas profundas y someras (Heemstra y Randall, 1993). De acuerdo con estadísticas oficiales de la subdelegación de Pesca CONAPESCA–SAGARPA en Quintana Roo, del 2000 al 2011 los meros aportaron el 31.1% en volumen de los desembarques totales de escama.

Un conjunto de características que exhiben sus pesquerías, tales como su naturaleza multiespecífica, explotación secuencial y compartida; así como ciertos aspectos biológicos de las especies que la componen (crecimiento lento y reproducción tardía, formación de agregaciones reproductivas predecibles), se combinan para hacer que los meros sean susceptibles a la sobrepesca (Brulé *et al.*, 2009).

La Carta Nacional Pesquera más reciente (DOF, 2012), establece que el estado de la pesquería de mero *Epinephelus morio* en la región del Golfo de México y Mar Caribe se encuentra en deterioro. Además, varias especies de meros presentes en Quintana Roo están consideradas en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) en estado de a) peligro crítico: *Epinephelus*

striatus, *Epinephelus drummondhayi*, *Hyporthodus nigrurus*, *Epinephelus itajara*; b) vulnerables: *Hyporthodus flavolimbatus*, *Hyporthodus niveatus*, *Mycteroperca interstitialis*; y c) casi amenazadas: *Epinephelus morio* y *Mycteroperca bonaci* (IUCN, 2004).

La Norma Oficial Mexicana NOM-065-PESC-2007 (DOF, 2014), dicta las medidas de regulación para el aprovechamiento de las especies de meros y especies asociadas del Golfo de México y Mar Caribe. Esta norma contiene restricciones en las artes de pesca, límites de esfuerzo por tipo de embarcación, e incluye una talla mínima de captura (36.3 cm de longitud total) solamente para *Epinephelus morio*. De 2004 a 2016, para meros y especies afines en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo se aplicó una veda de un mes de duración, de febrero 15 a marzo 15. A partir de 2017 esta veda se extendió a dos meses, del febrero 1 a marzo 30 (DOF, 2016).

Se reconoce que en pesquerías es necesaria la implementación de nuevas estrategias para lograr un manejo sustentable (Charles, 2001; Ostrom, 2007), el cual tiene como objetivo la resiliencia del sistema, que es la capacidad de recuperación de una pesquería frente a las perturbaciones causadas por acciones humanas o naturales. La sustentabilidad considerar no solo la captura o biomasa aceptables para recuperar el stock de una especie, sino que también las estructuras económicas y sociales de la pesquería (Charles, 2001). Es necesario comprender a la pesquería como un sistema integrado por los tres componentes siguientes: *i*) Natural: recursos (peces), ecosistema, ambiente físico; *ii*) Humano: pescadores, tecnología de captura, procesamiento del recurso, mercado y consumidores; interesados en el recurso, comunidades, ambiente social, económico y cultural; y *iii*) Manejo: políticas y planes, manejo de la pesquería, desarrollo de la pesquería, investigación (Charles, 2001).

La pesquería de meros de Quintana Roo carece de monitoreo regular y es considerada una pesquería con pocos datos. Para casos similares con limitada información, son útiles los indicadores pesqueros simples, capaces de dar idea de la condición actual en la que se encuentra un recurso. En la ciencia pesquera, dichos índices simples son calculados a partir de datos de tallas obtenidas de

muestreos independientes de la pesquería (Ault *et al.*, 2005; Trenkel, 2007) o bien datos dependientes de la pesquería (Munro 1983; Froese, 2004, Froese *et al.*, 2016). La talla de organismos es un factor central en procesos clave ecológicos. Los cambios en la estructura de tallas y el funcionamiento de los ensambles de peces, tienen consecuencias en la productividad y resiliencia de los stocks (Shin, 2005).

Los indicadores simples tienen puntos de referencia predeterminados para su comparación en períodos de tiempo. Cuando se consideran juntos, la posición actual y la tendencia de los indicadores en relación con los criterios, permiten establecer el estado presente del recurso y revelan una parte de la dinámica del sistema (Seijo, 2000; Trenkel, 2007).

El enfoque de gran escala espacial ha sido utilizado en análisis previos de la pesquería de meros en la península de Yucatán o el Banco de Campeche (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997; Giménez Hurtado, 2005; Defeo y Burgos, 2004; Monroy *et al.*, 2013; DOF, 2014). En contraste, el presente trabajo adopta la escala sub-regional o local para la evaluación de la pesquería de meros en el norte de Quintana Roo, por dos razones: Primera, los límites geográficos de jurisdicción estatal, implican la aplicación de políticas diferenciadas entre Yucatán y Quintana Roo en cuanto a los apoyos económicos durante la veda y la segunda tiene que ver con la percepción de los pescadores de Quintana Roo, quienes afirman que las flotas de Yucatán han diezmando el recurso mero en las áreas de pesca frente a Yucatán; mientras que el recurso se encuentra en mejor condición frente a las costas de Quintana Roo (Sosa Cordero *et al.*, 2009).

Este trabajo presenta la primera evaluación del estado de tres de las principales especies de meros, con base en indicadores simples (Munro, 1983; Froese, 2004; Ault *et al.*, 2005; Froese *et al.*, 2016) en la zona norte de Quintana Roo. A partir de lo anterior se proponen recomendaciones generales de manejo del recurso mero, cuya aplicación se restringe a la zona de estudio.

Materiales y Métodos

El área de pesca incluye la plataforma continental, desde Punta Petempich, cerca de Puerto Morelos, al límite más norteño de la plataforma, al norte de Isla Contoy, frente al Canal de Yucatán (Fig. 1).

El estudio obtuvo información de varias fuentes: *i*) reportes oficiales de la captura total, en Kg de peso eviscerado, resultantes de todas las flotas (Subdelegación de Pesca-Quintana Roo, CONAPESCA-SAGARPA); *ii*) registros del volumen y la composición de la captura por viaje de un grupo de barcos de la flota mediana de 2008 a 2015, suministrados por una empresa; *iii*) encuestas a los pescadores al final de los viajes de pesca y *iv*) muestreos intensivos de la composición de la captura de embarcaciones de distintas flotas, en dos períodos, julio a septiembre de 2013 y noviembre a diciembre de 2014 en Puerto Juárez- Cancún (Fig.1). En cada período de muestreo intensivo, durante alrededor de cinco días al mes se colectaron datos de embarcaciones conforme llegaban a la costa en varios sitios tradicionales de desembarque en Puerto Juárez: playa “El Niño”, muelle de pescadores APIQROO, y áreas de recepción de producto de empresas comercializadoras.

Para un subconjunto de embarcaciones o viajes de pesca, se efectuaron muestreos de la composición de tallas, exclusivamente de las especies de meros, registrando la longitud furcal (Lf) en centímetros (± 1 cm) de los individuos, y a una fracción de los cuales se le midió el peso eviscerado en gramos.

Se calculó el peso (kg) de la muestra mensual de cada especie de mero. En los muestreos en que no fueron pesados todos los peces, se usó la relación longitud–peso (W-L) para determinar el peso de la muestra. Se obtuvo la relación W-L mediante regresión lineal con los datos de longitud y peso de *E. morio* *M. bonaci* y *M. microlepis* procedente de los muestreos. Esta relación no-lineal, se expresa por la siguiente ecuación:

$$w(i) = a \cdot L(i)^b \quad \text{Ec. (1.1)}$$

$w(i)$ es peso eviscerado del ejemplar i (kg)

a parámetro, antilogaritmo del intercepto de log W-log L

b parámetro, la pendiente de log W-log L

$L(i)$ = Longitud furcal del ejemplar i (cm)

La ecuación 1.1 puede transformarse en lineal tomando logaritmos a ambos lados

$$\log W(i) = \log a + b \cdot \log L(i) \quad \text{Ec. (1.2)}$$

Con base en la relación longitud-peso definida de cada especie (Ecs. 1.3, 1.4 y 1.5) se calcularon los pesos de las especies de meros y se obtuvo el peso de la muestra mensual por especie (kg), la cual se utilizó para calcular el valor del factor de expansión mensual.

$$W(E.morio) = 0.0173 \cdot (L)^{2.978} \quad \text{Ec (1.3)}$$

$$W(M.bonaci) = 0.03591 \cdot (L)^{2.805} \quad \text{Ec (1.4)}$$

$$W(M.microlepis) = 0.02947 \cdot (L)^{2.836} \quad \text{Ec (1.5)}$$

Para construir la estructura de tallas de una especie durante un período, se calculó el valor del factor de expansión f_{ex} , dado por el cociente $f_{ex} = CT_{mes i} / \text{Peso muestra}_{mes i}$, donde la captura total mensual $CT_{mes i}$ y peso de la muestra son por especie y flota; con ellos se elevaron las muestras al valor de la captura total por mes (Sparre y Venema, 1998). Lo anterior permitió escalar (ponderar) los datos de la muestra mensual a la magnitud de la captura total de cada mes. Así, solo después de asignar un valor de ponderación a cada muestra mensual se calculó la sumatoria de las frecuencias (número de ejemplares) por cada intervalo de tallas, que representó la estructura por tallas de las capturas totales en cada período de muestreo.

Los registros oficiales sobre la captura de los meros emitidos por CONAPESCA-SAGARPA, no están desglosados por especie ni por flota. De manera que, en la publicación oficial “Anuarios Estadísticos de Pesca”, las capturas de varias especies de serránidos se agrupan bajo la categoría “meros y similares”. Esto impidió determinar el factor de expansión de cada muestra mensual de las tallas de las principales especies de meros por separado; así como discriminar por flota (artesanal y mediana). El cálculo del factor de expansión exige conocer la captura total por flota de cada especie de mero. Este problema se resolvió usando la información disponible de los muestreos mensuales y los registros de desembarques o arribos de una empresa (EMP) que opera en la zona de estudio, cuyos barcos de la flota industrial están en operación constante.

El volumen total mensual de meros de la flota mediana se estimó a partir del volumen mensual de meros capturado por tres embarcaciones de EMP, estos valores conformaron una muestra de la flota mediana y se multiplicaron por 2.5, bajo el supuesto de que este factor representó la producción de las restantes embarcaciones medianas que operan en la zona. Aunque no fue determinado el número exacto de embarcaciones medianas en operación durante los muestreos, según los pescadores fueron de 8 a 10 en total. Esto concuerda con registros oficiales de 2009, que reportaban 8 embarcaciones medianas en operación en la zona de estudio (Sosa Cordero *et al.*, 2009). Con el volumen por especie de la muestra mensual de la flota mediana y su aportación porcentual al volumen de la muestra total de meros, se calculó la captura total mensual por especie de la flota mediana en la zona norte de Quintana Roo (Tabla 1).

En el caso de *M. bonaci*, no se aplicó el factor de expansión a las muestras de Agosto y Septiembre (2013), ya que el peso de la muestra superó al registro oficial de la captura total, lo que implica fallas por subestimación del registro oficial. Por lo tanto, la captura total de *M. bonaci* en Agosto y Septiembre se consideró mejor representada por el peso de la muestra.

La captura total de la flota artesanal de *E. morio* y *M. microlepis* en los meses de muestreo se obtuvo de la diferencia entre la captura total mensual reportada para

ambas especies (CONAPESCA), y la captura total mensual estimada para la flota mediana (Tabla 2). En 2013 y 2014 no hubo registros oficiales por mes de la captura total de *M. bonaci* en la zona de estudio; solo se conoce la captura total por año. La captura anual en 2013, de 6493 kg, este dato no se consideró confiable al resultar menor que la estimación de la captura total de la flota mediana. Para aproximar la captura mensual de *M. bonaci* en 2013 por la flota artesanal, como hipótesis de trabajo se consideró que el volumen de las muestras mensuales de la flota artesanal representó el 10% de la captura total de esta especie. Bajo esta hipótesis, se estimaron las capturas mensuales totales de la flota artesanal, cuyos valores se utilizaron para calcular el factor de expansión de la muestra (Tabla 3).

En 2014, resultó más confiable la cifra oficial de la captura total de *M. bonaci*, de 12,199.5 kg, que se utilizó para estimar de modo aproximado la captura total de la flota artesanal, de 8769.5 kg equivalente a la diferencia entre la captura total antes mencionada y la estimación del total capturado por la flota mediana (3430 kg). A esta estimación anual, se aplicó el mismo porcentaje mensual de *M. bonaci* observado en la muestra total de la flota mediana durante el período de muestreo, para obtener una aproximación del volumen mensual de la captura total por la flota artesanal, cuyos valores permitieron calcular el factor de expansión de la muestra (Tabla 3).

Una vez determinados los factores de expansión de las muestras mensuales por especie y flota en los periodos de muestreo, se construyeron las distribuciones sumarias de la flota artesanal y la flota industrial, por separado, para luego obtener la distribución sumaria del conjunto de las flotas de las principales especies de cada periodo, de las cuales se calcularon los indicadores simples basados en tallas empleados para evaluar el estado de recursos bajo situaciones de escasez de datos (Munro, 1983; Froese, 2004; Ault *et al.*, 2005; Froese *et al.*, 2016).

Posteriormente, las distribuciones sumarias de las tallas por especie fueron convertidas a distribución por edades con el método determinístico que usa la función *age slicing* del paquete ALKr del software R (R Core Team, 2013).

Los indicadores simples utilizados en la evaluación de la pesquería de meros en el área de estudio son los siguientes:

P_{mad} Porcentaje de individuos maduros, indicador que cuantifica los individuos que se reproducen y aquéllos excluidos de la reproducción. El objetivo de este indicador es cuantificar en qué medida se permite que los individuos de las especies de meros desoven al menos una vez en su vida (Froese, 2004).

P_{opt} Porcentaje de individuos con longitud optima (L_{opt}) es la talla a la que se maximiza el producto del número de peces de una cierta clase de edad no capturada, con su respectivo peso individual promedio; en consecuencia cuando la talla de la cohorte alcanza L_{opt} se registra la máxima producción e ingresos. El objetivo de este indicador es evaluar qué tanto se deja crecer a los individuos para obtener capturas formadas por peces de tallas $\pm 10\%$ de la L_{opt} , los cuales alcanzaron su rendimiento máximo (Froese, 2004). La longitud óptima se calculó con la ecuación siguiente:

$$L_{opt} = L_{\infty} \frac{3}{3 + \left(\frac{M}{K}\right)}$$

L_{∞} : Longitud asintótica, es parámetro del modelo de crecimiento Von Bertalanffy, que biológicamente se interpreta como la talla promedio de un pez viejo.

M : Tasa instantánea de mortalidad natural sobre una base anual.

K : Coeficiente de crecimiento, es parámetro del modelo de crecimiento Von Bertalanffy.

Los valores de los parámetros poblacionales empleados para calcular L_{opt} de *E. morio* fueron: $L_{\infty}=82.7$ cm, $K= 0.21$ (1/año), $M = 0.19$ (1/año) de la Península de Yucatán (Rodríguez, 1994). Para *M. microlepis*: $L_{\infty}= 127.2$ cm , $K= 0.14$ (1/año) (Lombordi *et al.*, 2013), $M = 0.15$ (Schirripa y Gooyear, 1994; Lorenzen, 1996) de Florida y Golfo de México. Para *M. bonaci*: $L_{\infty}= 140.8$ cm, $K= 0.12$ (1/año) (Renan

et al., 2012) en Banco Campeche y $M = 0.136$ (1/año) de Florida (Hewitty y Hoenig, 2005).

P_{mega} porcentaje de individuos mega-reproductores, peces de talla superior a individuos de talla 10% mayores de la L_{opt} . El objetivo de este indicador es evitar o minimizar la captura de mega-reproductores (Froese, 2004), que contribuyen de manera desproporcionada a la producción de gametos (Solemdal, 1997; Tripple, 1998).

L_{barra} : es la longitud promedio de la porción del stock plenamente reclutada a la pesquería, funciona como referencia para comparar a través del tiempo y detectar así el aumento o descenso de esta talla que se relaciona estrechamente con la mortalidad por pesca F (Munro, 1983). Se estimó con la siguiente fórmula:

$$L_{barra} = \frac{\sum(P.m)(Fr.)}{\sum(Fr.)}$$

$P.m$ punto medio o marca de clase de intervalos de tallas del stock plenamente reclutado.

Fr frecuencia en número o fracción de individuos en cada intervalo considerado.

Lr : es la longitud promedio de reclutamiento, clases de talla afectadas principalmente por la mortalidad natural M (Munro, 1983). Se estimó de la siguiente fórmula:

$$Lr = \frac{\sum(P.m)(Fr.)}{\sum(Fr.)}$$

$P.m$ punto medio del intervalo de tallas de reclutamiento, de la porción del stock que no se ha reclutado plenamente a la pesquería.

Fr frecuencia en número o fracción de individuos en cada intervalo considerado.

Para evaluar la pesquería de las principales especies de meros con los indicadores propuestos por Froese (2004) se utilizaron las siguientes longitudes: Longitudes de primera madurez $L_{50\%} = 51$ cm Lf (*E. morio*), 72 cm Lf (*M. microlepis*), y 72 cm Lf (*M. bonaci*) reportadas por Brulé *et al.* (2009). Las longitudes máximas reportada en los muestreos $L_{max} = 87$ cm Lf (*E. morio*), 114 cm Lf (*M. microlepis*), 136 cm Lf (*M. bonaci*). Con ello se calcularon los valores de longitud optima $L_{opt} = 63.5$ cm Lf (*E. morio*), 93.7 cm Lf (*M. microlepis*), 102.1 cm Lf (*M. bonaci*).

Resultados

Estructura de tallas sumarias por flota y período de las principales especies de meros

Se analizó por separado y en conjunto la presión de pesca que ejercen la flota artesanal y la flota mediana sobre las tres principales especies en los dos periodos de muestreo. La flota artesanal, en comparación con la mediana, extrajo un número más elevado de individuos (~103,217) de mero rojo *E. morio* en el primer período, y capturó con mayor frecuencia individuos en el intervalo de tallas 35-40 cm de longitud furcal (Lf) (Fig. 2 a). En la flota artesanal, la longitud promedio de reclutamiento a la pesquería (L_r) fue de 35.7 cm Lf en el primer periodo y 32.5 cm Lf en el segundo (Fig. 2 a y b); mientras que la estimación de longitud promedio de individuos plenamente reclutados a la pesquería (L_{barra}) fue de 44.5 y 39.4 cm Lf, en el primer y segundo períodos, respectivamente (Fig. 2 a y b). La flota artesanal comenzó a capturar individuos de *E. morio* a partir de 2 años de edad, pero incidió con mayor frecuencia sobre individuos de 3 años de edad (Fig. 3 a y b).

La flota mediana capturó un número menor de ejemplares, ~1,917 peces (2% de la captura total de todas las flotas), de los cuales la mayoría (96.9%) tuvieron tallas superiores a la longitud de primera madurez $L_{50\%} = 51$ cm Lf (Brulé *et al.*, 2009), que corresponde a adultos con potencial en la actividad reproductiva. La longitud promedio de reclutamiento a la pesquería (L_r) fue de 61.2 cm Lf y la longitud promedio de individuos plenamente reclutados a la pesquería (L_{barra}) alcanzó 71 cm Lf (Fig. 2 c). La flota mediana comenzó a capturar individuos de *E. morio* a partir

de 4 años de edad; no obstante, capturó con mayor frecuencia individuos de 8 años de edad (Fig. 3 c).

Los individuos de *M. microlepis* capturados por la flota artesanal, en ambos períodos, exhibieron un amplio espectro de tallas; sin embargo, en el segundo periodo (Nov-Dic de 2014) aumentó en 91.6% la frecuencia de esta especie en las capturas (Fig 4 a y b). En el primer período, la longitud media de reclutamiento a la pesquería (L_r) fue de 84.3 cm Lf y de 32.5 cm Lf en el segundo periodo (Fig 4 a y b). La longitud promedio del stock plenamente reclutado a la pesquería (L_{barra}) fué 101.2 cm Lf y 57.1 cm Lf, en el primer y segundo período, respectivamente (Fig. 4 a y b). En ambos periodos la mayoría de las capturas de la flota artesanal consistió de ejemplares juveniles y preadultos, de tamaños cercanos a la talla de primera madurez $L_{50\%} = 72$ cm Lf (Brulé *et al.*, 2009). La flota artesanal empezó a capturar individuos de *M. microlepis* de 3 años de edad en adelante, y capturó con mayor frecuencia individuos de 10 años de edad (Fig 5 a).

La flota mediana, en el primer período, extrajo un número elevado de individuos de *M. microlepis*, ~8482 peces (89.7% de la captura total por todas las flotas) que superó al número capturado por la artesanal (~971 peces). En la captura de esta flota dominaron individuos con tallas de 85 a 90 cm Lf y solo 4% de los individuos tuvieron longitudes menores a la talla de primera madurez. La longitud promedio de reclutamiento a la pesquería (L_r) fue de 82.8 cm Lf. La longitud promedio de las clases plenamente reclutadas a la pesquería (L_{barra}) fue de 94.5 cm Lf (Fig.4 c). En esta flota mediana, los individuos de *M. microlepis* empezaron a ser capturados desde los 4 años de edad; mientras que los individuos de 8 años fueron capturados con más frecuencia (Fig.5 c).

En ambos períodos de muestreo, la flota artesanal capturó individuos de *M. bonaci* en un amplio rango de tallas, pero en su mayoría fueron peces juveniles y preadultos (Fig.6 a). La longitud promedio de reclutamiento a la pesquería (L_r) fue de 61.9 cm Lf en el primer período, y de 50.6 cm Lf, en el segundo (Fig.6 a y b). La longitud promedio de los peces plenamente reclutados a la pesquería (L_{barra}) fue de 87.5 cm Lf y 66.9 cm Lf en el primer y segundo período, respectivamente (Fig.6 a y b).

La flota artesanal empezó a capturar individuos de *M. bonaci* de 3 años de edad en adelante y tendió a capturar con más frecuencia individuos de 4 a 7 años de edad (Fig 7 a).

La flota mediana capturó con mayor frecuencia individuos de *M. bonaci* de tallas superiores a la longitud de primera madurez $L_{50\%} = 72$ cm Lf (Brulé *et al.*, 2009). La longitud promedio de reclutamiento a la pesquería (L_r) se estimó en 72.5 cm Lf y la longitud promedio de individuos plenamente reclutado a la pesquería (L_{barra}) fue de 95.8 cm Lf (Fig.6 c). La flota mediana comenzó a capturar individuos de *M. bonaci* de 6 años de edad en adelante y capturó con más frecuencia individuos de 12 años de edad (Fig.7 c).

Estado de las principales especies de meros con base en indicadores simples

Se aplicaron los tres indicadores de Froese (2004, 2016), a las estructuras sumarias de las tallas de las flotas combinadas para el primer período de muestreo. Estos resultados reciben mayor peso en el análisis, dado que reflejan la presión de pesca ejercida en conjunto por ambas flotas sobre cada especie, al proceder del espectro de tallas de la población disponible en áreas de pesca del norte de Quintana Roo. En contraste, en el segundo período los datos estuvieron restringidos meramente a la flota artesanal, cuya estructura sumaria de tallas e indicadores subsecuentes reflejan solamente la presión de pesca que ejerce dicha flota (Tabla 4).

Mero rojo (*Epinephelus morio*)

Con la talla de primera madurez reportada para la población que ocupa la plataforma de la península de Yucatán, $L_{50\%} = 51$ cm Lf (Brulé *et al.*, 2009), se calculó $P_{mad} = 18.7$ %; esto es, la fracción de los peces capturados que presentaban potencial reproductivo, eran peces adultos cuyas longitudes variaron de 51 a 87 cm Lf. En consecuencia, el 81.3% de los peces capturados no alcanzaron a reproducirse, al tener longitudes desde 24 cm Lf, la talla mínima en el muestreo, a 50 cm Lf. Se

calculó además, $L_{opt} = 63.5$ cm Lf, con el intervalo de longitudes óptimas (57.17, 69.88 Lf cm), delimitado por las tallas que van desde un 10% menos de L_{opt} ($0.9 L_{opt} = 57.17$ cm Lf) hasta un 10% más de L_{opt} ($1.1 L_{opt} = 69.88$ cm Lf). De lo anterior se obtuvo $P_{opt} = 8.1\%$, la fracción de peces capturados en el intervalo tallas óptimas (Fig. 2 d). Finalmente, con base en la longitud máxima de muestreo, 87 cm Lf, se estimó $P_{mega} = 4.6\%$, el porcentaje de peces capturados que tuvo grandes tallas.

A partir de la información colectada en la zona de estudio y los indicadores de Froese (2004) y Froese *et al.* (2016), con bajos valores $P_{mad} < 20\%$, $P_{opt} < 10\%$ y $P_{mega} < 5\%$, se considera que el mero rojo *E. morio* soporta una presión de pesca demasiado elevada y se encuentra en estado de sobre-explotación.

Abadejo (*Mycteroperca microlepis*)

Usando la talla de primera madurez reportada para la población que habita la plataforma de Yucatán, $L_{50\%} = 72$ cm Lf (Brúle *et al.*, 2009), se obtuvo $P_{mad} = 94.2\%$; el porcentaje de peces capturados con potencial reproductivo, cuyas longitudes van de 72 a 114 cm Lf. Por tanto, el 7.3% de los peces capturados no llegaron a reproducirse, al tener longitudes entre 49 cm Lf –la talla mínima en el muestreo, y 71 cm Lf. Luego de calcular $L_{opt} = 93.7$ cm Lf, se determinó el intervalo de longitudes óptimas (84.33, 103.07 cm Lf), que comprende las tallas entre $0.9 L_{opt}$ y $1.1 L_{opt}$; para con ello estimar $P_{opt} = 64.5\%$, la fracción de peces capturados que presentaron tallas óptimas (Fig.4 d). Con la longitud máxima para esta especie en el muestreo de 114 cm Lf, se determinó $P_{mega} = 9.2\%$ siendo el porcentaje de los individuos capturados conformado por peces de grandes tallas.

Con base en la información obtenida en la zona de estudio y estimaciones de indicadores de Froese (2004) y Froese *et al.* (2016), con valores altos de $P_{mad} > 90\%$, $P_{opt} > 60\%$ y moderado valor $P_{mega} < 10\%$, se considera que el abadejo *M. microlepis* está sometido a una moderada presión de pesca; con dos de los tres

indicadores apuntando a que por ahora este recurso se encuentra actualmente en estado de explotación razonablemente aceptable.

Negrillo (*Mycteroperca bonaci*)

Dada la talla de primera madurez para la población residente en la plataforma de Yucatán, $L_{50\%} = 72$ cm Lf (Brulé *et al.*, 2009), se calculó $P_{mad} = 59.1\%$; equivalente a la fracción de los peces capturados que presentaban potencial reproductivo, con longitudes entre 72 y 136 cm Lf. Por consiguiente, un 40.9% de los peces capturados no alcanzaron a reproducirse, al tener longitudes desde 49 cm Lf, la talla mínima en el muestreo, hasta 71 cm Lf. Después se calculó $L_{opt} = 102.1$ cm Lf, utilizado para determinar el intervalo de longitudes óptimas (91.97, 112.4 cm Lf); a partir del cual se estimó el índice $P_{opt} = 21.4\%$; el porcentaje de los peces capturados que presentaron tallas óptimas (Fig. 6 d). Finalmente, con la longitud máxima para esta especie en el muestreo de 136 cm Lf, se calculó $P_{mega} = 3.4 \%$; la fracción de los peces capturados conformada por ejemplares de grandes tallas.

Con la información de la zona de estudio y los indicadores de Froese (2004) y Froese *et al.* (2016), con valor moderado de $P_{mad} < 60 \%$ y bajos $P_{opt} < 22\%$ y $P_{mega} < 4 \%$, se establece que el negrillo *M. bonaci* está sometido a una presión de pesca intermedia, de moderada a fuerte; con dos de tres indicadores (P_{opt} y P_{mega}) señalando que este recurso soporta una elevada explotación. Sin embargo, al carecer P_{mega} de interpretación unívoca, es posible que solamente un indicador de los tres apunte en dirección de una elevada explotación.

Discusión

Estado de las principales especies de Meros

En las distintas flotas de la zona de estudio, el mero rojo (*Epinephelus morio*) sobresale por su frecuencia en las capturas; de acuerdo con los indicadores simples de Froese (2004), Froese *et al.* (2016) aplicados a esta sub-población la cual forma parte de la población total del Banco de Campeche y que está disponible en las áreas de pesca del norte de Quintana Roo; los resultados indican que dicho recurso se encuentra sobreexplotado. Esto coincide con las evaluaciones previas de *E. morio* a escala de la población entera en el Banco de Campeche (Giménez Hurtado *et al.*, 2005; Monroy *et al.*, 2013; DOF, 2014), extensa región donde se considera un recurso en deterioro desde 2000 cuando se publicó la primera Carta Nacional Pesquera (DOF, 2000). Los tres indicadores simples sugieren claramente dicho estado de sobreexplotación; $P_{mad} = 18.7\%$, $P_{opt} = 8.1\%$, $P_{mega} = 4.4\%$, que se refleja en un alto porcentaje de peces inmaduros que son capturados; mientras que el porcentaje de tallas óptimas y de ejemplares grandes fueron muy bajos.

En los dos periodos de muestreo hubo evidencia de una alta presión de pesca sobre peces inmaduros por parte de la flota artesanal; al mismo tiempo que la flota mediana capturó con mayor frecuencia ejemplares de mayores tallas. El estado del recurso a partir de los indicadores simples, resultó reforzado con otros indicadores; así, se encontró una reducida longitud promedio de reclutamiento a la pesca, $L_r = 35.6$ cm Lf o 37.1 cm de longitud total (LT) –usando la relación LT-LF (Schirripa *et al.* 1999), que resultó cercana a la talla mínima legal de captura vigente, de 36.3 cm LT (NOM -065-PESC). Por cierto, se ha mencionado que esta talla mínima vigente tiene débil fundamento biológico, dado que la talla de primera madurez reportada para esta especie es $L_{m50} = 51$ cm Lf (Brulé *et al.*, 2009). En contraste, en EUA a partir de 2017 está vigente una talla de mínima captura de 45.7 cm LT (68B-14.00355, Florida Administrative Code).

Los resultados de este trabajo para *E. morio* son similares a los hallados a escala del Banco de Campeche, donde Brulé *et al.* (2009) reportaron la captura de un alto porcentaje de peces inmaduros de la flota artesanal (94.8%) y la flota mediana

(89.9%). En dicho Banco, estas flotas operan a menores profundidades que los barcos de la flota mayor que incide con mayor frecuencia en los meros de grandes tallas (Brulé *et al.*, 2009; Monroy *et al.*, 2010). Es preocupante esta situación a escala de la población entera, al implicar una alta presión de pesca sobre individuos de menores tallas, que no han alcanzado a reproducirse por primera vez.

En el caso del abadejo *Mycteroperca microlepis*, en la zona de estudio estuvo presente en las capturas de ambas flotas, la artesanal costera y sobre todo en la flota mediana, donde se registró con más frecuencia. La sub-población de *M. microlepis*, parte del stock total disponible en las áreas de pesca del norte de Quintana Roo; de acuerdo con los indicadores simples actualmente se encuentra en estado aceptable de aprovechamiento. Esta aseveración descansa en los indicadores simples del primer periodo de muestreo, cuando el conjunto de flotas ejerció una baja presión de pesca sobre peces inmaduros, con altos valores de $P_{mad} = 94.2\%$, y $P_{opt} = 64.5\%$, que reflejan elevados porcentajes de peces maduros y de individuos en el intervalo óptimo de longitudes. El único indicador de valor bajo fue $P_{mega} = 9.2\%$, que señala la relativa escasez de peces de grandes tallas o mega-reproductores. No obstante, los bajos valores de este indicador no siempre reflejan una situación indeseable, ya que la baja captura de mega-reproductores tiene interpretación alternativa: favorecer su permanencia en la población es positivo dada la elevada contribución en la reproducción de los peces más grandes (Solemdal, 1997; Trippel, 1998). De hecho, las estrategias de manejo centradas en la talla máxima, tienen como meta reducir el impacto de la pesca sobre los mega-reproductores.

El estado del recurso a partir de los indicadores simples, resulta consistente con los valores de otros indicadores aplicados; así, se encontró un elevado valor de talla promedio de reclutamiento a la pesquería, $L_r = 80.3$ cm Lf. En vista de que el Banco de Campeche carece de talla mínima legal para *M. microlepis*; puede servir de referencia la talla mínima de captura en EUA de 55.8 cm LT (68B-14.00355, Florida Administrative Code), equivalente a 54.2 cm Lf usando la conversión LT-LF de Brulé

(2003). Así, en este recurso no es un problema serio la captura de ejemplares inmaduros, ni siquiera es generalizado para las distintas flotas; únicamente las embarcaciones de la flota artesanal costera ($L_r = 32.5$ cm L_f), deben modificar sus métodos de pesca para evitar la captura de abadejos inmaduros.

En la zona de norte de Quintana Roo actualmente operan pocas embarcaciones de la flota mediana-industrial; sin embargo, es indispensable limitar el crecimiento de esta flota, evitando que rebase el máximo permisible de embarcaciones. Lo anterior permitirá mantener la abundancia y estructura demográfica de las poblaciones de meros de distintas especies; sobre todo de las especies que soportan mayor presión de pesca, como *E. morio* y *M. bonaci*. Es notable la fuerte tendencia al alza de 2012 a 2015 de las capturas de *M. microlepis* por parte de la flota mediana; cuando dicha especie aportó entre 40 y 60 % de la producción total de recursos pesqueros de esa flota (Enríquez Hernández, 2017) Por cierto, en la captura de la flota mediana dominaron ejemplares de *M. microlepis* de grandes tallas. En cambio, en las capturas de la flota artesanal hubo una distribución polimodal de tallas, con amplio intervalo de valores, al haber barcos que operan a > 40 m de profundidad, que capturaron individuos de mayores tallas en comparación con los peces que capturan las embarcaciones artesanales costeras.

El negrillo *M. bonaci* formó parte de las capturas de todas las flotas, aunque ocurrió con mayor frecuencia en las capturas de la flota artesanal costera. En esta última predominaron ejemplares de tallas menores, aunque exhibieron una distribución polimodal que comprendió un amplio rango de valores. En contraste, en las capturas de la flota mediana hubo marcado dominio de peces de tallas mayores. De acuerdo con los indicadores simples aplicados, la sub-población de *M. bonaci*, la parte del stock total que está disponible en las áreas de pesca del norte de Quintana Roo, está sometida a un nivel de explotación intermedio, de moderado a elevado. Esta afirmación se sustenta en los resultados del primer período de muestreo que permitió analizar la presión ejercida sobre esta especie por las flotas vistas en conjunto; cuando la captura total tuvo un porcentaje moderado-alto de individuos maduros (59.1%), pero con escasez de individuos tanto de longitudes óptimas

(21.4%) como de grandes tallas (3.2%). Los dos últimos indicadores reflejan la ausencia de ejemplares de importancia clave en la recuperación de poblaciones. Sin embargo, la relativa ausencia de mega-reproductores en las capturas admite la interpretación alternativa dada para *M. microlepis*. Es positivo que permanezcan en la población los peces más grandes; ya que las hembras más grandes además de mayor fecundidad, producen huevecillos más grandes, que les confiere mayor viabilidad y probabilidad de supervivencia larval (Solemdal, 1997; Trippel, 1998).

Para *M. bonaci* se determinó una talla promedio de reclutamiento a la pesquería, $L_r = 61.9$ cm Lf. En vista de que el Golfo de México y Mar Caribe no cuenta con talla mínima legal para *M. bonaci*; como referencia puede tomarse la talla mínima de captura en EUA de 60.9 cm LT (68B-14.00355, Florida Administrative Code), equivalente a 59.4 cm Lf usando la conversión LT-LF (Hop y Beaver, 2009). A partir de lo anterior, se deduce que en este recurso no es un problema la extracción de peces inmaduros; tan solo las embarcaciones de la flota artesanal costera ($L_r = 50.6$ cm Lf) deben modificar sus métodos de pesca a fin de evitar la captura de ejemplares inmaduros de *M. bonaci*.

En relación al índice L_{barra} , es útil tomar como referencia los resultados de Ault *et al.* (2005) para peces de arrecife en Florida, quienes concluyeron que el complejo pargos-meros presentaba un estado de sobrepesca, basado en los cocientes F/F_{msy} y B/B_{msy} . En particular, para *E. morio* reportaron $L_{barra} = 59.2$ cm, con mortalidad por pesca $F = 0.41$, de modo que $F/F_{msy} = 2.27$ y $B/B_{msy} = 0.57$. Por otro lado, para *M. bonaci* calcularon $L_{barra} = 70.9$ cm, $F = 0.60$, y los cocientes $F/F_{msy} = 4$ y $B/B_{msy} = 0.26$. En comparación con lo anterior, en este trabajo *E. morio* tuvo menor valor de $L_{barra} = 45.5$ cm Lf; mientras que *M. bonaci* tuvo valor superior, con $L_{barra} = 88.1$ cm Lf. La comparación gruesa de estos valores, permite inferir que en la zona de estudio *E. morio* experimenta un estado de sobrepesca peor que en Florida; mientras que lo opuesto ocurre para *M. bonaci*, al hallarse en mejor estado que en Florida (Ault *et al.*, 2005).

El panorama global que surge de la evaluación de las tres especies de meros más importantes, es un gradiente en el estado de las subpoblaciones disponibles en la zona de estudio, con el mero rojo *E. morio* con indicadores que muestran condiciones de sobrepesca; seguido del negrilla *M. bonaci* un recurso en estado intermedio, entre elevada y moderada presión de pesca, y finalmente el abadejo *M. microlepis*, que presenta un nivel de explotación razonablemente aceptable.

Las distintas flotas inciden de manera conjunta sobre las tres especies, aunque de modo diferenciado por tallas/edades debido a las artes de pesca y profundidades a las que operan. La flota mediada-industrial incide más sobre ejemplares adultos de mayores tallas/edades que incluye a los mega-reproductores; mientras que la flota artesanal, sobre todo la costera, impacta sobre todo a peces inmaduros. Estas tendencias son similares a las reportadas en evaluaciones a escala regional de *E. morio* (Giménez Hurtado *et al.*, 2005; Burgos y Defeo, 2004; Monroy *et al.* 2013; DOF, 2014). En este trabajo, el estado de cada recurso refleja el impacto combinado de las distintas flotas que operan en la zona.

Desde un punto de vista teórico, la captura de numerosos ejemplares inmaduros tiene doble efecto, aumenta el riesgo de la sobrepesca de crecimiento (Sparre y Venema, 1998), que consiste en la captura de peces que no han crecido lo suficiente y ocasiona que una alta fracción de individuos no tenga oportunidad de reproducirse. Por otro lado, la captura elevada de peces adultos e individuos de grandes tallas (mega-reproductores) conlleva el riesgo de la sobrepesca del reclutamiento (Sparre y Venema, 1998), al disminuir el número de reproductores puede reducir el reclutamiento en años subsiguientes, así como la resiliencia de la sub-población a eventos naturales, y ocasionalmente el rápido colapso de la pesquería (Froese, 2004).

Los resultados concuerdan con lo reportado en Yucatán para *M. bonaci* y *M. microlepis*, donde en los desembarques de la flota artesanal y mediana que operan a menores profundidades se registraron capturas de 91.3% (*M. bonaci*) y 95.7% (*M. microlepis*) de individuos inmaduros; mientras que la flota mayor que opera a mayores profundidades capturó con mayor frecuencia ejemplares adultos 95.2% (*M. bonaci*) y 79.3% (*M. microlepis*). Lo anterior ilustra el tipo de pesquerías donde

existe el efecto de interacción entre flotas segregadas en el espacio, que explotan diferentes componentes poblacionales durante el ciclo de vida de una misma especie. Esto genera un impacto en la abundancia de manera desigual y puede ocasionar que los recursos sean susceptibles de sobreexplotación, por el incremento del esfuerzo pesquero, así como efecto de externalidades entre flotas (Seijo *et al.*, 1997; Burgos y Defeo, 2004).

Es importante que las evaluaciones consideren a la pesca como un sistema socioecológico adaptativo, complejo que inevitablemente está rodeado de incertidumbre en varios aspectos (Berkes, 2003). Este enfoque engloba las dimensiones naturales, económicas y sociales.

Para mejorar las evaluaciones de recursos pesqueros e implementar estrategias de manejo dirigidas a establecer límites de captura por especie y tipo de flota, es necesario mejorar los reportes oficiales de capturas mensuales y anuales de las especies principales de meros; esto por separado por tipos de flota. Hace falta promover el llenado de bitácoras, de formato sencillo (NOM 065-SAG/PESC-2014), para registrar los desembarques por flota y por especie, de las seis más importantes en volumen y valor (*E. morio*, *M. microlepis*, *M. bonaci*, *H. nigitus*, *C. fulva* y *M. phenax*). El monitoreo de las pesquerías de meros y pargos debe ser un programa regular, con la toma de datos biológicos, pesqueros y bio-económicos. Además, se requiere fortalecer programas de inspección y vigilancia en las zonas de pesca y sitios de comercialización de productos pesqueros.

A escala regional, solo está determinada la talla mínima legal para *E. morio*, de 36.3 cm de longitud total (NOM065-SAG/PESC-2014). Resulta pertinente definir las tallas mínimas de captura para las demás especies de meros y pargos. De hecho, la talla mínima de captura para *E. morio*, representa el 68.8% de la longitud de primera madurez ($L_{50\%} = 51$ cm Lf). Cabe señalar que dicha talla legal ha resultado difícil de aceptar por los pescadores; sin embargo, en términos biológicos dista de ser apropiada para la recuperación de *E. morio*. Como primera aproximación, para las demás especies se proponen valores de tallas mínimas de captura que representan aproximadamente el 80% de la longitud de primera madurez ($L_{50\%}$) de

cada especie (Tabla 5). Lo anterior como un primer paso, de corto plazo, con el propósito de lograr que a mediano plazo sean establecidas tallas mínimas de captura más próximas a las longitudes de primera madurez (Tabla 5).

En algunas pesquerías a escala mundial se han implementado tallas máximas de captura por especie para la protección de mega-reproductores, que en el caso de los meros enfrenta la dificultad práctica del barotrauma que sufren los ejemplares de grandes tallas que habitan a mayores profundidades (Colin y Barbieri, 2014). Una opción más factible consiste en la eventual modificación del tamaño del anzuelo utilizado por la flota industrial para evitar la captura de ejemplares de grandes tallas/edades. Análogamente, pero en sentido inverso, es aconsejable aumentar el tamaño del anzuelo que usa la flota artesanal para reducir la captura de ejemplares juveniles (Brulé y Montero 2012). Como primeras propuestas de talla máxima de captura se sugiere utilizar la longitud $1.1 L_{opt}$ (10% mayor que la longitud óptima) de cada especie y así aumentar las capturas de individuos con longitudes óptimas (Froese *et al.*, 2016) y favorecer la sobrevivencia de los mega-reproductores para recuperar las poblaciones de estas especies.

Este esfuerzo de análisis y evaluación del recurso mero, en particular de las tres especies de meros más importantes de la zona norte de Quintana Roo, a escala sub-regional, solo se entiende como parte de una iniciativa local para fortalecer el manejo regional de estos recursos que ya cuentan con un plan de manejo a dicha escala (DOF, 2014). Esto no debiera ser fuente de contradicción en el contexto de un sistema pesquero muy complejo. Como se expuso antes, ambos enfoques coincidieron en el estado del mero rojo (*E. morio*); hace falta conocer el estado de *M. bonaci* y *M. microlepis* a escala del Banco de Campeche para su comparación con el resultado reportado en este trabajo para la zona norte de Quintana Roo.

Por último, es necesario identificar áreas de la costa que funcionan como áreas de crianza y reproducción para las costas de Quintana Roo, similar a la propuesta de López Rocha *et al.* (2009), para las costas de Yucatán. Lo anterior con el propósito de proponer esquemas de protección consensados con los productores, tal como funcionan las áreas de refugio pesquero que impulsa CONAPESCA y

organizaciones civiles. Las agregaciones reproductivas de peces son eventos espectaculares en los que participan centenas a miles de ejemplares reproductores, en sitios que son parte de increíbles escenarios naturales que pueden ofrecer una oportunidad de generar mayores ingresos del ecoturismo que de la extracción del recurso.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo recibido de pescadores, permisionarios, directivos de cooperativas y la Federación de Cooperativas de Quintana Roo; además de empresarios de Puerto Juárez, en especial el Sr. Juan C. Fuentes S., Sr. Sergio Rosado, y Sr. Filemón Flores quienes apoyaron este trabajo con información de sus actividades de pesca. Al apoyo del equipo de trabajo de ECOSUR, sobre todo A. Ramírez González, G. Yam Poot, B. Aguirre García, C. Sandoval Z. quienes participaron en los muestreos y recopilación de datos de bitácoras de embarcaciones de la flota mediana. A las autoridades de APIQROO por el acceso al muelle de Puerto Juárez.

Tabla 1. Contribución en peso (Kg) y porcentaje de las principales especies de meros en muestras mensuales y estimaciones mensuales de captura total (Kg) de la flota mediana en el norte de Quintana Roo. Se omite el nombre del género que indica valores para *Epinephelus morio*, *Mycteroperca microlepis* y *M. bonaci*.

Meses	Muestra mensual				Flota mediana (estimaciones)			
	Meros Kg	<i>morio</i> Kg - %	<i>microlepis</i> Kg - %	<i>bonaci</i> Kg - %	Meros, total Kg	<i>morio</i> Kg - %	<i>microlepis</i> Kg - %	<i>bonaci</i> Kg - %
Julio 2013	3157	654 20.7%	2391 75.7%	112 3.6%	7892.5	1633.8 20.7%	5977.8 75.7%	280.2 3.6%
Agosto 2013	4888	1774 36.3%	3058 62.6%	56 1.1%	12220	4464.6 36.3%	7644.8 62.6%	140.5 1.1%
Sept 2013	4419	1747 39.5%	2588 58.6%	84 1.9%	11047.5	4367.1 39.5%	6469.4 58.6%	209.9 1.9%
Nov 2014	8022	1476 18.4%	6377 79.5%	169 2.1%	20055	3690.1 18.4%	15943.7 79.5%	421.2 2.1%
Dic 2014	5865	1991 33.9%	3727 63.6%	147 2.5%	14662.5	4976.4 33.9%	9325.4 63.6%	366.5 2.5%

Tabla 2. Captura total oficial, por mes-año de *Epinephelus morio* y *Mycteroperca microlepis* y estimaciones de la captura por la flota artesanal del norte de Quintana Roo.

Meses	<i>Epinephelus morio</i>		<i>Mycteroperca microlepis</i>	
	Oficial, total (Kg)	F artesanal estimación (Kg)	Oficial, total (Kg)	F artesanal estimación (Kg)
Julio 2013	62,272	60,638.2	9764	3786.2
Agosto 2013	52,621	48,156.4	10,166	2521.2
Sept 2013	54,543	50,175.9	8752	2282.6
Captura anual Oficial 2013	564,373	---	107,921	---
Nov 2014	29,104	25,415.9	20,451	4509.3
Dic 2014	57,978	53 001.6	20,648	11337.4
Captura anual Oficial 2014	397,748	---	189,025	---

Tabla 3. Volumen, en Kg, de las muestras mensuales de *Mycteroperca bonaci* obtenidas de la flota artesanal y estimación mensual de la captura total de Julio a Septiembre 2013 y de Noviembre a Diciembre de 2014.

Meses	Muestra: 10% del total (Kg)	Captura total estimada (Kg)
Julio 2013	41.82	418.2
Agosto 2013	410.95	4109.5
Septiembre 2013	754.73	7547.3
	Muestra (Kg)	Captura total Estimada (Kg)
Noviembre 2014	131.23	1080.2
Diciembre 2014	4.77	939.6

Tabla 4. Indicadores simples por especie y flota en dos periodos de muestreo

Especies	Periodo 1 (Jul-Sep) 2013 Flota artesanal y mediana					Periodo 2 (Nov - Dic) 2014 Flota artesanal costera				
	<i>P mad</i>	<i>P opt</i>	<i>P mega</i>	<i>L barra</i> cm	<i>Lr</i> Cm	<i>P mad</i>	<i>P opt</i>	<i>P mega</i>	<i>L barra</i> cm	<i>Lr</i> cm
<i>E. morio</i>	18.7%	8.1%	4.4%	45.5	35.6	1.2%	0.5%	0.15%	39.4	32.5
<i>M. microlepis</i>	94.2%	64.5%	9.2%	95.7	80.3	24.6%	3.8%	0%	57.1	32.5
<i>M. bonaci</i>	59.1%	21.4%	3.2%	88.1	61.9	7.9%	4.0%	0%	66.9	50.6

Tabla 5. Propuestas de tallas mínimas y tallas máximas ideales para la recuperación de las especies y tallas aceptables por el momento para los pescadores.

Especies	Tallas Min- Max (ideales)	Tallas Min – Max (aceptables)
<i>E. morio</i>	51- 70	36.6 – 70
<i>M. microlepis</i>	72 – 103	57.6- 103
<i>M. bonaci</i>	72 – 112	57.6-112

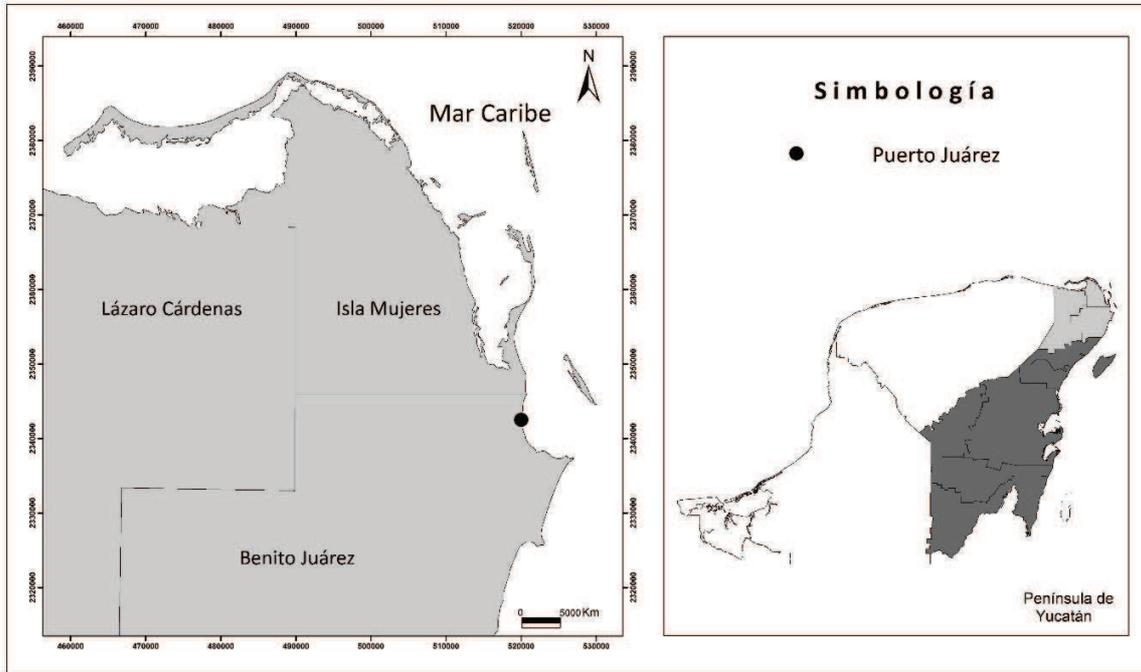


Figura 1.- Área de estudio, localidad pesquera Puerto Juárez- Cancún en la zona norte de Quintana Roo, donde se efectuaron entrevistas y muestreos de la captura- esfuerzo de las flotas, artesanal e industrial.

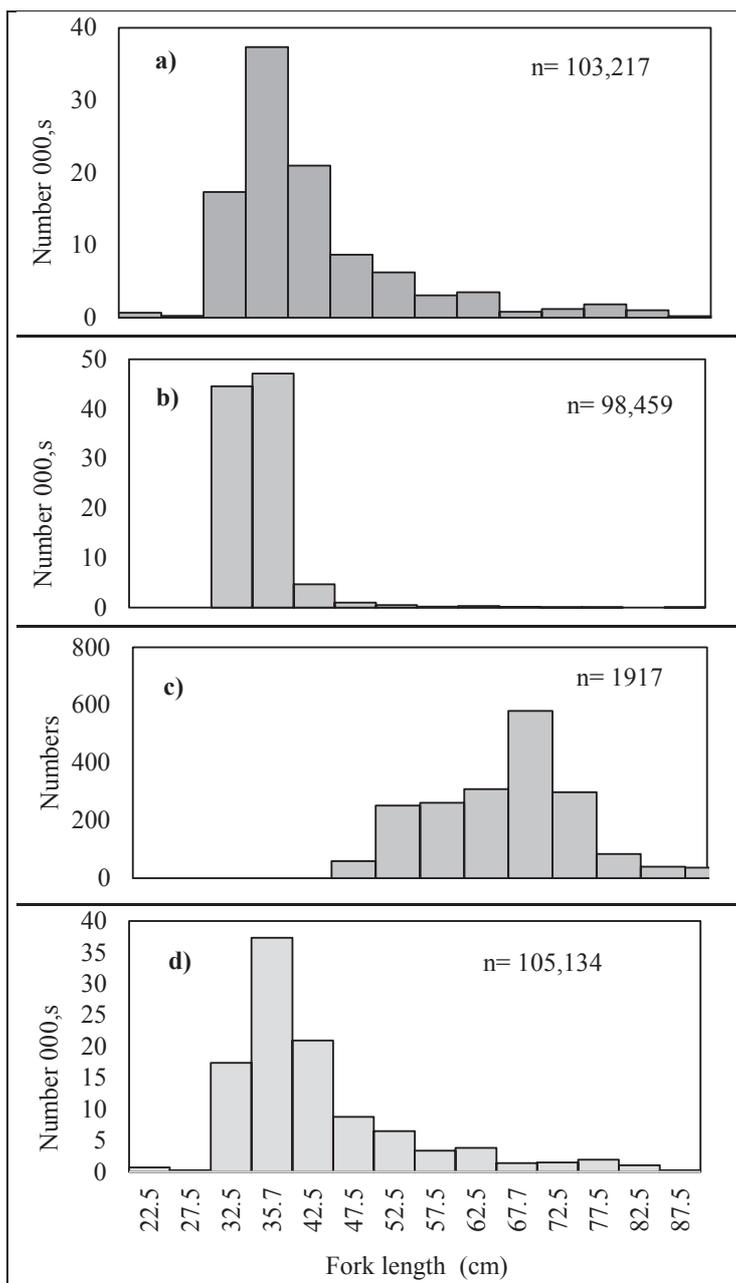


Figura 2- Distribución de tallas, longitud furcal en cm, del mero rojo *Epinephelus morio* capturados en el norte de Quintana Roo, México; con intervalos de clase de 5 cm de amplitud, durante dos períodos de muestreo. a) Flota artesanal, Jul-Sept 2013; b) Flota artesanal, Nov-Dic 2014; c) Flota mediana, Jul-Sept 2013; d) Flota artesanal y mediana Jul-Sept 2013.

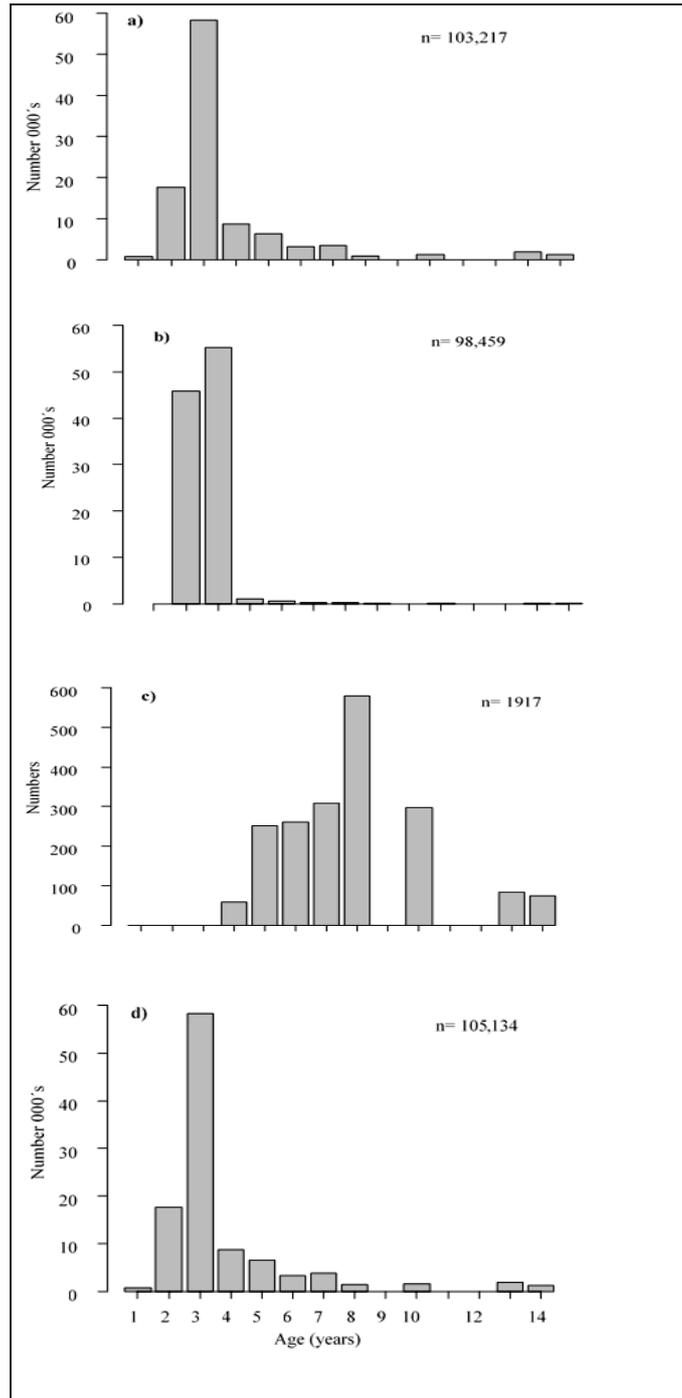


Figura 3- Distribución de edades, en años, del mero rojo *Epinephelus morio* capturados en el norte de Quintana de Quintana Roo, México durante dos períodos de muestreo. a) Flota artesanal, Jul-Sept 2013; b) Flota artesanal, Nov-Dic 2014; c) Flota mediana, Jul-Sept 2013; d) Flota artesanal y mediana Jul-Sept 2013.

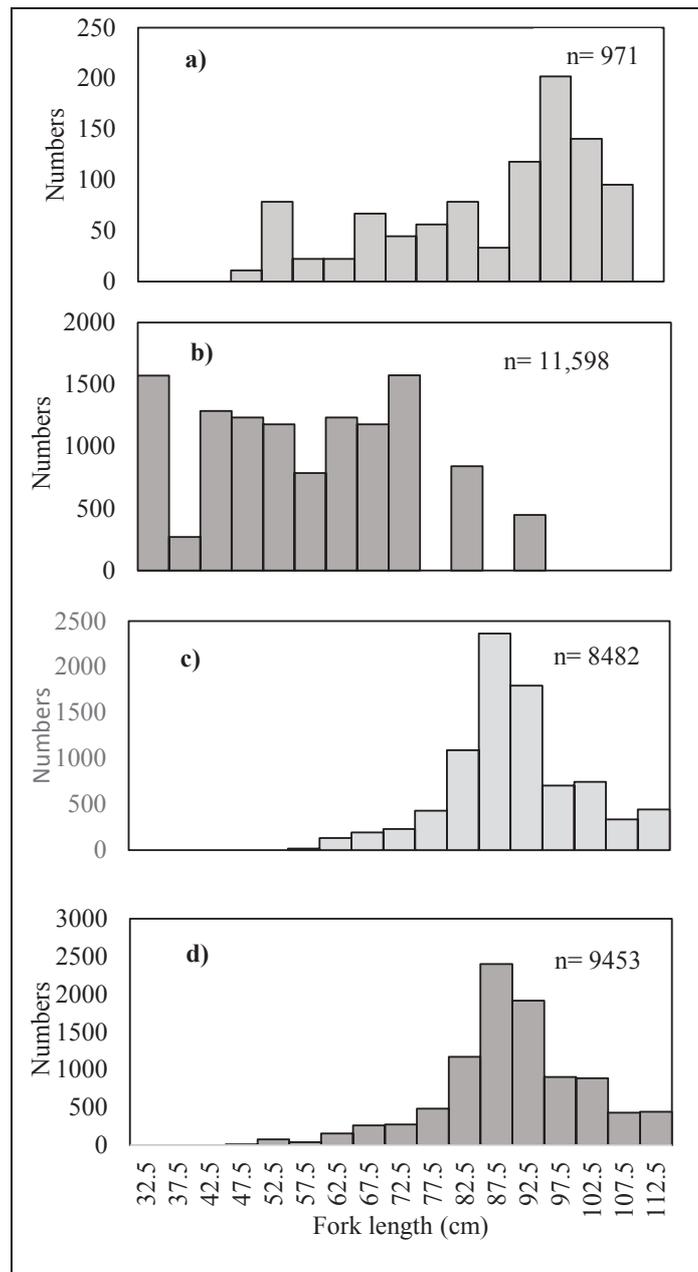


Figura 4- Distribución de tallas, longitud furcal en cm, del abadejo *Mycteroperca microlepis* capturados en el norte de Quintana Roo, México; con intervalos de clase de 5 cm de amplitud, durante dos períodos de muestreo. a) Flota artesanal, Jul-Sept 2013; b) Flota artesanal, Nov-Dic 2014; c) Flota mediana, Jul-Sept 2013; d) Flota artesanal y mediana Jul-Sept 2013.

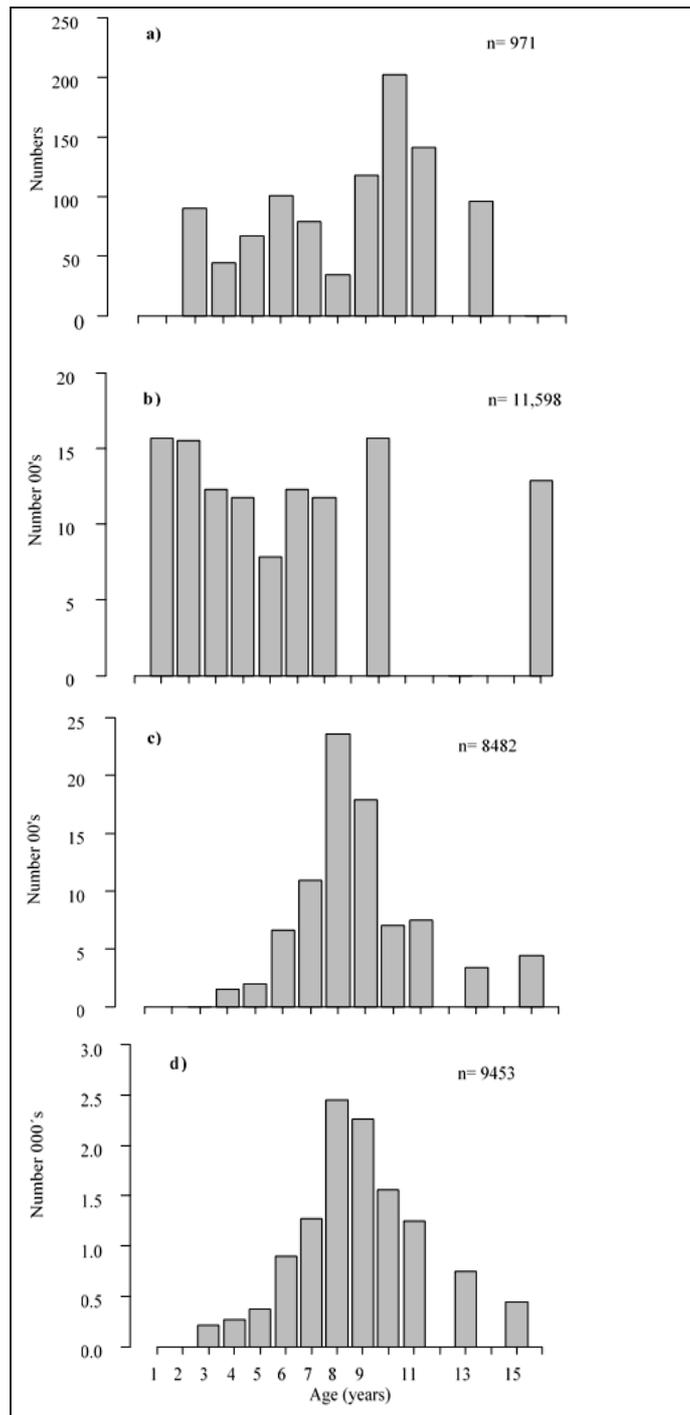


Figura 5- Distribución de edades, en años, del abadejo *Mycteroperca microlepis* capturados en el norte de Quintana de Quintana Roo, México durante dos períodos de muestreo. a) Flota artesanal, Jul-Sept 2013; b) Flota artesanal, Nov-Dic 2014; c) Flota mediana, Jul-Sept 2013; d) Flota artesanal y mediana Jul-Sept 2013.

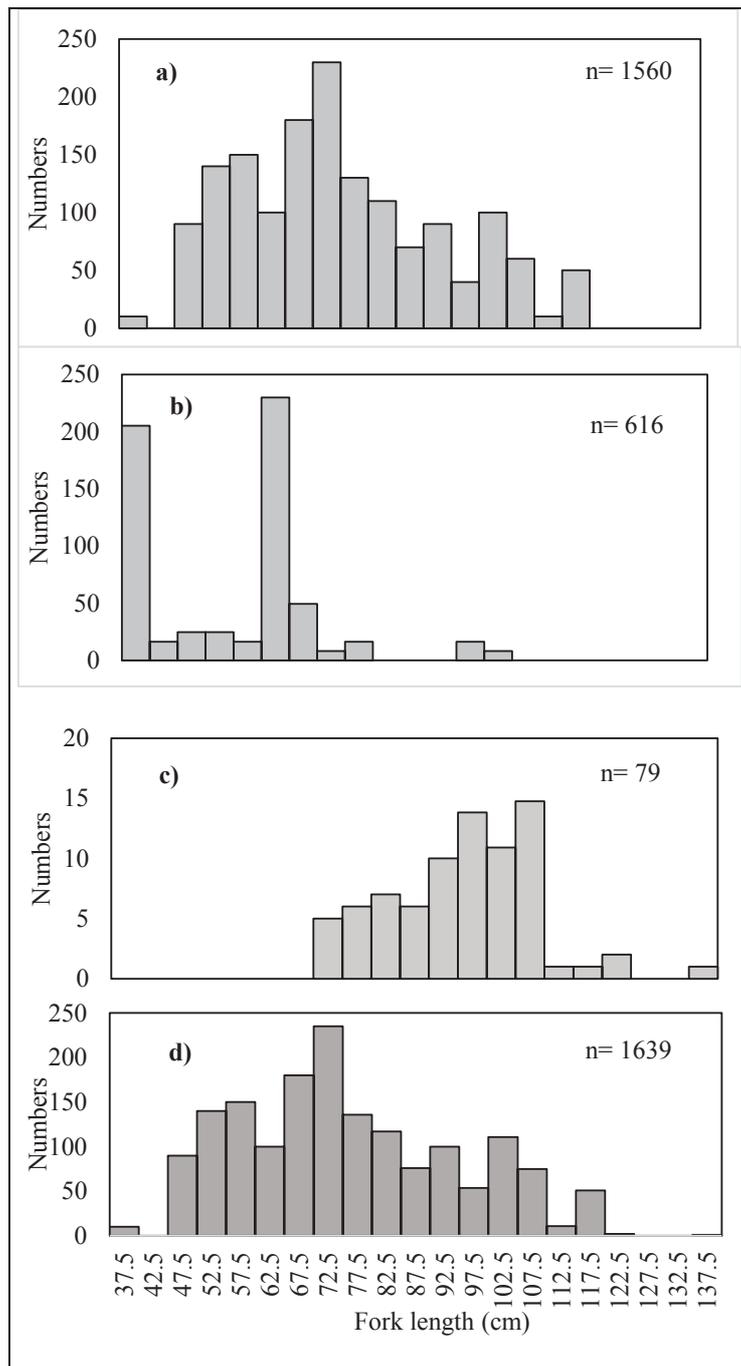


Figura 6- Distribución de tallas, longitud furcal en cm, del negrilla *Mycteroperca bonaci* capturados en el norte de Quintana Roo, México; con intervalos de clase de 5 cm de amplitud, durante dos períodos de muestreo. a) Flota artesanal, Jul-Sept 2013; b) Flota artesanal, Nov-Dic 2014; c) Flota mediana, Jul-Sept 2013; d) Flota artesanal y mediana Jul-Sept 2013.

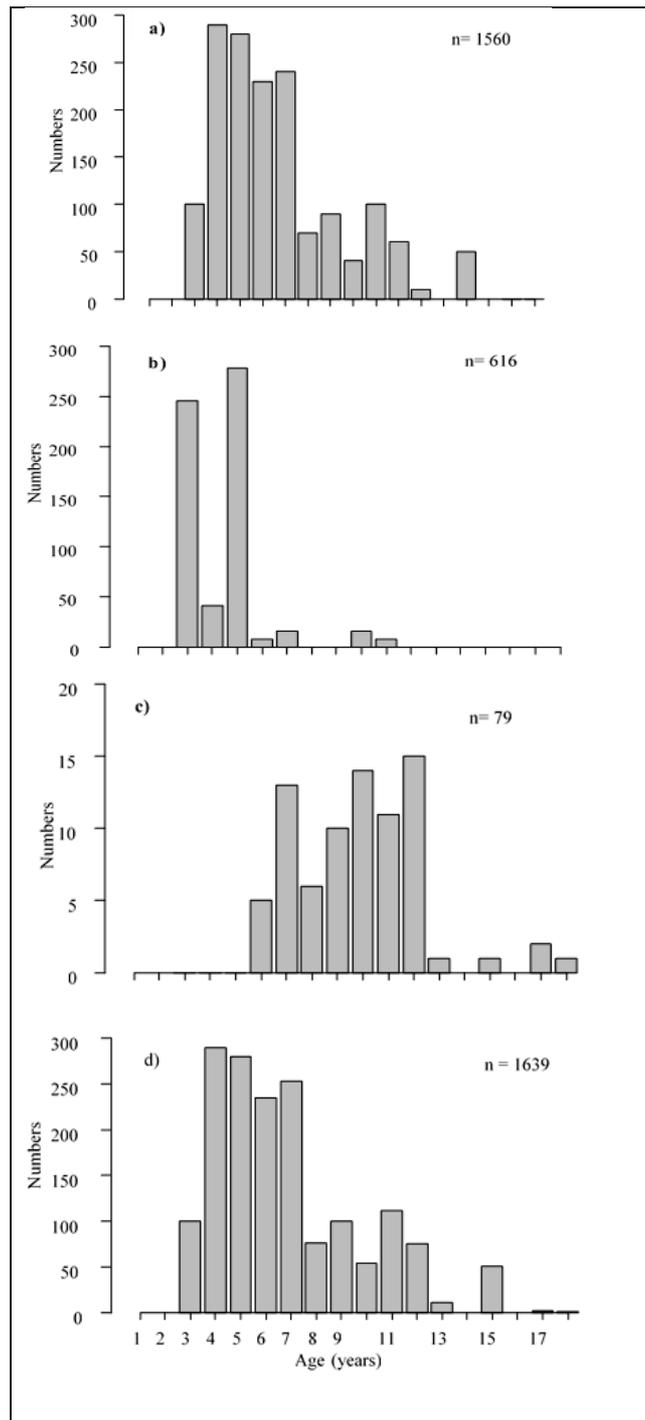


Figura 7- Distribución de edades, en años, del negrillo *Mycteroperca bonaci* capturados en el norte de Quintana de Quintana Roo, México durante dos períodos de muestreo. a) Flota artesanal, Jul-Sept 2013; b) Flota artesanal, Nov-Dic 2014; c) Flota mediana, Jul-Sept 2013; d) Flota artesanal y mediana Jul-Sept 2013.

Literatura Citada

- Ault, J.S., S.G. Smith and J. Bohnsack. 2005. Evaluation of average length as an estimator of exploitation status for the Florida coral-reef fish community. *ICES J. Mar. Sci.* 62: 417-423.
- Arreguín-Sánchez, F., M. Contreras, V. Moreno, R. Valdés y R. Burgos. 1997. La pesquería de mero (*Epinephelus morio*) de la Sonda de Campeche, México. En: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo y F. Arreguín- Sánchez (Eds.) Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX, Serie Científica, 7: 307-332.
- Berkes, F. (2003). Alternatives to Conventional Management: Lessons from Small-Scale Fisheries. *Environments*, 31, 1.
- Burgos, R., and O. Defeo. 2004. Long- term population structure, mortality and modeling of a tropical multi-fleet fishery: The red grouper *Epinephelus morio* of the Campeche Bank, Gulf of Mexico. *Fish. Res.* 66:325-335.
- Brulé, T., Déniel, C., Colás-Marrufo, T. and Renán, X. 2003. Reproductive biology of gag in the southern Gulf of Mexico. *J. Fish. Biol.* 63: 1505–1520. doi:10.1111/j.1095-8649.2003.00263.x.
- Brulé, T., V.E. Noh-Quiñones, M. Sánchez-Crespo, T. Colás-Marrufo y E. Pérez-Díaz. 2009. Composición de las capturas comerciales del complejo Mero-pargo en el sureste del Golfo de México e implicaciones para el manejo de su pesquería. *GCFI.* 61:198 -209.
- Brulé, T., J. Montero-Muñoz, N. Morales López y A. Mena-Loria. 2012. Selectividad de los Anzuelos Circulares Utilizados para la Captura de Mero Americano por la Flota Pesquera Artesanal de la Península de Yucatán, México. *GCFI.* 64:241-247.
- Collins, A.B. and Barbieri, L.R. 2014. An evaluation of the effects of catch and release angling on survival and behavior of Goliath grouper (*Epinephelus itajara*) with additional investigation into residence and long-term movement patterns. NOAA-NMFS. Rep. # NA10NMF4330115. 52 pp.

Charles, A.T. 2001. Sustainable fishery systems. Blackwell Science. Oxford, U.K. 370 pp.

DOF 2000. Carta Nacional Pesquera 2000. Diario Oficial de la Federación, 17 agosto 2000

DOF 2012. Carta Nacional Pesquera 2012. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Diario Oficial de la Federación Vol. II. 112 pp. CNP. 2012. Diario Oficial. Viernes 24 de agosto de 2012, segunda sección.

DOF. 2014 a. Norma Oficial Mexicana NOM-065-PESQ-2007, Para regular el aprovechamiento de las especies de mero y especies asociadas, en aguas de jurisdicción federal del litoral del Golfo de México y Mar Caribe

DOF. 2014 b. Plan de Manejo Pesquero de Mero (*Epinephelus morio*) y especies asociadas, en la Península de Yucatán. Diario oficial de la federación, 25 de noviembre del 2014.

Florida Administrative Code (FAC): 68B-14.0035, NOAA Fisheries approved a rule Size Limits for Importation and Sale. 01 de enero 2017.

Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. Fish. Fish. 5: 86-91.

Froese, R., Winker, H., Gascuel, D., Sumaila, U. R. and Pauly, D. 2016. Minimizing the impact of fishing. Fish. Fish., 17: 785–802. doi:10.1111/faf.12146.

Giménez-Hurtado, E., Coyula-Pérez-Puelles, R., Lluch-Cota, S. E., González-Yanez, A. A., Moreno-García, V., & Burgos-de-la-Rosa, R. (2005). Historical biomass, fishing mortality, and recruitment trends of the Campeche Bank red grouper (*Epinephelus morio*). Fish. Res. 71(3), 267-277.

Heemstra, P.C. and J.E. Randall. 1993. FAO species catalogue. Vol. 16. Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper and lyretail species known to date. FAO Fish. Synop. No.125. FAO, Roma.

Hewitt D.A. and J.M. Hoenig. 2005. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. Fish. Bull. US.103: 433-437.

Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). <http://www.redlist.org> (29 de Julio de 2003).

Lombardi, L.2013. Ageing error matrices for SEDAR33: gag grouper and greater amberjack. SEDAR33-AW22. SEDAR, North Charleston, SC.11pp.

Lorenzen, K., Xu, G., Cao, F., Ye, J.& Hu, T.1997. Analysing extensive culture systems by transparent population modelling: bighead carp, *Aristichthy snobilis* (Richardson 1845), culture in a Chinese reservoir. Aquat. Res. 28,867-880.

Lopez-Rocha, J.A., M.O Albañez-Lucero, F. Arreguín- Sánchez and J.A. de Anda-Montañez. 2009. Analysis of the spatial and seasonal variation of catchability of red grouper, *Epinephelus morio* (Valenciennes 1828), in the Campeche Bank before overfishing (1973- 1977). Revista de Biología Marina y Oceanografía. 44: 751-761.

Monroy, C., S. Salas, J. Bello-Pineda 2010. Dynamics of fishing sear and spatial allocation of fishing effort in a multispecies fleet. North. Am. J. Fish. Manage. 30: 1187-1202.

Monroy-García, C., G. Galindo-Cortés y A. Hernández Flores. 2013. Mero *Epinephelus morio*, en la Península de Yucatán. En: Luis Francisco Beléndez Moreno, Elaine Espino Barr, Gabriela Galindo Cortés, Ma. Teresa Gaspar-Dillanes, Leticia Huidobro Campos y Enrique Morales Bojórquez (Editores). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo. INAPESCA-SAGARPA. pp: 243-278.

Munro, J.L. 1983. Biological and ecological characteristics of Caribbean reef fishes. En: Caribbean Coral Reef Fishes (J.L. Munro, ed.), ICLARM Studies Re. 7:223-231.

Ostrom, E. (2007). A general framework for analyzing sustainability of. In Proc. R. Soc. London Ser. B (Vol. 274, p. 1931).

O'Hop J. and Beaver R. SEDAR19: Age, growth, and maturity of black grouper (*Mycteroperca bonaci*). SEDAR19-DW09, St. Petersburg, FL.29pp.

Ostrom, E. (2007). A general framework for analyzing sustainability of. In Proc. R. Soc. London Ser. B (Vol. 274, p. 1931).

Renán X., E. Seca-Chablé y T. Brulé. 2003. Age and Growth of *Mycteroperca bonaci* from Southern Gulf of Mexico. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute 65: 390-394.

Rodríguez, H.S. 1994. Determinación de la edad y el crecimiento del mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes) en mediante la lectura de otolitos y cuatro métodos basados en frecuencias de longitudes. Tesis de maestría en biología marina. Universidad de La Habana, Cuba. 65p.

R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.URL{<http://www.R-project.org/>}.

Sadovy de Mitcheson, Y. and Colin, P.L. (Eds.). 2012. Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management. Fish. Fish. 35, 371 -404. Springer Science and BusinessMedia.

Seijo, J.C., O. Defeo y S. Salas. 1997. Bioeconomía pesquera. Teoría, Modelación y manejo. FAO Fish. Tech. Pap. 368. 172 pp.

Seijo J.C. and Caddy J.F. 2000. Uncertainty in bio-economic reference points and indicators of marine fisheries. Mar. Freshwater Res. 51, 477–83.

Solemndal, P. (1997) Maternal effects – a link between the past and the future. Journal of Sea Research 37, 213–227.

Schmitter-Soto, J.J., L. Vásquez-Yeomans, A. Aguilar-Pereira, C. Curiel-Mondragón y A. Caballero-Vázquez. 2000. Lista de peces marinos del Caribe Mexicano. Anales

del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Biología. 71: 143-178.

Schirripa MJ, Legault CM and Ortiz M. 1999. The red grouper fishery of the Gulf of Mexico: Assessment 3.0. June 21 1999. Sustainable Fisheries Division, Southeast Fisheries Science Center. Miami, Florida. 58 pp.

Shin, Y. J., Rochet, M. J., Jennings, S., Field, J. G., and Gislason, H. 2005. Using size-based indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. ICES J. Mar. Sci. 62: 384-396.

Sosa Cordero E., A Ramírez González, J Olivares Escobedo, JA Cohuó Collí, MI Mercadillo Elguero y C Quintal Lizama. 2009. Informe Programa de Ordenamiento Pesquero en el Estado de Quintana Roo. 1.- Pesquería de Meros y especies afines. Auspiciado por CONAPESCA-SAGARPA. 111p.

Sosa-Cordero, E. y A. Ramírez González. 2011. Pesca Marina. In: C. Pozo, N. Armijo y S. Calmé. (Eds.). C. Pozo, N. Armijo Canto y S. Calmé. (Eds.). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)-Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO)-Gobierno del Estado de Quintana Roo-Programa de Pequeñas Donaciones-PNUD. p. 183-189.

Sparre, P. and Venema, S.C. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment, Part I: Manual. FAO Fish.Tech. Pap. 306, 1. DOI: [10.4236/as.2013.48057](https://doi.org/10.4236/as.2013.48057)

Schirripa, M.J. and C.P. Goodyear. 1994. Status of the gag stocks of the Gulf of Mexico: assessment 1.0. NMFS, Southeast Fisheries Center, Miami Laboratory, Miami CRD-93/94-61. 156 pp.

Trenkel, V. M., Rochet, M. J., and Mesnil, B. 2007. From model-based prescriptive advice to indicator-based interactive advice. ICES J. Mar. Sci. 64: 768–774.

Trippel. E.A. 1998. Egg: size and viability and seasonal offspring production of Young Atlantic Cod. Trans. Am. Fish. Soc. 127,339-359.

Woff, N., R. Gromer-Dunsmore, C. S. Rogers and J. Beets. 1999. Management implications of fish trap effective in adjacent coral reef and gorgonian habitats. Environ. Biol. Fish. 55: 81-90.

Conclusiones

- Las distintas flotas que operan en la zona norte de Quintana Roo presentan diferencias notorias en sus características operativas, esfuerzos de captura, composición por especie, de las capturas comerciales; así como la estructura de tallas y edades de las principales especies de meros.
- La evaluación de las tres especies de meros más importantes, sugiere la existencia de un gradiente en el estado de las subpoblaciones disponibles en la zona de estudio, con el mero rojo *E. morio* con indicadores cuyos valores corresponden a condiciones de sobrepesca; seguido del negrillo *M. bonaci* un recurso en estado intermedio, entre elevada y moderada presión de pesca, y finalmente el abadejo *M. microlepis*, que presenta un nivel de explotación razonablemente aceptable.
- Las distintas flotas inciden de manera conjunta sobre las tres especies, aunque de modo diferenciado por tallas/edades debido a las distintas artes de pesca y diferente profundidad a las que operan. La flota mediana-industrial ejerce una mayor presión sobre ejemplares adultos de mayores tallas/edades que incluye a los mega-reproductores; mientras que la flota artesanal, sobre todo la costera, tiene mayor impacto sobre peces inmaduros (juveniles y preadultos).
- Se hacen propuestas de manejo, que corresponden a estrategias dirigidas a establecer límites de tallas mínimas y máximas por especie para ambas flotas. En la práctica, esto resulta en una opción tendiente a modificar el

tamaño del anzuelo que utiliza cada flota para obtener mayores capturas de peces dentro del intervalo de tallas óptimas, que busca la recuperación de las poblaciones de estas especies de meros

Recomendaciones

- Es necesario mejorar los reportes oficiales de capturas mensuales y anuales por especie y tipo de flota, comenzando con las principales especies de meros. Hace falta promover el llenado de bitácoras de pesca, con el uso de un formato sencillo.
- Se debe fortalecer programas de inspección y vigilancia en las zonas de pesca y sitios de entrega-comercialización de productos pesqueros. De otra manera, las medidas regulatorias no se cumplen satisfactoriamente.
- Es importante que las próximas evaluaciones consideren la pesca como un sistema socio-ecológico y se genere información por medio de indicadores en donde se engloben las dimensiones naturales, económicas y sociales. De hecho, los actuales formatos de muestreo incluyen algunas variables económicas.
- Es necesario identificar con detalle las áreas de la costa que funcionan como áreas de crianza y reproducción para las costas de Quintana Roo.
- Las agregaciones reproductivas son eventos espectaculares que son parte de increíbles escenarios naturales que pueden ofrecer una oportunidad de generar mayores ingresos del ecoturismo que de la extracción del recurso.

Literatura citada

Ault JS, SG Smith and J Bohnsack. 2005. Evaluation of average length as an estimator of exploitation status for the Florida coral-reef fish community. ICES Journal of Marine Science.62: 417-423.

Arreguín-Sánchez F, M Contreras, V Moreno, R Valdés y R Burgos. 1997. La pesquería de mero (*Epinephelus morio*) de la Sonda de Campeche, México. En: D. Flores-Hernández P. Sánchez-Gil, JC Seijo y F Arreguín- Sánchez (Eds.) Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX, Serie Científica, 7: 307-332.

Burgos R and O Defeo. 2004. Long- term population structure, mortality and modeling of a tropical multi-fleet fishery: The red grouper *Epinephelus morio* of the Campeche Bank, Gulf of Mexico. Fisheries Research. 66:325-335.

Brulé T, C Déniel, T Colas-Marrufo y M Sanchez-Crespo. 1999. Red grouper reproduction in the Southern Gulf of Mexico. Transactions of the American Fisheries Society 128: 385-402.

Brulé T, Déniel C, Colás-Marrufo T. and Renán X. 2003.Reproductive biology of gag in the southern Gulf of Mexico. Journal of Fish Biology, 63: 1505–1520. doi:10.1111/j.1095-8649.2003.00263.x.

Brulé T, VE Noh-Quñones, M Sánchez-Crespo, T Colás-Marrufo y E Pérez-Díaz. 2009. Composición de las capturas comerciales del complejo Mero-pargo en el sureste del Golfo de México e implicaciones para el manejo de su pesquería. Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 61:198 -209.

Charles AT. 2001. Sustainable fishery systems. Blackwell Science. Oxford, U.K. 370 pp.

DOF 2012. Carta Nacional Pesquera 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Diario Oficial de la Federación Vol. II. 112 pp. CNP. 2012. Diario Oficial. Viernes 24 de agosto de 2012, segunda sección.

DOF. 2014. Norma Oficial Mexicana NOM-065-PESQ-2007, Para regular el aprovechamiento de las especies de mero y especies asociadas, en aguas de jurisdicción federal del litoral del Golfo de México y Mar Caribe

DOF. 2014. Plan de Manejo Pesquero de Mero (*Epinephelus morio*) y especies asociadas, en la Península de Yucatán. Diario oficial de la federación, 25 de noviembre del 2014.

FAO. 2009. La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. 2.1 Mejores prácticas en la modelación de ecosistemas para contribuir a un enfoque ecosistémico en la pesca. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2, Add. 1. Roma, FAO. 88p.

Froese R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. Fish and Fisheries. 5: 86-91.

Giménez-Hurtado E, Coyula-Pérez-Puelles R, Lluch-Cota SE, González-Yanez AA, Moreno-García V, and Burgos-de-la-Rosa, R. (2005). Historical biomass, fishing mortality, and recruitment trends of the Campeche Bank red grouper (*Epinephelus morio*). Fisheries Research. 71(3), 267-277.

Gulland JA. 1983. Fish Stock Assessment: A Manual of Basic Methods. Wiley-Interscience, New York, USA.

Heemstra, P.C. and J.E. Randall. 1993. FAO species catalogue. Vol. 16. Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper and lyretail species known to date. FAO Fisheries Synopsis No.125. FAO, Roma.

Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). <http://www.redlist.org> (29 de Julio de 2003)

Monroy-García C, G Galindo-Cortés y A Hernández Flores. 2013. Mero *Epinephelus morio*, en la Península de Yucatán. En: Luis Francisco Beléndez Moreno, Elaine Espino Barr, Gabriela Galindo Cortés, Ma. Teresa Gaspar-Dillanes, Leticia Huidobro Campos y Enrique Morales Bojórquez (Editores). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo. INAPESCA-SAGARPA. pp: 243-278.

Nelson JS. 2006. Fishes of the world. Cuarta edición. Editorial Link Hoboken, N.J. John Wiley. 346 p.

Ostrom E. (2007). A general framework for analyzing sustainability of. In Proc. R. Soc. London Ser. B (Vol. 274, p. 1931).

Royce WF. 1996. Introduction to the practice of fisheries science. Academic Press, Seattle, WA, USA.

Seijo JC and Caddy JF. 2000. Uncertainty in bio-economic reference points and indicators of marine fisheries. Marine Freshwater Research. 51, 477–83.

Schmitter-Soto JJ, L Vásquez-Yeomans, A Aguilar-Pereira, C Curiel-Mondragón y A Caballero-Vázquez. 2000. Lista de peces marinos del Caribe Mexicano. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Biología. 71: 143-178.

Shin YJ, Rochet MJ, Jennings S, Field JG, and Gislason H. 2005. Using size-based indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. ICES Journal of Marine Science. 62: 384-396.

Sosa Cordero E y A Ramírez González. 2008. La pesca de mero en el Caribe mexicano. ECOFRONTERAS (San Cristóbal de las Casas, México). 34: 14-17.

Sosa Cordero E., A Ramírez González, J Olivares Escobedo, JA Cohuó Collí, MI Mercadillo Elguero y C Quintal Lizama. 2009. Informe Programa de Ordenamiento Pesquero en el Estado de Quintana Roo. 1.- Pesquería de Meros y especies afines. Auspiciado por CONAPESCA-SAGARPA. 111p.

Sosa-Cordero E. y A Ramírez González .2011. Pesca Marina. In: C Pozo, N Armijo y S Calmé. (Eds.). C.Pozo, N Armijo Canto y S Calmé. (Eds.). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)-Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO)-Gobierno del Estado de Quintana Roo-Programa de Pequeñas Donaciones-PNUD. p. 183-189.

Toledo VM. 1992. What is ethnoecology? Origins, scope, and implications of a rising discipline. *Ethnoecologica* 1: 5-21.

Toledo VM. 2002. Ethnoecology: a conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. En *Ethnobiology and Biocultural Diversity* (eds. Stepp, JR et al.,). International Society of Ethnobiology 511-522.

Trenkel VM, Rochet MJ, and Mesnil B. 2007. From model-based prescriptive advice to indicator-based interactive advice. *ICES Journal of Marine Science*. 64: 768–774.

Trippel EA. 1998. Egg: size and viability and seasonal offspring production of Young Atlantic Cod. *Transactions of American Fisheries Society*. 127,339-359

Anexos

Anexo I

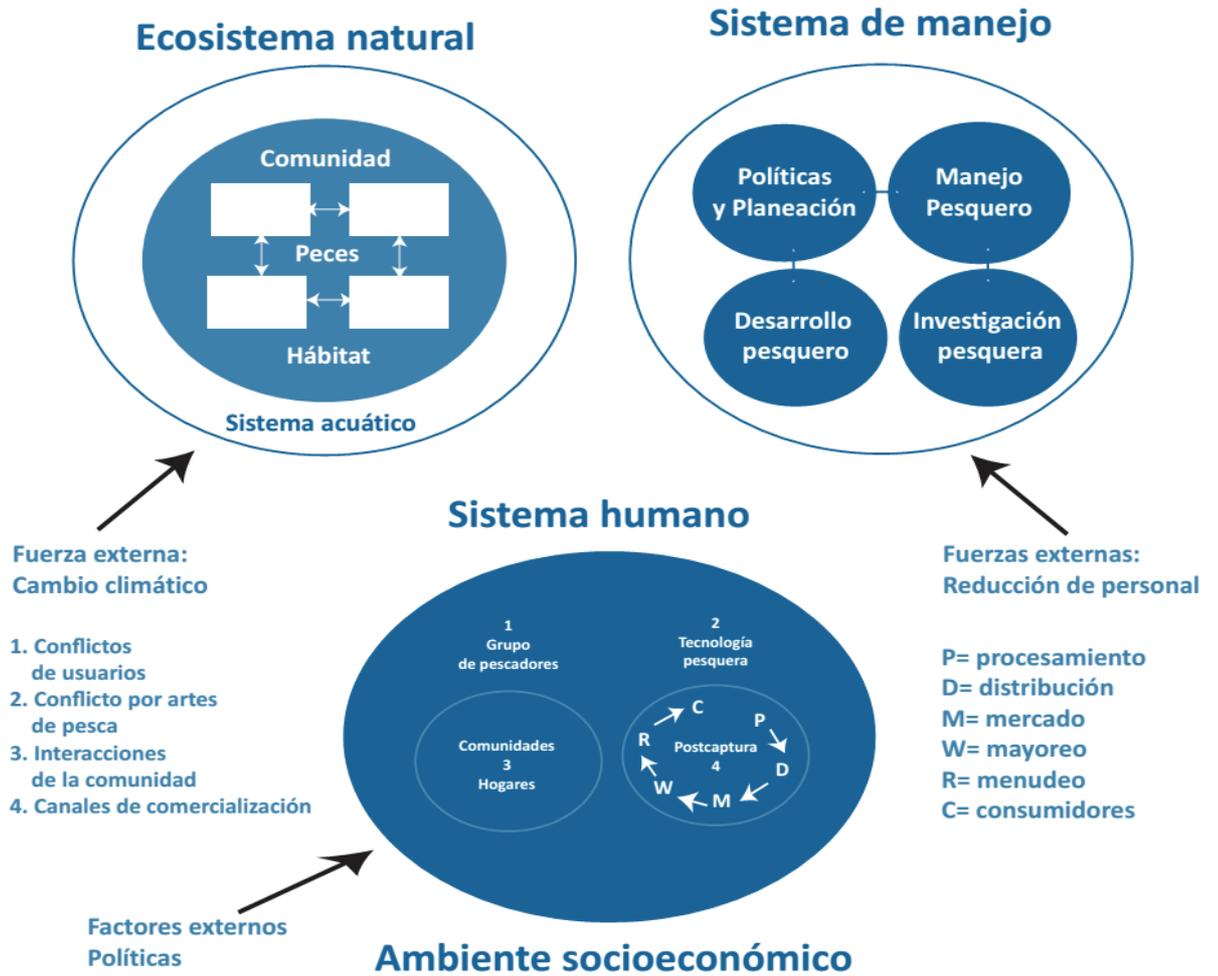


Figura A1. 1.- Componentes del sistema pesquero (Charles, 2001)

Anexo II

Formato de encuesta /Captura-Esfuerzo

Datos del esfuerzo de pesca: Localidad _____ Nombre
 permisionario: _____ Fecha: _____
 Nombre pescador/capitán _____ Nombre embarcación _____
 Motor (CF): _____ Eslora (m) _____
 Tripulantes _____ Artes de pesca _____ ; _____ ;
 _____ ; _____
 Area/Sitio de pesca 1) _____ ; 2) _____ ; 3) _____ Profundidad,
 m 1) _____ ; 2) _____ ; 3) _____
 Hora/día de salida _____ Hora/día regreso _____ Combustible:\$ -
 _____ Gasolina _____ L Aceite _____
 Hielo (cantidad, precio \$) : _____ Carnada (cantidad, precio \$) _____
 Alimentos/despensa (\$): _____
 Otros gastos:

Recursos (nombre común)	Kg Total	Observaciones	Recursos (nombre común)	Kg Total	Observaciones
Meros: Mero rojo <i>E. morio</i>			1.		
Negrillo <i>M. bonaci</i>			2.		
Abadejo <i>M. microlepis</i>			3.		
Otros meros:			4.		
			5.		
			6.		

Colectores: