



Karenina Derbez

MANUAL PARA EL MONITOREO BIOLÓGICO DEL **MERO GIGANTE** (*Stereolepis gigas*) EN AGUAS MEXICANAS

Autores:

Arturo Ramírez Valdez, M. Paula Sgarlatta, Juan Carlos Villaseñor Derbez, Juan José Cota Nieto, Timothy J. Rowell, Antonio Gómez Gómez, Isáí Domínguez Guerrero, Ricardo Domínguez Reza, Arturo Hernández Velasco, Omar Santana Morales, Gorgonio Ruiz Campos, Brad Erisman.

Revisores:

Dr. Oscar Sosa Nishizaki, M.C. Ismael Mascareñas Osorio



Instituciones y organizaciones participantes



MANUAL PARA EL MONITOREO BIOLÓGICO
DEL MERO GIGANTE (*Stereolepis gigas*)
EN AGUAS MEXICANAS

Proyecto mero gigante



Apoyado por:



PRESENTACIÓN

Este documento está dirigido a guiar la obtención de información a través del monitoreo biológico-pesquero del mero gigante (*Stereolepis gigas*) en aguas mexicanas. La información obtenida servirá para establecer la base del conocimiento biológico y ecológico de la especie. Este documento y la información obtenida pertenecen a un programa de monitoreo permanente cuyo objetivo es generar conocimiento a largo plazo y establecer diferentes líneas de estudio de la especie. El programa es el resultado de la colaboración entre instituciones académicas, Organizaciones de la Sociedad Civil y comunidades pesqueras. La información recopilada estará disponible para cualquier persona interesada que lo solicite. Más información sobre el proyecto y el acceso a los datos puede ser encontrada en la página oficial: www.merogigante.org

Introducción	6
Justificación	8
Identificación de la especie	16
Material y herramientas	18
Protocolo de muestreo	19
Etiquetado de muestras	28
Preservación de las muestras	29
Limpieza y mantenimiento de herramientas y equipo	29
Llenado de bitácora de monitoreo	30
Agradecimientos	39
Referencias	40

Esta publicación debe ser citada de la siguiente manera:

Ramírez-Valdez, A.; Sgarlatta, M.P.; Villaseñor-Derbez, J.C.; Cota-Nieto, J.J.; Rowell, T.J.; Gómez-Gómez, A.; Domínguez-Guerrero, I.; Domínguez-Reza, R.; Hernández-Velasco, A.; Santana-Morales, O.; Ruiz-Campos, G.; Erisman, B. 2017. Manual para monitoreo biológico del Mero gigante (*Stereolepis gigas*) en aguas mexicanas: Proyecto Mero gigante del Pacífico mexicano. SIO-UCSD, UABC, COBI A.C., ECOCIMATI A.C., 42 pp.

Revisores técnicos:

Dr. Oscar Sosa-Nishizaki.

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada (CICESE), BC., México

M.C. Ismael Mascareñas-Osorio

Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación A.C. (CBMC), La Paz, Baja California Sur, México

ISBN: XXX

Información de autores:

ARV, TJR	Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, La Jolla, CA, EUA.
MPS, RDR, AGG	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada (CICESE), BC., México
JCVD	Bren School of Environmental Science & Management, UC Santa Barbara, Santa Barbara, California, EUA.
JJCN	Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación A.C. (CBMC), La Paz, Baja California Sur, México
IDG	Kuali Comunicación, Ciudad de México, México
AHV	Comunidad y Biodiversidad, A.C. (COBI), Guaymas, Sonora, México
OSM	Ecocimati, A.C., Ensenada, B.C., México
GRC	Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México
BE	The University of Texas at Austin, Marine Science Institute-Port Aransas, Port Aransas, Texas, EUA.

Website: www.merogigante.org / www.giantseabass.org

Facebook: @merogigante

Twitter: @merogigante

Diseño: Kuali Comunicación

Portada: Pintura acuarela de Karenina Derbez



INTRODUCCIÓN

La pesca artesanal es una actividad primordial en la economía de México, que representa hasta el 97% de la flota pesquera marina (Fernández et al. 2011) y emplea a más de 2 millones de personas, directa e indirectamente. Además, las pesquerías artesanales generan más del 65% de la producción destinada al consumo humano directo (Fernández et al. 2011). Esta importancia se acentúa aún más en el noroeste de México, región que integra los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, donde casi un millón de pescadores producen más del 60% de la producción nacional (CONAPESCA 2013). En esta región, el desarrollo social y económico de las comunidades está estrechamente ligado a la actividad pesquera, especialmente a la pesca artesanal.

Baja California y Baja California Sur comparten no solo una misma región marina, sino también una misma vocación pesquera. En los más de 3,600 km de litoral que rodean la Península de Baja California se concentran algunas de las pesquerías artesanales más importantes y redituables del país. Las pesquerías artesanales en la Península de Baja California son una importante fuente de alimento, empleo y desarrollo. Esta región concentra además excelentes ejemplos de organización pesquera, con una población de casi 13 mil pescadores artesanales, concentrados en más de 200 cooperativas pesqueras, que operan más de 3,900 embarcaciones ribereñas. Los registros de volúmenes de pesca en México sitúan a Baja California Sur y Baja California en tercer y cuarto lugar, respectivamente, generando conjuntamente el 18% de la producción nacional (CONAPESCA 2013).

Dentro de las pesquerías artesanales, la de escama puede no ser la más productiva ni redituable económicamente, sin embargo, tiene un alto valor social, al abastecer alimento a las comunidades costeras y permanecer activa a lo largo del año. El manejo de la pesquería de escama en México tradicionalmente agrupa como un solo recurso a varias especies, e inclusive familias de peces, de forma que los volúmenes de captura representan la suma de todas las especies. En la Península de Baja California el recurso escama comprende más de 90 especies de peces óseos distribuidos en 13 grupos taxonómicos (G.B.C. 2015). Destaca entre estos grupos taxonómicos el conformado por las cabrillas, verdillo, baquetas y mero, que comprende al menos 18 especies, por incluir en su mayoría especies que son depredadores de niveles superiores de la cadena trófica, presentan grandes dimensiones y son gregarias. Entre estas especies, el mero gigante (*Stereolepis gigas*) destaca no solo por su tamaño, sino también por su importancia ecológica y estatus crítico de conservación (Cornish 2014). Sin embargo el conocimiento sobre la especie y sus poblaciones es todavía muy escaso. El mero gigante se captura mayormente como parte de la pesca incidental de lenguado y cabicucho, no obstante, también es una especie objetivo de la pesca comercial en la Península de Baja California (Fig. 1).

En Estados Unidos de América (EUA), el mero gigante fue tan intensamente pescado de 1910 a 1970, que en 1981 se implementó una veda permanente de la especie, tanto para la pesca comercial como para la recreativa. Desde entonces su pesca en EUA ha permanecido cerrada y diferentes estrategias para su recuperación se han implementado. En México, la pesca comercial del mero gigante no está regulada y la única regulación existente para esta especie está dirigida a la pesca recreativa. La Carta Nacional Pesquera (CNP), que es el instrumento de política pública expedido por el Gobierno Federal que contiene el resumen de la información necesaria del diagnóstico y evaluación integral de la actividad pesquera y acuícola, recomienda no



incrementar el esfuerzo pesquero actual dirigido a las especies incluidas en la categoría de “peces marinos de escama”, categoría que incluye al mero gigante (DOF 2012). La CNP también recomienda la administración de este recurso por grupos de especies, más que por un grupo multi-específico, y evaluar la posibilidad de establecer una talla mínima de captura o limitar el esfuerzo mediante vedas y cuotas de captura (DOF 2012). Este instrumento, además reconoce la necesidad de incrementar la información disponible de estas pesquerías para ser capaces de desarrollar modelos de predicción.

En cuanto a la pesca recreativa, la norma oficial mexicana (NOM-017-2013) que regula las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal, incluyendo la pesca subacuática, y la pesca desde embarcaciones y desde tierra, establece que únicamente se permite arribar un ejemplar de mero gigante por día por pescador con licencia (DOF 2013). Este instrumento de regulación para la pesca recreativa se dirige a limitar aquellos individuos enteros desembarcados y también prohibir el desembarco de organismos fileteados, aunque es posible el consumo durante la duración del viaje de pesca (DOF 2013).

El aprovechamiento sustentable de los recursos marinos se dirige a maximizar las ganancias del uso de los recursos, buscando una distribución equitativa de los beneficios generados a partir de la actividad, y procurando la conservación y el mantenimiento de las condiciones que garanticen su existencia futura. Es por ello necesario abordar el manejo de los recursos naturales, desde la base del conocimiento de la especie y sus interacciones ecológicas, establecer programas de monitoreo pesquero que permitan conocer las tendencias de captura y realizar monitoreos independientes de la pesca que verifiquen las tendencias de la biomasa total. En la búsqueda de lograr mejores resultados es importante incorporar en estos programas de monitoreo el conocimiento pesquero local, capacitar a los pescadores en las actividades de obtención de la información, e involucrar a la comunidad en las decisiones del manejo de los recursos marinos. Con esa perspectiva se generó el proyecto de investigación dirigido a estudiar la historia natural del mero gigante en el territorio mexicano, involucrando comunidades pesqueras, investigadores y organizaciones de la sociedad civil, buscando obtener tanta información como sea posible de la especie (Ramírez-Valdez et al. 2017a).

Figura 1. Pesquería artesanal de mero gigante en la Península de Baja California, México.

Fotografía cortesía de: J.C. Villaseñor-Derbez.





JUSTIFICACIÓN

El mero gigante (pescada o mero negro), como se conoce comúnmente a la especie *Stereolepis gigas*, es el pez teleósteo de ambientes costeros más grande que habita las costas de Baja California, México y California, Estados Unidos de América (EUA) (Miller y Lea 1972; Page et al. 2013; Allen 2017). Esta especie llega a medir hasta 2.5 metros y pesar hasta 256 kg (Hawk y Allen 2014). Además de su gran tamaño, también es muy longevo, pues se ha estimado que pueden llegar a vivir al menos 76 años (Allen y Andrews 2012). Su distribución geográfica abarca desde Humboldt, California hasta el extremo sur de la Península de Baja California y la región norte del Golfo de California (Love et al. 2006; Robertson y Allen 2015) (Fig. 2), aunque individuos en estadios tempranos de esta especie han sido registrados hasta la costa de Oaxaca, México (Shane et al. 1996; Love et al. 2005). El mero gigante es una especie demersal que habita ambientes relativamente someros a una profundidad máxima de 46 m. Se alimenta mayormente de langostas, cangrejos, pulpos, rayas, peces y calamares, por lo que se considera un depredador tope. La poca información disponible indica que sus preferencias de hábitat cambian a través de su desarrollo; en etapas tempranas (juveniles) habita fondos blandos, mayormente arena y parte superior de cañones, mientras que los adultos se asocian a los bosques de macroalgas (kelp) y arrecifes rocosos (Love 2011; Couffer y Banseman 2015). Debido a su tamaño, longevidad, importante función en el ecosistema y armonioso movimiento, lo llaman “El Rey de los bosques de kelp” (Ramírez-Valdez et al. 2017b) (Fig. 3).

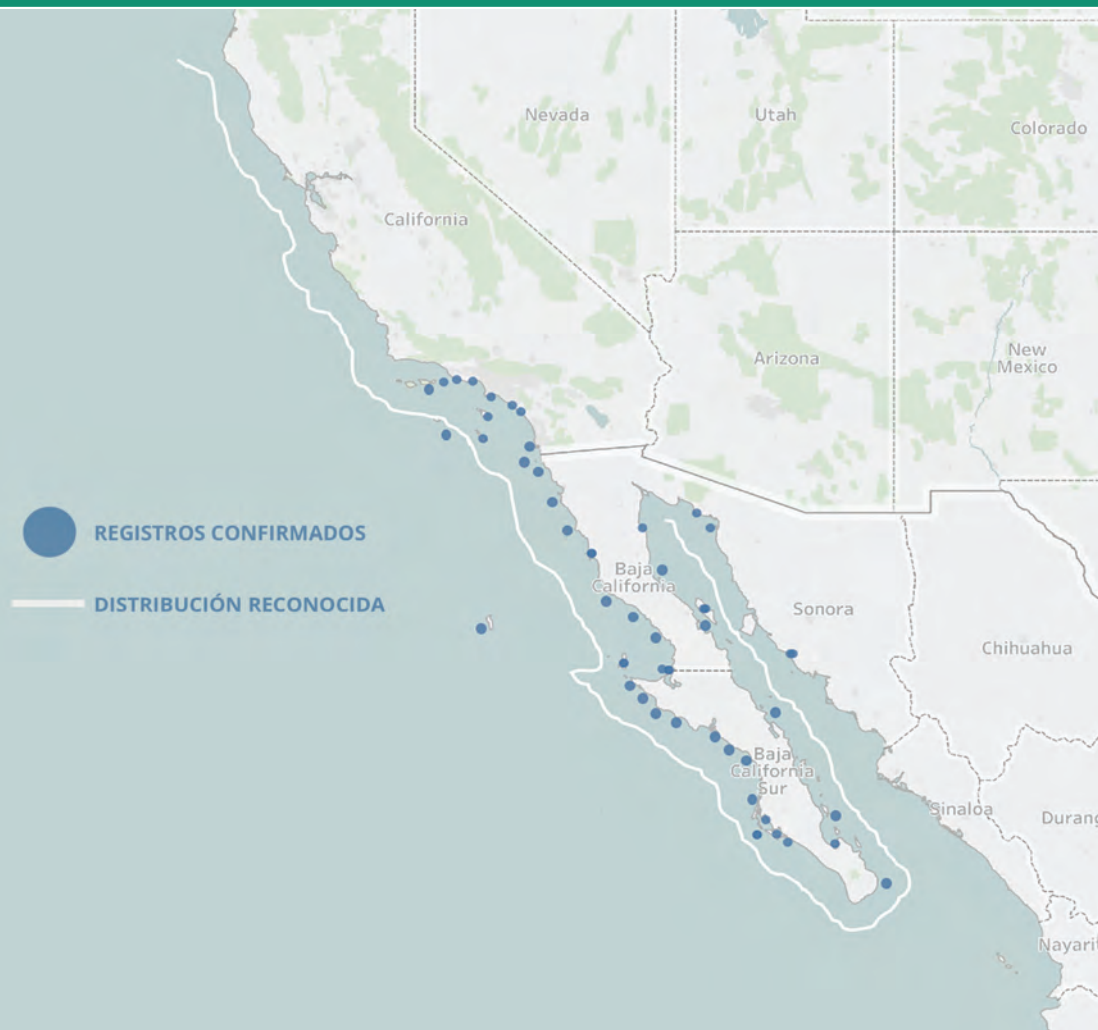


Figura 2. Distribución del mero gigante (*Stereolepis gigas*); ● registros visuales o de capturas de mero gigante — distribución reportada para la especie.

Se conoce poco sobre el ciclo de vida de la especie. Se sabe que es una especie ovípara, con huevos y larvas planctónicas, y se estima que puede producir hasta 60 millones de huevos (Shane et al. 1996; Love et al. 2005), cuyas larvas se presume eclosionan 36 horas después del desove. Las larvas permanecen en la columna de agua alimentándose de plancton durante el primer mes de vida (Shane et al. 1996). Posterior a los 30 días, las larvas se asientan y comienzan su vida como juveniles habitando ambientes de fondos blandos, lejos del alcance de los depredadores, a profundidades entre 2 y 18 m (Couffer 2017). Un estudio detallado mostró que los juveniles de un año alcanzan al menos los 15 cm de longitud total (Lt), con una tasa de crecimiento mensual cercana a 1.2 cm (Couffer 2017). Las siguientes etapas de crecimiento somático son más inciertas, al parecer puede tardar 6 años para alcanzar los 14 kg y 45 cm de Lt, en 10 años pesar 45 kg y 63 cm Lt, y 15 años alcanzar los 68 kg y 95 cm Lt (Baldwin y Keiser 2008; Hawk y Allen 2014). Estudios de edad y crecimiento generada con otolitos indican que individuos de 150 cm Lt tienen aproximadamente 40 años de edad, y el individuo más longevo reportado en ese estudio fue de 190 cm Lt y 76 años (Hawk y Allen 2014). Por lo tanto, es evidente que el mero gigante es una especie longeva y de lento crecimiento, características comunes de los depredadores de nivel alto de la cadena trófica y especies vulnerables a la pesca.

Hasta la fecha no existe evidencia sobre su estrategia reproductiva y poco se conoce sobre sus patrones de movilidad. Aunque se cree que forma agregaciones reproductivas, debido a la cercanía que tiene con especies que presentan este comportamiento, nadie ha tenido éxito registrando el desove en su medio. Evaluaciones preliminares señalan que esta especie tiene

Figura 3.
Mero gigante
(*Stereolepis gigas*)
A) nadando entre el
bosque de kelp de
Catalina island, en
California, EUA.

Fotografía cortesía
de: Desmond Ho.



Figura 4. Capturas de mero gigante (*Stereolepis gigas*) por la pesquería comercial de California, Estados Unidos, en aguas de California (—) y México (---). Datos obtenidos del Departamento de Pesca y Vida Silvestre de California (CDFW), citados en Domeier (2001) y Baldwin y Keiser (2008).

sexos separados (gonocórica), con fertilización externa de los huevos y desoves en grupos de individuos, con varios eventos a través de su vida (iterópara) y sin mostrar una relación filial a la pareja (poliginandria). Unas pocas gónadas evaluadas señalan que la época de desove podría ser de julio a septiembre, y señalan que alcanzan la madurez sexual entre los 9 y 13 años (20-27 kg). El conocimiento actual sobre agregaciones reproductivas sugiere que existe una selección de hábitat, sin embargo el mecanismo de la selección es poco entendida. Estudios sugieren que el mero gigante prefiere el hábitat de los bosques de kelp para agregarse al momento de la reproducción, aunque existe evidencia que indica que la reproducción puede llevarse a cabo aún sin la presencia de kelp. El ámbito hogareño de la especie es aún desconocido, mientras que los patrones migratorios de esta especie recientemente han mostrado que los adultos pueden viajar más 80 km, entre las islas y el continente (Baldwin y Keiser 2008). Los frecuentes registros de pesca de varios a muchos individuos en un día y sitio sugieren que esta especie es gregaria, y que el hecho de encontrar individuos solitarios puede ser efecto del colapso de sus poblaciones.

Las características biológicas de esta especie, incluyendo su lento crecimiento, longevidad, tardía edad de madurez sexual y la tendencia a formar agregaciones reproductivas hacen que el mero gigante sea una especie particularmente vulnerable a la sobrepesca.

Información histórica revela que este pez solía ser muy abundante a lo largo de su distribución, aunque principalmente desde Point Conception, California hasta Bahía Magdalena, en Baja California Sur, en donde era común observar animales mayores a los 2 m (Love 2011). Sin embargo, durante las primeras décadas del siglo XX fue severamente explotado por la pesquería

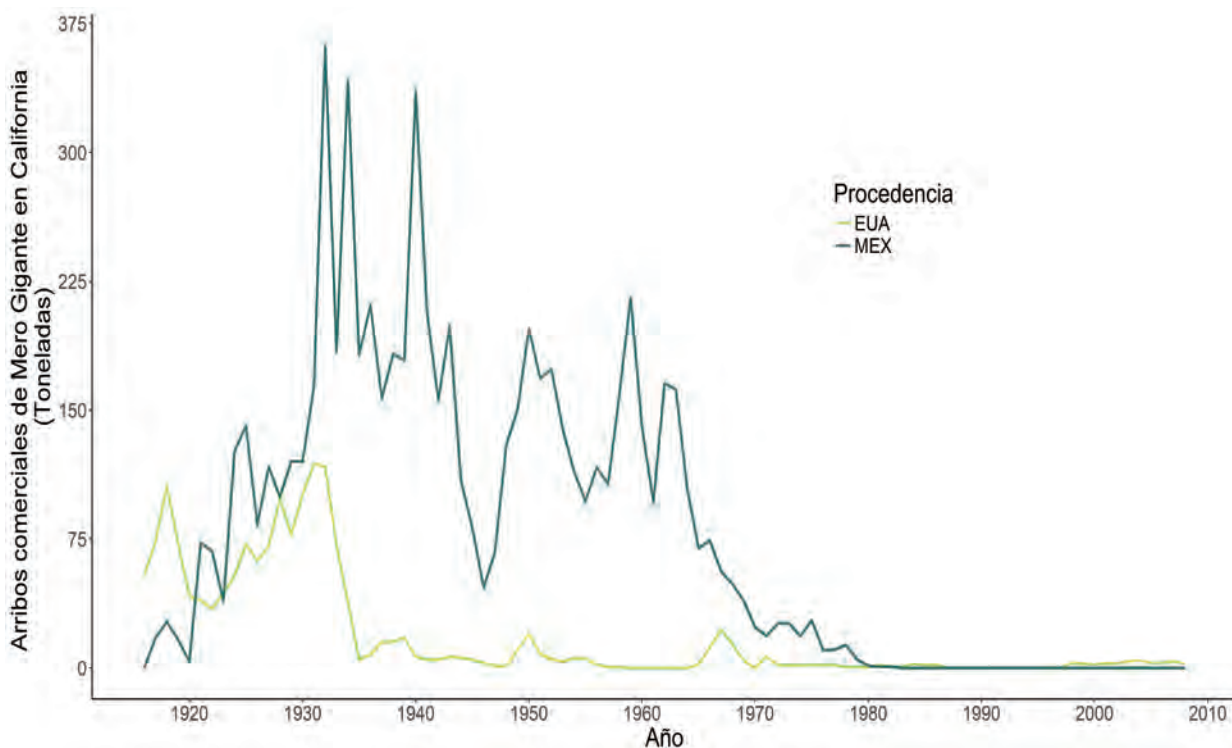




Figura 5. Registros históricos de la pesquería de Mero gigante (*Stereolepis gigas*) en California, EUA.; A) J.T. Perkins con un mero gigante de 194 kg capturado en isla Catalina en junio de 1905; B) L.G. Murphy con un mero de 198 kg en isla Catalina, siendo un record en 1905. Fotografía cortesía de: Archivo histórico SCIF.

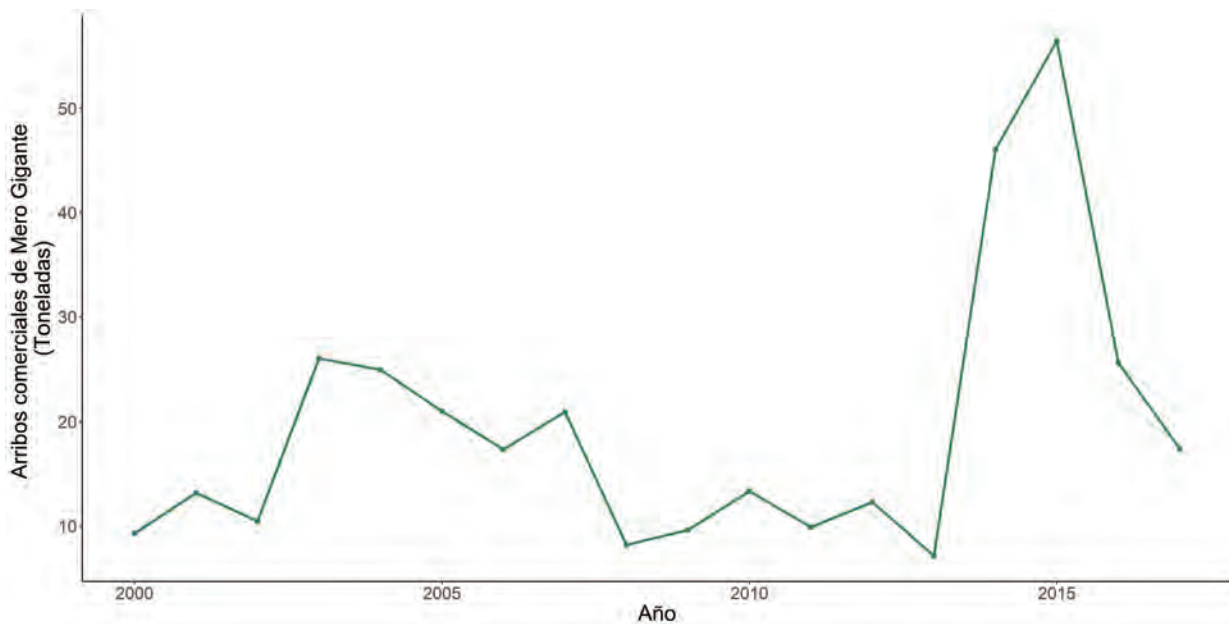
comercial y recreativa en ambos lados de la frontera entre México y EUA, lo que propició un drástico declive de sus poblaciones (Ramírez-Valdez et al. 2017b). Registros históricos indican que la pesquería comercial dirigida al mero gigante inició en 1870 en el sur de California, con arribos de meros gigantes provenientes de ambos lados de la frontera. Los registros obtenidos por el Departamento de Pesca y Vida Silvestre de California (CDFW, por sus siglas en inglés), indican que en 1932 la producción pesquera comercial por embarcaciones californianas proveniente de las aguas frente a la costa de California fue de alrededor de 115 toneladas, mientras que la producción extraída de aguas mexicanas fue de 362 toneladas (Fig. 4). En aquel entonces la pesquería comercial utilizaba únicamente líneas y anzuelos, cambiando poco después a redes agalleras en la búsqueda de mayor eficiencia en la captura. Sin embargo este cambio de arte de pesca redujo rápidamente las poblaciones en California, dirigiendo un mayor esfuerzo pesquero hacia las aguas mexicanas. Las capturas muestran que solo cuatro años más tarde de la captura máxima histórica en aguas de California la pesquería se desplomó hasta alcanzar las 4 toneladas anuales, y nunca más rebaso las 10 toneladas al año (Fig. 5). En territorio mexicano la pesquería declinó 30 años más tarde, cuando en 1964 se registraron 91 toneladas, para entonces la pesquería en aguas californianas era prácticamente nula (Domeier 2001).

La pesquería recreativa de mero gigante en las aguas de California inició en 1895 (Fig. 5), más tarde la flota californiana recreativa comenzó a descargar meros provenientes de aguas mexicanas (Fig. 4). Esta pesquería alcanzó su mayor volumen de captura en territorio de California en 1964, mientras que para las capturas en aguas mexicanas fue hasta 1973. La mayoría de las capturas en esta pesquería se registraban como incidentales tratando de capturar otras especies, aunque un porcentaje menor de embarcaciones se dirigían a las agregaciones reproductivas de meros gigantes durante el verano. Los registros indican que los barcos partían de San Diego en julio rumbo a arrecifes en la región de Punta Abrejos y Bahía Magdalena en

Figura 6. Volúmenes de pesca de mero gigante (*Stereolepis gigas*) en aguas mexicanas registrados por la pesquería comercial de Baja California, México. Datos obtenidos de CONAPESCA-SEPESCA.

búsqueda de las agregaciones reproductivas, consistentemente capturando de 70 a 100 meros gigantes. Un viaje de tres días a esa región regresaba con hasta 255 individuos, y posterior a esa explotación las poblaciones prácticamente desaparecieron (Fig. 6). Con ambas pesquerías, comercial y recreativa, explotando agregaciones reproductivas, las poblaciones disminuyeron rápidamente al grado que a finales de los años 1970 esta pesquería prácticamente desapareció. El Departamento de Pesca de California mantiene un registro actualizado de los individuos capturados de manera incidental por ambas pesquerías; comercial y recreativa. Recientemente considerando únicamente la década de 1998 a 2008 los registros han sido muy variables, siendo de 1,924 a 3,945 kg para la pesca comercial y de 0 a 1,379 individuos para la pesca recreativa (Baldwin y Keiser 2008).

En California, el manejo de esta especie inició cuando en 1981 fue aprobada una ley que prohibía la pesca recreativa y comercial, otorgando la posibilidad de desembarcar dos meros gigantes por viaje a pescadores comerciales. Esta ley también limitaba la captura de meros gigantes en aguas mexicanas, permitiendo registrar hasta 450 kg por viaje y hasta un máximo de 1,360 kg por año. Esta ley fue enmendada en 1988 para restringir la captura en aguas mexicanas, permitiendo arribar un individuo por viaje. Se cree que las medidas impuestas que limitaron el número de meros gigantes, capturados al sur de la frontera y desembarcados en California, dieron mayor protección a las poblaciones en territorio mexicano. Un siguiente nivel de manejo para esta pesquería fue implementado en 1990 cuando fue aprobada una propuesta para prohibir el uso de redes agalleras en aguas interiores a 1 milla náutica de la costa en el sur de California. Esta regulación redujo significativamente la pesca incidental de mero gigante en la región (Pondella y Allen 2008; Allen 2017). A las regulaciones existentes se sumó más tarde la implementación de una red de reservas marinas a través de la costa de California, incluyendo las Channel islands, que protege algunos de los sitios con mayores registros de presencia y que se cree eran sitios para



reproducción. Los estudios sugieren que lo que ha generado una primera señal de recuperación de las poblaciones, es la combinación de las tres estrategias; veda de la especie, prohibición de las redes agalleras en la costa, y la red de áreas marinas protegidas (Allen 2017).

Los esfuerzos de conservación en California han generado cierto optimismo en la recuperación reciente de las poblaciones mero gigante. Las señales de recuperación de las poblaciones en California incluyen un aumento en el número de larvas registrado en un monitoreo de 15 años y la presencia de adultos registrados por vez primera en más de 30 años de evaluaciones independientes de la pesquería (Pondella y Allen 2008; House et al. 2016). Sin embargo, la biomasa calculada de las poblaciones actuales en California todavía representa un valor mucho menor a la existente antes de la explotación (Dayton y MacCall 1990; Ragen 1990; House et al. 2016). Se reconocen actualmente dos grandes retos por resolver en el camino de la conservación de la especie: el primero es la falta de información de la historia de vida, y el segundo es saber si las medidas de conservación impuestas al norte de la frontera entre EUA y México pueden tener algún efecto en las poblaciones del territorio mexicano.

Los registros pesqueros que muestran el desplome de sus poblaciones en pocos años ha causado que el mero sea catalogado como una especie en peligro crítico por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Cornish 2004). Además, después de más de 35 años de veda permanente en California, hemos despertado a la realidad de que sabemos muy poco sobre la historia de vida de esta especie (Ramírez-Valdez et al. 2017b). El estudio técnico publicado por la IUCN indica que es necesario tener información de las poblaciones en territorio mexicano, mientras tanto la categoría otorgada a esta especie debe permanecer sin modificación (Cornish 2004). Las tendencias de captura de la pesca reportadas por la pesquería comercial mexicana muestran mucha variabilidad por año, con un incremento significativo en 2015 (Fig. 6) (CONAPESCA 2016). Sin embargo, los volúmenes de captura reales pueden ser aún mayores, si consideramos que estudios han reportado que en México las capturas no oficiales pueden ser cerca del doble del volumen reportado a las agencias de gobierno (Cisneros-Montemayor et al. 2013).

Lo poco que se conoce sobre la especie proviene de estudios en California; la investigación del mero gigante en territorio mexicano es prácticamente nula. Sin embargo, más del 60% del área de distribución de la especie se encuentra en territorio mexicano y los registros pesqueros y las evidencias anecdóticas muestran que históricamente las poblaciones al sur de la frontera entre México-Estados Unidos eran más abundantes (Baldwin y Keiser 2008) (Fig. 4). Aunque se desconoce con exactitud los volúmenes de pesca por embarcaciones mexicanas, diferentes estudios señalan no solo la abundante presencia de esta especie en sitios específicos de la Península de Baja California (e.g. Punta Abreojos, Bahía Magdalena, San Quintín), sino también la pesca durante agregaciones reproductivas (Dayton y MacCall 1990; Baldwin y Keiser 2008; Erauskin-Extramiana et al. 2017). Esto también se ha reflejado en las evaluaciones independientes de la pesca a través de censos visuales por buceo en varios sitios de la costa Pacífico de la Península de Baja California, realizadas por diferentes organizaciones e instituciones, en donde han registrado meros gigantes en los transectos (Ramírez-Valdez et al. 2015; COBI, A.C. datos no publicados).



Figura 7. Pesquería del mero gigante (*Stereolepis gigas*) en aguas mexicanas; A) mero de 182 kg capturado en 2001 en San Quintín, Baja California, México; B) Pescadores en isla Natividad, Baja California, México; C) Igor Galván con dos meros gigantes en Bahía de los Ángeles, Golfo de California, México.



Fotografías
cortesía de:

- A) San Quintín Sport Fishing,
- B) Arturo Hernández;
- C) Igor Galván.

Existe un creciente interés en la investigación de esta especie, lo que ha llevado a que se publiquen más trabajos científicos sobre el mero gigante en los últimos 5 años. Sin embargo, todos estos estudios apuntan a la necesidad de generar información biológica básica sobre la especie que permita futuros estudios poblacionales. Información de la historia de vida, como la edad y crecimiento, relación talla y peso, estructura de tallas, edad de primera madurez sexual, proporción de machos y hembras, estadios reproductivos y hábitos alimentarios son esenciales para la evaluación de las poblaciones y su adecuado manejo (Baldwin y Keiser 2008; Pondella y Allen 2008; Chabot et al. 2015). El establecimiento de un programa de monitoreo biológico pesquero permanente es una herramienta ideal para recolectar la información biológica necesaria para cubrir los vacíos de información existente sobre el mero gigante. Además permitirá informar a los responsables del manejo de los recursos e interesados sobre las estrategias de conservación más adecuadas para esta especie vulnerable a la sobrepesca. Los registros de arribo y muestras biológicas de meros gigantes obtenidas en las comunidades pesqueras de México representan la mejor oportunidad para proporcionar información sobre la historia natural de la especie. La información sobre la biología del mero gigante obtenida como resultado de este proyecto contribuirá en el conocimiento de la especie y coadyuvará en el desarrollo de estrategias de manejo acordes al estatus actual de su población.



OBJETIVOS Y METAS

El objetivo principal de este manual es proveer una metodología que sea sistemática y eficiente para la obtención de información del monitoreo biológico-pesquero del mero gigante (*Stereolepis gigas*) en mares mexicanos (Fig. 8). Este documento y la información que se obtenga por medio de las bitácoras pertenecen a un proyecto de investigación dirigido a conocer la historia natural del mero gigante. Los productos de este proyecto están dirigidos a establecer las bases de un programa de monitoreo permanente de la pesquería del mero gigante en la Península de Baja California con el objetivo de generar conocimiento a largo plazo y establecer la línea base del conocimiento biológico y ecológico para esta especie.



Figura 8.
Fotografía:
Proyecto Mero
gigante





IDENTIFICACIÓN DE ESPECIE

El mero gigante es una especie que presenta cambios morfológicos y de coloración muy evidentes a través de su crecimiento. Los individuos adultos tienen un cuerpo robusto, ovalado y moderadamente comprimido lateralmente (Fig. 9). La aleta dorsal presenta una escotadura que separa el segmento de espinas y de radios blandos. La aleta dorsal presenta 9 espinas, y de 11-12 radios blandos. La aleta anal presenta 3 espinas y de 8-10 radios. La aleta pélvica es más larga que las aletas pectorales en individuos juveniles. La aleta caudal con el margen distal recto (truncada) y ligeramente redondeada en juveniles. Las escamas son pequeñas y ásperas, cubren todo el cuerpo, excepto el hocico y la región de la mandíbula superior. El preopérculo es aserrado, más acentuado en individuos juveniles. La coloración en individuos adultos es de gris sólido a pardo oscuro en cuerpo y aletas, presentando una coloración más pálida en la región ventral. En la zona de los costados, presenta grandes manchas pardas en forma de lunares, así como unas manchas de color más claro situadas debajo de la cabeza y demás parte ventral. En algunos individuos adultos se pueden apreciar manchas amarillas debajo de la cabeza y en el vientre. Las aletas dorsal, anal y caudal son oscuras con márgenes oscuros, las pélvicas negras, y las pectorales, claras (Fig. 10). En los individuos juveniles se ha documentado la existencia de al menos 3 diferentes fases de coloración basal: negra, parda, y anaranjada, éstas dos últimas con manchas pardo oscuras en la cabeza, cuerpo y aletas pectorales (Couffer 2017) (Fig. 11). Información confiable sobre la biología, morfología y distribución del mero gigante puede ser revisada en Miller y Lea (1972), Love et al. (2005), Robertson y Allen (2016), y Froese y Pauly (2017).

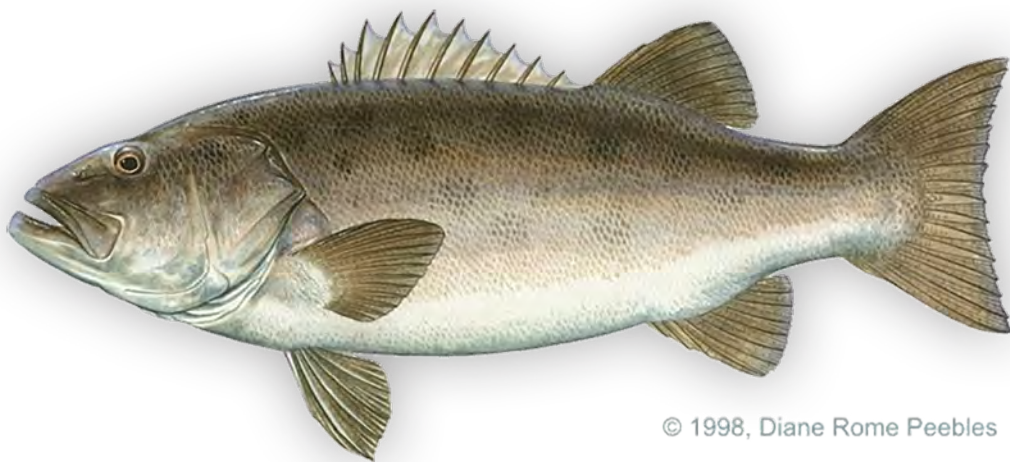


Figura 9. Morfología del mero gigante (*Stereolepis gigas*) del Pacífico mexicano. Ilustración cortesía de: Diane Rome Peebles.





Figura 10. Patrones de coloración en individuos adultos de mero gigante (*Stereolepis gigas*); la mayoría de individuos adultos presentan color gris a gris oscuro con moteado mayormente en el dorso y que extiende hasta el pedúnculo caudal (izquierda), y gris oscuro sólido en todo el cuerpo excepto zona ventral en individuos más grandes (derecha). Fotografías cortesía de: Octavio Aburto (izquierda), Debbie Karimoto (derecha).



Figura 11. Las tres fases de coloración reportadas para la etapa juvenil del mero gigante (*Stereolepis gigas*); morfotipo negro en individuos de 12-21 mm (izquierda), morfotipo pardo claro en individuos de 23-32 mm (centro) y morfotipo anaranjado en individuos de 40-185 mm (derecha) (Couffer 2017). Fotografías cortesía de: Mike Couffer.

Las tres principales características que diferencian a la especie son (Fig.12):

- 1) Dientes simples, no caninos, dispuestos en bandas en las mandíbulas, lengua, sección frontal y lateral del tope de la boca.
- 2) La boca es muy amplia y con la mandíbula superior expuesta.
- 3) El opérculo con 1 ó 2 espinas muy evidentes.

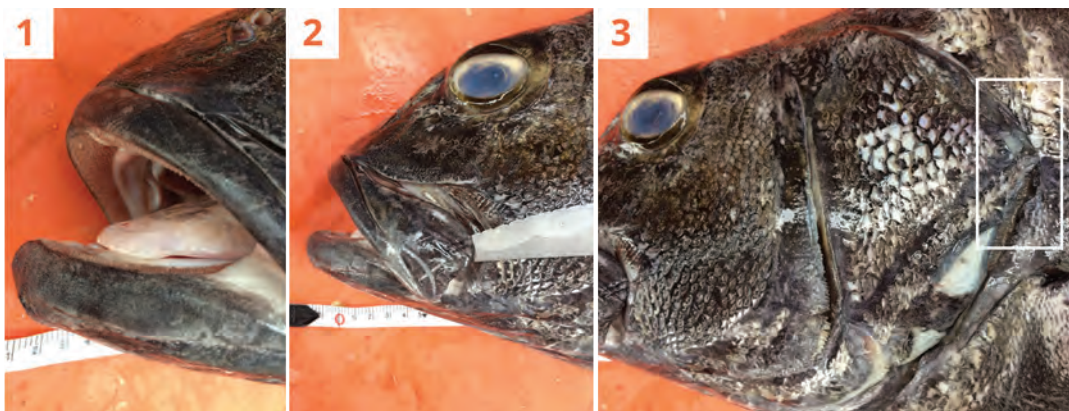


Figura 12. Caracteres morfológicos diagnósticos que distinguen como especie al mero gigante (*Stereolepis gigas*); 1) dientes simples, no caninos, en bandas; 2) mandíbula prominente y expuesta, además de presencia de escamas en todo el cuerpo excepto en el hocico; 3) opérculo con 1 ó 2 espinas muy evidentes. Fotografías: Proyecto Mero gigante.

4

MATERIAL Y EQUIPO

En esta sección se detalla el material y equipo necesario para la toma de biometrías y muestras de mero gigante como parte del monitoreo biológico-pesquero (Fig. 13). Es importante aclarar que la obtención de la biometría y muestras puede realizarse con material y/o equipo similar o equivalente, siempre y cuando se sigan las instrucciones detalladas en este manual. Previo al trabajo en campo, es necesario revisar que tanto el material como el equipo estén completos, en buenas condiciones y operando correctamente. Durante el trabajo en campo se recomienda ordenar el material y equipo en el orden de uso de acuerdo a este protocolo, lo que permitirá hacer el trabajo de forma más eficiente. El uso y operación de las herramientas deberá realizarse en la forma descrita por este manual con el fin de garantizar la seguridad de los operadores, la adecuada toma de datos y muestras, así como para no dañar el equipo.

Posterior al trabajo de campo es necesario lavar, enjuagar y secar todo el material y equipo para mantenerlo en buenas condiciones. Ver detalles en la sección 8 de este manual.



Figura 13. Material y equipo necesario para la obtención de mediciones y muestras del monitoreo biológico del mero gigante. Fotografía cortesía de: Proyecto Mero gigante.

- | | | | |
|----|----------------------|-----|----------------------------|
| 1. | Martillo | 9. | Sierra |
| 2. | Formón | 10. | Cuchillo |
| 3. | Cinta adhesiva | 11. | Hoja de sierra para Dremel |
| 4. | Marcador permanente | 12. | Dinamómetro digital |
| 5. | Pinzas de disección | 13. | Lentes de protección |
| 6. | Tijeras de disección | 14. | Guantes de latex |
| 7. | Báscula digital | 15. | Dremel |
| 8. | Tijeras | 16. | Cinta métrica |



Se describe el procedimiento para la obtención de datos y muestras, incluyendo el método específico, consideraciones y cuidados durante el trabajo de campo. Es importante seguir el orden propuesto de las actividades, lograr que la rutina sea sistemática e incluir la verificación de cada dato obtenido. Este protocolo tiene dos componentes: la obtención de biometrías de los peces y la obtención de muestras de partes anatómicas. En caso de que el muestreo incluya varios individuos de mero gigante se recomienda obtener las biometrías y muestras de un individuo a la vez. De esta forma se evitará confundir datos y muestras de diferentes individuos.



5.1 OBTENCIÓN DE BIOMETRÍAS

Longitud total (LT)

Es la medida dirigida a evaluar la extensión máxima del pez, la cual se toma desde la punta del hocico hasta la punta del lóbulo más largo de la aleta caudal (Fig. 14). Esta medida siempre se debe tomar en centímetros (cm).

El procedimiento es el siguiente:

- a) Colocar al pescado en una superficie plana buscando su máxima extensión.
- b) Colocar la cinta métrica sobre la superficie plana, asegurando que esté recta y sin pliegues.
- c) Aproximar hocico del pescado al extremo izquierdo de la cinta, donde se encuentra el dato inicial de la escala, con la ayuda de un cuchillo o algún objeto recto.
- d) Extender los lóbulos de la aleta caudal hasta alcanzar su máxima longitud y tomar la lectura con la ayuda de un objeto recto dirigido hasta la cinta métrica.

Longitud estándar (LS)

Esta medida evalúa la extensión del cuerpo del pescado excluyendo el largo de la aleta caudal o cola, y se toma desde la punta del hocico hasta el límite posterior de la última vertebra, en donde se ubica la placa hipural (Fig. 14). Esta medida es muy útil en casos en donde el individuo ha perdido parte de su aleta caudal y esto afecta a la medición obtenida en la longitud total. La exacta ubicación de este límite posterior, es decir la placa hipural, se puede distinguir fácilmente plegando la aleta caudal hacia adelante y observando un notorio pliegue en donde inicia la aleta caudal. Esta medida siempre se debe tomar en centímetros (cm).

El procedimiento es el siguiente:

- a) Partir de la posición descrita para la longitud total.
- b) La aleta caudal se dobla hacia arriba y se ubica un notorio pliegue en la piel anterior al origen de la aleta caudal.
- c) Tomar la lectura con la ayuda de un objeto recto dirigido hasta la cinta métrica.

Longitud de la cabeza (LC)

Es la medida dirigida a evaluar la dimensión de la cabeza y se toma desde la punta del hocico hasta el borde más posterior del opérculo (Fig. 14). Este valor es útil para establecer una relación entre la longitud estándar y la longitud de la cabeza. Esta relación permitirá estimar la longitud de individuos cuando solo se tenga acceso a la cabeza. Esta medida siempre se debe tomar en centímetros (cm).

El procedimiento es el siguiente:

- Partir de la posición descrita para la longitud total.
- Se ubica el límite posterior del opérculo, cercano al origen de la aleta pectoral, y con la ayuda de un objeto recto trazar una línea hasta la cinta métrica.

Peso (P)

La evaluación del peso de los organismos puede incluir peces completos y eviscerados, o ambas de ser posible (Fig. 14). Ambas lecturas son útiles y sólo es necesario registrar claramente cuál de estos valores se obtuvo. Ambas mediciones también pueden realizarse con básculas, o con dinamómetros, sin embargo es conveniente anotar la precisión del equipo en la sección de observaciones. El peso siempre se debe tomar en kilogramos (kg) y sus décimas (e.g. 10.4 kg).

Figura 14. Esquemas de la toma de biometrías; LT) Longitud total, LC) Longitud de la cabeza, LS) Longitud estándar, P) Peso húmedo, en este caso es un individuo eviscerado. Fotografía: Proyecto Mero gigante.



5.2 OBTENCIÓN DE MUESTRAS

Gónadas

Las gónadas son los órganos reproductores de los peces. Es un órgano par, alargado con forma tubular unido a la pared dorsal de la cavidad ventral y que desemboca en el orificio urogenital del pez (Fig. 15). La dimensión y apariencia de las gónadas dependerá del género y el estado reproductivo del organismo (Tabla 1 y 2). En hembras grávidas, las gónadas pueden llegar a ocupar parte importante de la cavidad ventral. Aun cuando se reciba el pescado eviscerado es importante revisar la cavidad ventral en búsqueda de las gónadas o una porción de éstas.

El procedimiento para la evaluación y extracción de las gónadas es el siguiente:

- Cuando el individuo no se ha eviscerado, se presiona suavemente el abdomen para verificar si hay liberación de gametos, en caso positivo el estadio será desovado activo.
- Se realiza un corte en el vientre desde el poro urogenital hasta las aletas pélvicas, de la misma forma que se hace cuando se evisceran los peces. (Fig. 16A).
- Exponer el órgano lo mayor posible y tomar una fotografía. (Fig. 16B).
- Se hace la valoración del estadio de acuerdo al esquema propuesto por Brown Peterson net al. (2011) y detallado en la Tabla 1 y 2, y registrado en la bitácora de monitoreo (Figura 24).
- Se coloca en un recipiente plástico vacío o una bolsa y se registra el peso húmedo de todo el órgano.
- Se preservan en formaldehído al 10%, verificando que todo el tejido esté en contacto con la solución. Cuando el volumen de las gónadas rebasen la dimensión del recipiente, se toman muestras equivalentes de la región anterior, central y posterior del órgano.



Figura 15. Órganos internos de un pez, mostrando las gónadas, intestino y estómago. Algunas diferencias en el aspecto físico de los órganos puede presentarse. Fotografía incluida con fines ilustrativos, órganos corresponden a un atún. Fotografía cortesía de: Owyn Snodgrass.



Figura 16. Procedimiento para abrir ventralmente el pescado y exponer las gónadas para su evaluación visual, y posterior extracción para preservación. Algunas diferencias en el aspecto físico de los órganos pueden presentarse. Fotografías incluidas con fines ilustrativos. Fotografía A y B cortesía de: Programa Marino Golfo de California. Fotografía C: Proyecto Mero gigante.

Tabla 1. Fases de desarrollo gonádico de machos estandarizado para peces por Brown-Peterson et al. (2011), con descripción de las fases de Mascareñas et al. (2014), modificado para la familia Polyprionidae de acuerdo a Peres y Klippel (2003). Todas las fotografías incluidas en la tabla son cortesía de: Programa Marino Golfo de California. incluidas en la tabla son cortesía de: Programa Marino Golfo de California.

Género	Fases	Descripción de la fase	Fotografía con apariencia de la fase
MACHOS	Inmaduros	Son machos juveniles que nunca se han reproducido. Los testículos son muy pequeños y delgados, y con frecuencia son claros/transparentes. Esta fase puede ser difícil de distinguir de las hembras inmaduras y los machos inactivos, sin embargo, los testículos en esta fase tienden a ser más delgados, cortos y con forma de cinta (como espagueti) (Mascareñas et al. 2014).	
	En desarrollo	Son machos juveniles preparándose para desovar por primera vez. Los testículos son pequeños y delgados, pero se pueden identificar como machos por la coloración blanca (Mascareñas et al. 2014).	
	Desove activo	Los testículos están completamente llenos, tienen coloración muy blanca, aunque no es raro ver algunas de las partes superiores de las gónadas con coloración rojiza. Si se presiona con el pulgar y el dedo índice a lo largo de la parte inferior del abdomen del pez hacia el poro urogenital habrá liberación de esperma (Mascareñas et al. 2014).	
	Regeneración	Son machos que se han reproducido antes pero ahora están reproductivamente inactivos. Los testículos son pequeños y de forma filiforme (en tubos angostos). Pueden confundirse con los machos inmaduros, hembras inmaduras, o incluso de las hembras inactivas. Los testículos en esta fase tienden a mostrar un poco de coloración	








Género	Fases	Descripción de la fase	Fotografía con apariencia de la fase
HEMBRAS	Ovarios inmaduros	<p>Son peces juveniles que nunca han desovado. Los ovarios son muy pequeños, delgados, transparentes, no se observan huevecillos. La coloración puede variar desde transparente a amarillento, e incluso un poco rosada y rojiza en algunas zonas. Puede confundirse con machos inmaduros y hembras inactivas, sin embargo, los ovarios en esta fase tienden a ser más pequeños (más cortos y más delgados) (Mascareñas et al. 2014). Para la Familia Polyprionidae los ovarios pueden ser rosados a transparentes.</p>	
	Ovarios en desarrollo	<p>Están en preparación para el desove aunque no habrá desove en el corto plazo. La morfología es muy variable; ovarios a principios de la fase de desarrollo pueden ser parcialmente translúcidos, pequeños, con pocos vasos sanguíneos y algunas zonas de color naranja con huevecillos muy pequeños. Ovarios un poco más desarrollados (desove activo) pueden tener pequeños huevecillos, con vasos sanguíneos por todas partes, de color naranja, sin estar completamente llenos, y a menudo con áreas translúcidas de color rosa a naranja (Mascareñas et al. 2014).</p>	
	Ovarios en desove activo	<p>Las gónadas muestran claramente que el desove ocurrirá pronto, quizás en cuestión de horas. Los ovarios tienen dos posibles presentaciones: (1) muy similar a los ovarios en desarrollo pero presentan manchas transparentes provocadas por la presencia de huevecillos en proceso de hidratación, por lo que los ovarios en esta fase se clasifican como hidratados. (2) La segunda presentación es similar a la arriba descrita: grande pero a lo largo de la parte inferior del ovario hay grandes porciones que contienen un líquido claro. Este líquido está compuesto de huevecillos hidratados listos para ser expulsados en ese mismo momento. Este proceso se llama ovulación (Mascareñas et al. 2014).</p>	
	Ovarios en retroceso	<p>Han completado el desove, los ovarios comienzan una transición a la inactividad (época no reproductiva). Los ovarios tienen una apariencia ácida, a menudo de color rojo intenso, con vasos sanguíneos muy evidentes. Se observan algunos huevecillos, pero los ovarios están casi vacíos (Mascareñas et al. 2014).</p>	
	Regeneración de ovarios	<p>Son hembras que se han reproducido pero ahora están reproductivamente inactivas. Los ovarios son más pequeños y delgados que en las fases anteriores, y están rodeados por una gran cantidad de tejido graso que puede confundirse con gónadas masculinas. Los ovarios en esta fase son difíciles de distinguir entre ovarios inmaduros, sin embargo los ovarios en esta fase tienden a ser más grandes, largos y redondeados, de color rojizo (Mascareñas et al. 2014).</p>	

Tabla 2. Fases de desarrollo gonádico de hembras estandarizado para peces por Brown-Peterson et al. (2011), con descripción de las fases propuestas por Mascareñas et al. (2014) y modificadas por Peres y Klippel (2003) para la familia Polyprionidae. Todas las fotografías incluidas en la tabla son cortesía de: Programa Marino Golfo de California.



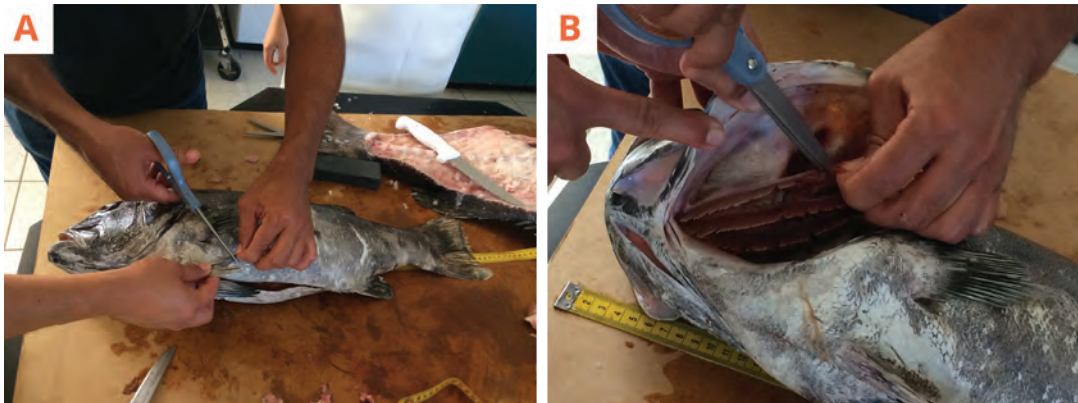
Tejido

Las muestras de tejido de individuos de mero gigante serán utilizadas para el análisis de la estructura genética de la población utilizando herramientas moleculares. Los estudios previos en mero gigante indican que una preferencia del tejido muscular axial, seguido por hígado, branquias o aletas (Graffney et al. 2007; Chabot et al. 2015). Idealmente cada vial deberá contener dos muestras de tejido del mismo tamaño pero de diferente tejido; muscular e hígado, o muscular y aletas (Fig. 17).

El procedimiento para la obtención de las muestras es el siguiente:

- a) Para extracción de tejido muscular axial se realiza un pequeño corte del tamaño de un grano de arroz en cualquier parte del cuerpo, evitando incluir piel o tejido adiposo (Fig. 17A).
- b) La muestra de tejido debe ir directamente al vial con alcohol etílico (sin desnaturalizar) al 96%, manipulándolo en todo momento con pinzas y material esterilizado.
- c) Se cierra el vial verificando que contenga en su interior la etiqueta con el código del registro y esté rotulado en el exterior. Se verifica que todo el tejido esté cubierto por el alcohol.
- d) Se repite el procedimiento para obtener una segunda muestra del mismo tamaño, ahora buscando incluir tejido de diferente parte del cuerpo del cuerpo. (Fig. 17B).
- e) Al finalizar se enjuaga el material (e.g. tijeras, pinzas de disección) con alcohol etílico.
- f) Reemplazar el alcohol etílico de cada vial con la muestra al menos tres veces, una vez por día.

Figura 17. Técnica para la toma de muestra de tejido; A) corte de la aleta pélvica, B) corte de filamentos branquiales. Fotografía: Proyecto Mero gigante.



Estómago

El estómago en peces óseos carnívoros es un órgano alargado que concentra la mayor parte de su volumen en la sección anterior de la cavidad ventral (Lagler et al. 1990) (Fig. 15). La dimensión de este órgano varía de acuerdo a la longitud total y la condición alimenticia del individuo. Aunque en la mayoría de las ocasiones puede ser fácil identificar este órgano en la cavidad ventral, cuando el saco está vacío puede ser fácilmente confundido. La exacta ubicación del estómago en la cavidad ventral puede facilitarse si se identifica el origen en el esófago conectado a la boca y su terminación hasta la cloaca (Fig. 15).



Para la extracción el procedimiento es el siguiente (Fig. 18):

- a) Se realiza un corte del tubo digestivo tan cercano como sea posible de la boca, se hace un nudo o se amarra con cualquier cordón o hilo.
- b) Se desprende el resto del órgano hasta llegar a la cloaca, en donde también se hace un nudo.
- c) Colocar la muestra completa en una bolsa y obtener el peso.
- d) Colocar la muestra en un recipiente vacío y agregar formaldehído al 10%, asegurarse de que tenga etiqueta interior con el código del registro y se rotula el exterior del recipiente.



Figura 18.

Procedimiento de extracción de estómago, desprendiendo el órgano completo y realizando un corte en la sección anterior que conecta al esófago.
Fotografía Proyecto Mero gigante

Otolitos

Los otolitos son estructuras óseas que constituyen una parte importante del oído interno de los peces óseos (Fig. 19A). Estas estructuras sirven a los peces como indicadores de cambios en aceleración, balance, dirección de la gravedad, además de contribuir en la recepción de vibraciones (oído) y estímulos que afectan el mantenimiento del equilibrio (Lagler et al. 1990). Los otolitos se forman al nacer como un núcleo y a medida que el animal crece, se depositan por aposición nuevas capas de sustancia calcárea que generan anillos de crecimiento utilizados para la estimación de la edad del organismo (Fig. 19B). La extracción de los otolitos representa el último paso y posiblemente el más técnico de este protocolo de muestreo. Aunque existen diferentes técnicas para la extracción de otolitos, en el caso del mero gigante es recomendable extraerlos abriendo el pescado por las aberturas branquiales y llegando a la cámara ótica por la placa inferior. El método para acceder a la cámara ótica es siempre el mismo, sin embargo el uso de herramientas puede cambiar dependiendo del tamaño del individuo. Una vez que se abre la cámara ótica, el procedimiento para extraer los otolitos es el mismo en todos los casos.

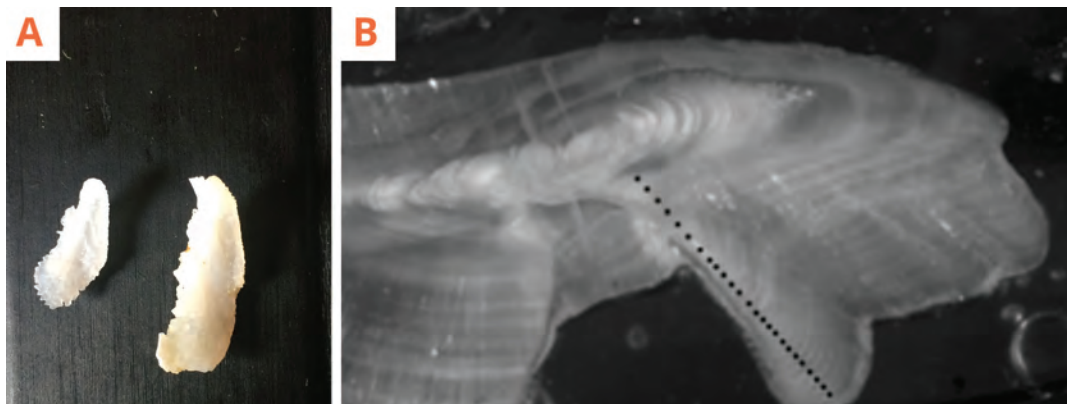


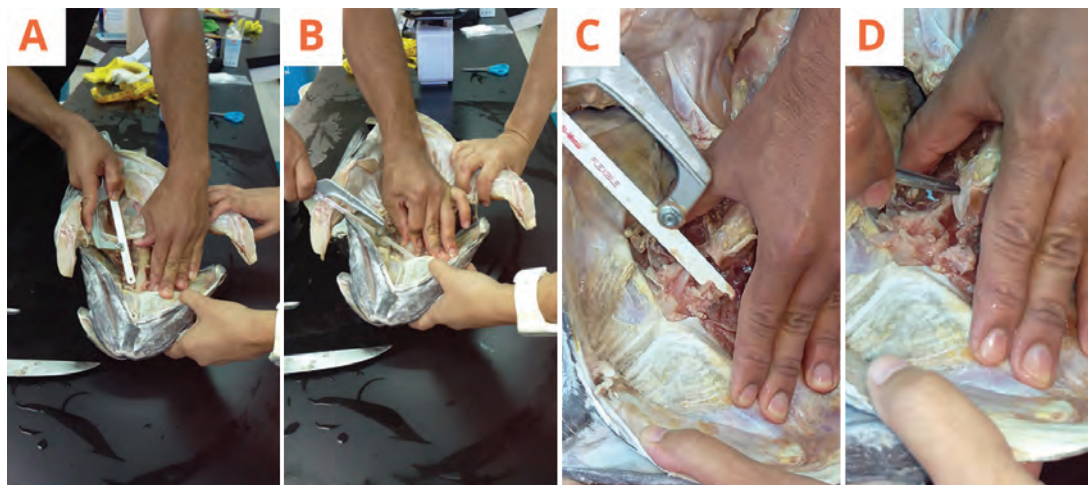
Figura 19.

Otolitos de mero gigante (*Stereolepis gigas*);
A) dos sagitas de diferentes individuos de mero gigante;
B) vista de un corte transversal de un otolito de mero gigante de 157 cm de longitud estándar y 25 años de edad, los puntos negros indican los anillos de crecimiento presentes (*annuli*).
Fotografía B con autorización de Larry Allen (tomada de Hawk y Allen 2014).
Fotografía A propiedad de Proyecto Mero gigante.

El procedimiento es el siguiente:

- a) Colocar el pescado con la parte ventral hacia arriba, extender la abertura branquial tanto como sea posible. Se recomienda hacer un corte en la unión entre el opérculo y la región dorsal y cortar el istmo branquial de forma que se tenga acceso directo a la zona ventral del cráneo, mejorando visibilidad y espacio para manipulación.
- b) Ubicar la placa ventral de la cámara craneal, que es una sección ósea en forma tubular después del cleitrum. Retirar el tejido blando que recubre esta estructura ósea, hasta dejar la cámara craneal expuesta (Fig. 20A).
- c) El siguiente paso es abrir la cámara con dos cortes diagonales y después dos cortes paralelos que unan los primeros cortes, formando un cuadro a través de la estructura ósea (Fig. 20B y 20C). Para especímenes menores a 150 cm de longitud total, esta maniobra puede realizarse sin complicaciones con la segueta y al final se retira la tapa con la ayuda del formón. Para especímenes de mayores dimensiones se recomienda hacer los cortes con la sierra rotativa eléctrica, conocida como Dremel®, y después retirar la placa de igual forma con el formón (Fig. 21). Para ambas maniobras es importante penetrar lo suficiente para poder retirar la placa ósea pero teniendo cuidado de no ir más profundo para evitar romper los otolitos.
- d) Después de retirar la placa de la cámara ótica, se utilizan las pinzas de disección para entrar en los dos orificios a los costados y ubicar los canales semicirculares, dos cuerdas de tejido blando en forma de espagueti. Siguiendo la trayectoria de estos canales se encuentran los otolitos. Se deben manipular las pinzas con extremo cuidado para presionar lo suficiente el otolito para sacarlo y manipularlo pero sin romperlo ya que son estructuras muy frágiles (Fig. 20D).
- e) Una vez que se retiren los dos otolitos, uno de cada orificio, se enjuagan en agua y se colocan en un vial, asegurándose de que incluir una etiqueta con el código al interior y rotularlo al exterior.

Figura 20. Técnica para la extracción de otolitos para individuos menores a 150 m de longitud total. Fotografía: Proyecto Mero gigante.



Para apreciar a detalle el procedimiento de extracción de los otolitos puede seguirse el siguiente vínculo: <https://vimeo.com/245298666> (Proyecto Mero gigante 2017).

Puede presentarse el caso que debido a la forma de maniobrar el pescado, los otolitos se sitúen muy profundo en la cavidad craneal. En estos casos se recomienda girar la cabeza para lograr que los otolitos se muevan a la entrada de la cavidad. En caso de que el otolito esté fracturado o en varias piezas, es importante coleccionar todas las piezas posibles.



Figura 21. Técnica para la extracción de otolitos en ejemplares de mero gigante mayores a 150 cm de longitud total; A) acceder por la abertura branquial y abrirla tanto como sea posible, B) realizar dos cortes diagonales en la cámara craneal con la ayuda del Dremel®, C) retirar la placa utilizando el formón y martillo, procurando pocos golpes pero certeros para evitar fracturar el otolito. Fotografía: Proyecto Mero gigante.

Escamas

Se recolectan al menos 5 escamas desprendidas con la ayuda de las pinzas de disección de la región anterodorsal, sección que queda cubierta por la aleta pectoral (Fig. 22). Las escamas se limpian con agua y se colocan en el mismo vial en donde se conservan los otolitos.



Figura 22. Región pectoral del mero gigante (en el recuadro blanco) de donde se deben extraer las escamas. Fotografía: Proyecto Mero gigante.

6

ETIQUETADO DE MUESTRAS

Al finalizar la extracción de las muestras, se debe asegurar el adecuado sellado de los viales, frascos y/o bolsas Ziploc®, además de su adecuado etiquetado. Poner en posición invertida los viales y frascos para asegurarse de que no exista fuga. Es recomendable que el etiquetado de cada muestra sea por duplicado, una etiqueta interior de papel albánene y el código de registro impreso con impresora láser o a mano con lápiz de grafito (Fig. 23). Rotular el código en el exterior de cada vial o frasco con marcador permanente. Posteriormente las muestras de cada individuo se guardan juntas en una bolsa tipo Ziploc®, donde se agrega una etiqueta con el código del registro y la hoja de bitácora de ese registro. Al finalizar, se escribe con marcador permanente el código en el exterior de la bolsa. El código de registro para cada individuo se compone por 12 dígitos alfanuméricos, que se forman de la siguiente manera: las dos letras iniciales que abrevian el nombre científico de *Stereolepis gigas* (SG), seguido por las dos letras que abrevian la localidad de registro (p.e. Punta Baja=PB), después la fecha en orden de año, mes y día, finalmente el número consecutivo en dos dígitos para los individuos registrados en ese lugar y ese mismo día. Ejemplo: SG-PB-170502-01 (Fig. 23).

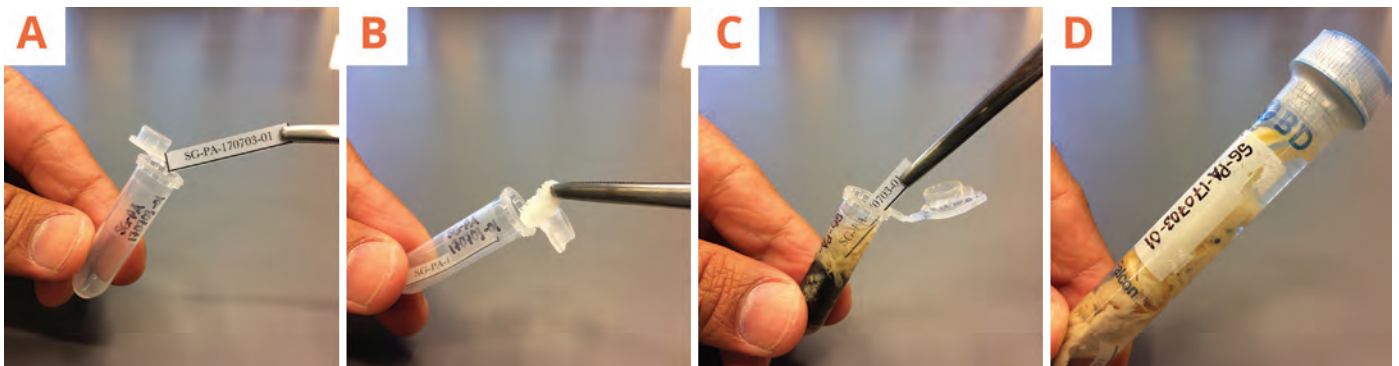


Figura 23. Etiquetado de muestras de mero gigante: A) colocar etiqueta de papel albánene con el código al interior del vial, B) colocar otolitos en los viales ya etiquetados, C) muestras de tejido con la etiqueta al interior y vial rotulado, D) muestras de gónadas con etiqueta al interior y vial rotulado. Fotografías: Proyecto Mero gigante.



PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS



Posterior a la obtención de las muestras y su etiquetado, el siguiente paso es igualmente relevante; la preservación de las muestras y el cuidado en su manipulación. Las muestras que contienen otolitos y escamas, estómago y gónadas pueden mantenerse en temperatura ambiente, de preferencia en un cuarto seco con humedad relativa menor a 60% y que la temperatura ambiental no exceda los 25°C. Las muestras de estómago y gónadas deben revisarse a los 15 días posteriores a la recolecta para asegurar que no estén hidratadas. La hidratación de las muestras conservadas en formaldehído será evidente con un color amarillento de la solución. De presentarse este caso, se deberá remplazar toda la solución de formaldehído y asegurarse de que cubra todo el tejido. Las muestras de tejidos deberán mantenerse en refrigeración con temperatura de -20°C, y mantener con hielo en caso de ser transportadas. En caso de sitios de recolecta remotos o cuando las muestras se mantendrán almacenadas por largos periodos se recomienda preservar las muestras de tejido en Etanol-EDTA (Etanol 96% y 0.1m EDTA) o Tampón de Longmire (Hleap et al. 1999). Es necesario revisar las muestras 15 días posteriores a la recolecta del tejido, cambiar el Etanol para evitar que se hidrate y que el nivel del Etanol sea ligeramente por debajo de la máxima capacidad.

LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPO



Al finalizar la jornada de obtención de biometrías y muestras es importante limpiar y lavar todo el equipo y herramientas para prolongar la vida útil de las mismas. Todas las herramientas de disección se lavan con detergente y se secan. Las tijeras y pinzas de disección utilizadas para la extracción de tejido se enjuagan al final con alcohol. Los equipos electrónicos, como básculas y Dremel® se limpian con una tela húmeda asegurando que estén desconectados previamente. Es posible que parte del equipo o herramientas requiera rociarse con aceite lubricante para evitar corrosión (i.e. WD-40®) periódicamente.





LLENADO DE BITÁCORA

La bitácora para el monitoreo biológico pesquero es un formato para registrar toda la información posible sobre la captura, datos biométricos y biológicos del mero gigante (Fig. 24). Cada registro individual debe ser acompañado por una hoja de la bitácora, de forma que al final se tengan tantas hojas como números de individuos. Las siguientes son instrucciones específicas para el llenado de la bitácora:

- La información registrada en la bitácora deberá ser verídica y tan exacta como sea posible.
- Cada campo solicitado deberá ser llenado como se describe en este manual.
- Las letras y números deberán ser legibles.
- En caso de no contar con algún dato, se deberá registrar como No Determinado con la abreviación ND.
- La bitácora está diseñada para el registro individual de ejemplares de mero gigante. En el caso del registro de varios individuos en el mismo día de pesca, o evaluaciones en mercados, se registrará individualmente y se agregará la anotación 1 de 2, 2 de 2, así sucesivamente, en la sección de código

Ejemplo de registro en bitácora (Fig.24)

Se presenta el caso –ficticio– de la captura de un individuo de Mero gigante el **2 de Mayo de 2017** en la localidad pesquera de **Punta Baja, Baja California**. En este caso el pescador accedió a dar su nombre completo, **Ramón Bravo**, navegando en la **panga 02 de Punta Baja (PB-02)**. El pescador detalló que salió **a pescar mero gigante**, y para ello llevó **línea y anzuelo de 5/0, y calamar como carnada**. En la lancha iban Ramón y su compadre. El viaje de pesca llevó 6 hrs y además de mero también pescaron curvina y verdillo. El sitio de captura es **próximo a Isla Jerónimo** y es el mismo sitio en donde él ha pescado antes mero gigante, una piedra a **30 m de profundidad**. Este es el cuarto mero gigante que Ramón saca en lo que va del año. El sitio de **desembarque fue Punta Baja**, y lo llevó en su pickup a El Rosario. El colector de datos en la comunidad de El Rosario, Pedro Paramo, lo recibió para extraer otolitos, gónadas y una muestra de tejido. También se encargó de tomar fotografía y enviarla por email a Arturo R. ese mismo día. Pedro Paramo verificó los caracteres morfológicos, midió al pescado con la cinta métrica y el peso con la báscula de la cooperativa. Fue **192 cm de longitud total, 165 cm de longitud estándar, 55 cm de longitud de la cabeza y 161 kg de peso**. El peso fue registrado como **completo, sin eviscerar**. Se extrajeron **dos otolitos** y se colocaron en un envase seco previamente rotulado con el mismo código y con una etiqueta con el mismo código al interior. Se colectaron **dos escamas de la región dorsal** posterior a la aleta pectoral y se colocaron en el mismo frasco de los otolitos. También se extrajo una **muestra de tejido** muscular y se colocó en un vial con alcohol al 96%, también con etiqueta al interior y rotulado. Se extrajo también el **estómago** y fue preservado en una bolsa Ziploc® con formaldehído rotulada con el código y con etiqueta al interior. Fue posible preservar las **gónadas en formaldehído**, aunque eran muy grandes (2.3 kg, casi el 2% de su peso total), por lo que se procedió a tomar una muestra equivalente de las tres secciones, anterior, medio y posterior. La apariencia de las gónadas era muy ovalada y de color transparente, que coincide con la tercera característica descrita en la bitácora. Finalmente, Pedro preguntó al pescador en cuánto vendió el ejemplar al comerciante en El Rosario (\$100 pesos por kg), capturó la información y la reportó por email a Arturo R., junto con la fotografía del organismo.



La captura del ejemplar se registró en la bitácora de la siguiente forma:

BITÁCORA DE MONITOREO BIOLÓGICO PARA MERO GIGANTE

Fecha (día/mes/año): 02/05/2017 Lugar: Punta Baja

Tipo de registro: Campo pesquero Mercado [] Otro: _____ Código: SG-PB-170502-01

Nombre del pescador: Ramón Bravo Nombre de embarcación: PB-02

Cooperativa/ localidad de desembarque: El Rosario Fecha de captura: 02/05/2017


Localidad de entrega de producto: El Rosario Precio de venta \$100 por kg entero []

Forma de captura/carnada: linea y anzuelo 5/0 Profundidad de captura (metros) ~30 m

Tipo de fondo: Rocosos Sargazo Arena Desconocido Otro: _____

Coordenadas de captura (Latitud/Longitud) o Mapa de sitio

Latitud: 29.70612 N
 Longitud: 115.74671 O
 Tipo de GPS: Garmin eTrex10



*Incluir referencia de la localidad de desembarque

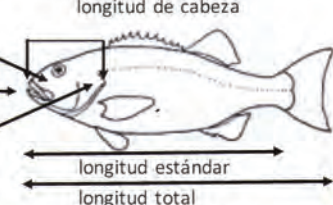
Especie capturada: MERO GIGANTE Pesca objetivo: mero Captura total de mero en kg 161

Verificar rasgos morfológicos claves (conteste tachando el recuadro):
 Se tomó fotografía? NO SI Especificar cómo se tendrá acceso a la fotografía: enviada email a Arturo R.

Tiene escamas en región de la boca? NO SI

Tiene dientes pequeños? NO SI

Tiene 2 espinas planas en opérculo? NO SI



longitud total en cm 192 Peso en kg 161 entero eviscerado []

longitud estándar en cm 165 Longitud de cabeza en cm 55

Otolitos extraídos? SI NO Cuantos? 2 Escamas? SI NO

Estomagos extraídos? SI NO Tejido extraído? SI NO

Gonadas extraídas? SI NO Sexo: Macho [] Hembra ND []

Cuál es la característica que presentan las gonadas en fresco? Peso de gonadas en fresco en kg 2.3

- Inmaduras (alargadas como popotes, color rosa-transparente) SI
- En desarrollo (hinchadas, color amarillento-anaranjado) SI
- En reproducción (muy grandes, saco transparente) SI
- Desovado (pequeños y rojizos) SI

Incluir si se tiene mayor información (Observaciones)
 Otras especies capturadas: curvina y verdillo
carnada de calamar
jornada de 6 hrs/ 2 pescadores / 4to mero de este pescador en 2017

Nombre de colector de información y muestras: Pedro Paramo

SIO-UCLSD, COBI, UABC, ECOCIMATI, Programa Mero gigante del Pacífico Mexicano (www.merogigante.org), PADI FOUNDATION

Figura 24.

Ejemplo de llenado de un registro en la bitácora. *Datos de este ejemplo se generaron solo con fines instructivos.



Datos de la bitácora

A continuación se presenta la explicación para cada dato que se solicita en la bitácora de monitoreo biológico, así como la forma que debe registrarse y cuál es la utilidad de la información solicitada.

Tabla 3.
Descripción de toma de datos de la bitácora. Campo= dato solicitado en la bitácora, ¿Qué se registra?= explicación de cómo llenar el campo y ejemplo correcto, ¿Por qué se registra?= explicación de cómo se utilizará la información solicitada.

Campo	¿Qué se registra?	¿Por qué se registra?
Fecha (día/mes/año)	Día, mes y año de captura, en ese orden específico. Ejemplo: 2 de mayo de 2017= 02/05/2017	Todos los registros de captura requieren ser ligados a una fecha exacta que permitirá evaluar temporalidad de capturas.
Lugar	Localidad en donde se realiza el registro. En caso de evaluaciones de mercados se incluye la ciudad (ejemplo; Ensenada, Tijuana). Para el caso de campos pesqueros se incluye la localidad en donde se toman los datos.	Para establecer el lugar en donde se realizó el registro de la información. Evitar duplicidad de registros.
Tipo de registro	Seleccionar si se trata de un registro en campos pesqueros, mercados u otro tipo de registro.	Para identificar cual es la fuente la información: evaluaciones en mercados, monitoreo de pesquería, monitoreo ecológico, etc.
Código	El ID se compone de dos letras iniciales que abrevian el nombre científico, seguido por las dos letras que abrevian la localidad de registro, después la fecha en orden de año, mes y día, finalmente el número consecutivo en dos dígitos para los individuos registrados en ese lugar y ese mismo día. Ejemplo: SG-PB-170502-01 (Stereolepis gigas)-Punta Baja-Año 17, Mes 05, Día 02-Individuo 01	Será el identificador único para cada registro, y este código permitirá asociar datos importantes como lugar y fecha.
Nombre del pescador	Puede incluirse el nombre con un apellido, dos apellidos o iniciales. El proyecto busca la colaboración con pescadores, por lo que esta información solo se incluirá si ellos acceden. Ejemplo: Ramón Bravo	Permitirá asignar el registro y colecta de muestras.
Nombre de embarcación	Nombre de la embarcación utilizada por el pescador. Es sólo una referencia para identificar de donde proviene la captura. Ejemplo: Panga 02 de la cooperativa Punta Baja = PB-02	Nos permitirá tener un número estimado de pangas dirigidas a esta pesquería (unidad de esfuerzo pesquero)



Campo	¿Qué se registra?	¿Por qué se registra?
Cooperativa o localidad de desembarque	Incluir nombre de cooperativa o lugar de registro de la embarcación. Ejemplo: El Rosario	Permite relacionar capturas con áreas de concesión y estimar un esfuerzo de pesca por zonas geográficas. También permitirá identificar sitios con mayor ocurrencia de la especie y conocer posibles sitios de poblaciones residentes o agregaciones reproductivas.
Fecha de captura	Registrar la fecha específica en que se pescó el mero gigante. Ejemplo: 02 de mayo de 2017 = 02/05/17	Fecha de captura puede ser distinta de la fecha que se hace el registro, especialmente para el caso de evaluaciones de mercados. En los mercados, sirve para tener una fecha cercana a la de captura. La fecha de captura es el mejor indicador de la presencia temporal de los individuos.
Localidad de entrega de producto	Incluir nombre de la localidad donde será vendido o consumido el ejemplar. Ejemplo: El Rosario	Permitirá tener una idea de los principales puertos de desembarque para la especie y de los canales de distribución de esta pesquería.
Precio de venta	Registrar el precio de venta en pesos del mero gigante. Seleccionar si el valor especificado es por kg o por el ejemplar completo. Ejemplo: \$100 por kg	Ayudará a comprender la tendencia del mercado y la dinámica económica de esta pesquería.
Forma de captura	Especificar método de captura: línea, red agallera, cimbra o palangre, arpón, etc. Ejemplo: Línea y anzuelo de cuchara 5/0	Permitirá relacionar capturas al método de pesca. Permitirá entender el comportamiento de la especie, si es una especie de hábitos nocturnos en su alimentación, profundidad donde se encuentra, lugar donde se captura, es decir responder preguntas sobre su comportamiento en general.
Profundidad de captura	Registrar la profundidad a la que el pescador estima que se encontraba el ejemplar capturado. Registrarlo en metros, o especificar la unidad en caso distinto. Ejemplo: ~30 m	Servirá para conocer algunos aspectos de la preferencia de hábitat y establecer sitios factibles de ser evaluados mediante buceo autónomo.



Campo	¿Qué se registra?	¿Por qué se registra?
Tipo de fondo	Especificar el tipo de fondo del lugar en donde se capturó al ejemplar. Elegir cualquiera de las opciones: rocoso, entre sargazo (kelp), arena, desconocido u otro.	Permitirá tener una idea de preferencias de hábitat y de zonas susceptibles a ser evaluadas.
Coordenadas de captura (latitud/longitud) o mapa de sitio	Incluir las coordenadas latitud/longitud o un mapa que pueda servir para obtener coordenadas por Google Earth. Ejemplo: 29.70612 N, 115.74671 O	Todos los registros deben tener el componente espacial lo más exacto posible. Esto permitirá identificar zonas de agregaciones de individuos.
Tipo de GPS	Registrar el tipo de GPS que se utilizó para obtener las coordenadas. Marca y modelo del GPS son suficientes.	Saber el modelo del equipo GPS utilizado nos permite conocer la precisión en la estimación de la ubicación.
Especie capturada	Nombre común con el que se conoce a la especie. Esta bitácora está dirigida a registrar Mero gigante (<i>Stereolepis gigas</i>).	Para hacer evidente que se trata de la especie objetivo del monitoreo.
Especie objetivo	Especificar que especie (nombre común) era el objetivo de pesca del pescador. Ejemplo: mero; garropa, curvina.	Nos permitirá conocer las interacciones entre pesquerías y determinar empíricamente qué tan dirigida es la pesca hacia el mero gigante.
Captura total de mero	Se registra el total de kilos de mero que salieron en una jornada, o la suma de los individuos pescados.	Representa un dato importante cuando no fue posible documentar el total de la pesca.
¿Se tomó fotografía?	En caso de tener fotografía tachar SI, en caso contrario NO.	En necesario tomar una fotografía de cada ejemplar y vincular la foto con el número de registro.



Campo	¿Qué se registra?	¿Por qué se registra?
Especificar cómo se tendrá acceso a la fotografía	La fotografía tomada al mero debe incluir la referencia con la cinta métrica, como en la figura 13. En caso contrario, se colocará un objeto de dimensiones conocidas. En la fotografía el mero debe estar extendido y verse ambos extremos; boca y aleta caudal. Posterior a la toma de fotografía se enviará por correo (arturorv@ucsd.edu) o mensaje al teléfono +1(858)281-8393.	Las fotografías colectadas durante el proyecto permitirán establecer un banco de imágenes, que será respaldo de la información y evidencia visual de los registros.
Identificación: ¿tiene escamas en la región de la boca? <hr/> Identificación: ¿tiene dientes pequeños? <hr/> Identificación: ¿tiene 2 espinas planas en opérculo?	Especificar, con SI o NO la presencia de la característica morfológica en el ejemplar.	Permitirá corroboración de la especie.
Longitud total (LT) en cm	Registrar la longitud total del ejemplar, desde la punta de la boca al extremo de la cola (ver esquema en la bitácora). El dato será en centímetros. Ejemplo: 192 cm	Todos los registros serán vinculados a la longitud total para evaluar las frecuencias de tallas de la población, además de establecer relaciones LT-LS y LT-P.
Longitud estándar (LS) en cm	Registrar la longitud estándar del ejemplar, desde la punta de la boca a la última vertebra antes del origen de la cola. El dato será en centímetros. Ejemplo: 165 cm	Todos los registros estarán asociados a la longitud estándar, lo que permitirá establecer relaciones LT-LS y LS-P. La longitud estándar es especialmente útil cuando un individuo tiene la aleta caudal incompleta.



Campo	¿Qué se registra?	¿Por qué se registra?
Longitud de la cabeza (LC) en cm	Registrar la longitud de la cabeza desde la punta de la boca al extremo posterior del opérculo, justo en la abertura branquial. El dato será en centímetros. Ejemplo: 55 cm	Permitirá establecer relaciones LT-LC y LS-LC. Estas relaciones permiten entender el crecimiento y relacionar éste con otros datos biológicos.
Peso (P) en kg	Registrar el peso húmedo y sin eviscerar, con la mayor precisión posible. Se utilizarán los instrumentos otorgados por el programa a los responsables en cada localidad. En caso de un ejemplar con peso mayor a 100 kg, se utilizará el peso estimado a la venta del ejemplar. Para estos casos se registrará el peso y se seleccionará la opción -sin eviscerar-. En caso de tener acceso al ejemplar ya eviscerado, se registrará ese peso y se seleccionará la opción -eviscerado-. Ejemplo: 161 kg -sin eviscerar-	El peso es un atributo importante para entender la estructura poblacional. Se utilizará para las relaciones longitud-peso, y para estimar estado reproductivo cuando no se tenga gónadas.
Número de otolitos extraídos	Especificar el número de otolitos extraídos por ejemplar. Mínimo 1, máximo 2.	Para conocer la estructura poblacional de la especie, evaluaremos la edad de los individuos por medio de anillos de crecimiento en otolitos.
¿Escamas extraídas?	Especificar si se extrajeron escamas siguiendo el procedimiento propuesto en el protocolo; especificar, con SI o NO.	Las escamas son utilizadas para estimar la edad en algunas especies de peces. Analizaremos la relación entre la estimación de edad obtenida en otolitos y escamas.
¿Estómago extraído?	Especificar si se extrajo el estómago; especificar, con SI o NO.	Evaluaremos el contenido de los estómagos para identificar no solo la dieta del mero, sino también conocer posibles cambios en la dieta a nivel espacial y temporal.



Campo	¿Qué se registra?	¿Por qué se registra?
¿Tejido extraído?	Especificar si se extrajo tejido siguiendo el procedimiento propuesto en el protocolo; especificar, con SI o NO.	Obtendremos material genético del tejido y haremos análisis para conocer la conectividad de las poblaciones y estimar su diversidad genética.
¿Gónadas extraídas?	Especificar si se extrajeron las gónadas siguiendo el procedimiento propuesto en el protocolo; especificar, con SI o NO.	Se asociará la información del estado reproductivo a la fecha de captura para poder estimar el periodo reproductivo de la especie en esta región.
Peso de gónadas en fresco en kg	Se registrará el peso húmedo de las dos gónadas recién extraídas del ejemplar, con la mayor precisión posible. Se utilizarán los instrumentos otorgados por el programa a los responsables en cada localidad. Colocar las gónadas en una bolsa para mantenerlas íntegras. En caso de que el peso corresponda a solo parte de las gónadas, se especificará en la bitácora. Ejemplo: 2.3 kg peso completo para ambas gónadas.	El peso de las gónadas permite tener una estimación del estadio reproductivo considerando el peso completo del animal. Esta información complementa el objetivo de comprender la estacionalidad reproductiva de la especie.
Determinación de sexo	En caso de poder observar las gónadas, utilizar la hoja técnica de campo así como la información incluida en este manual para asignar el sexo del individuo.	Se generará un análisis de la estructura de la población, en donde saber la proporción de sexos y su distribución espacial es un elemento muy relevante.
¿Cuál es la característica que presentan las gónadas en fresco?	<p>Seleccionar la característica que mejor describa las condiciones de las gónadas al momento de la captura. Algunas características se pierden al momento de la preservación. Ver detalles de las características que pueden presentar en este manual y en la hoja de ayuda técnica.</p> <p>En general, pueden presentar estas características:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inmaduras (alargadas como popotes, color rosa o transparente). 2. En desarrollo (hinchadas, color amarillento-anaranjado). 3. En reproducción (muy grandes, saco transparente). 4. Desovado (pequeños y rojizos). 	Se realizará un análisis de madurez sexual para las muestras disponibles. Sin embargo es importante describir algunos rasgos en fresco o tomar fotografías.



Campo	¿Qué se registra?¿	Por qué se registra?
Incluir si se tiene mayor información (Observaciones)	Cualquier información no solicitada en los campos, pero que se consideré importante aclarar, o incluir detalles de lo registrado en los campos. Por ejemplo; otras especies capturadas, tipo de carnada, tiempo que duró la jornada de pesca.	Aclarar la información y/o aportar más detalles de la información proporcionada.
Nombre del colector de información y muestras	Se registra el nombre del responsable de colectar la información en cada localidad pesquera	Representa un dato de control de la información capturada. Cualquier duda en la captura de información será solicitada directamente.





AGRADECIMIENTOS

La edición y publicación de este manual no hubiera sido posible sin el apoyo de un sinnúmero de personas, instituciones, organizaciones y agencias de gobierno. Agradecemos especialmente al Dr. Oscar Sosa Nishizaki y el M.C. Ismael Mascareñas Osorio por la revisión técnica de este manual, sus comentarios y sugerencias mejoraron de forma sustantiva este trabajo. Esta obra se generó a partir del proyecto “Searching for the king: natural history of the giant sea bass (*Stereolepis gigas*) in Mexican waters” financiado por PADI Foundation otorgado a ARV en 2017, y por Society for Conservation Biology Marine Section otorgado a JCVD en 2017. ARV y JCVD agradecen la beca para estudios doctorales en el extranjero a CONACYT-UC Mexus. Agradecemos a autores de material visual por el permiso de uso de sus obras en este manual; Karenina Derbez, D. Rome Peebles, Mike Couffer, Octavio Aburto-Oropeza, Owyn Snodgrass, Debbie Karimoto, Ismael Mascareñas, Arturo Hernández, Desmond Ho, Programa Marino Golfo de California, San Quintín Sport Fishing, Igor Galvan, Archivo histórico SCIF. El Programa Marino del Golfo de California facilitó material fotográfico e información valiosa para la elaboración de este manual. También agradecemos el apoyo durante el trabajo de laboratorio de Isabel Hernández, Leticia Cavole, Abraham González, Rogelio Cano y Jorge Rosales. Agradecemos a los pescadores y comerciantes de mercados de mariscos de Baja California por el apoyo para la toma de muestras y compartir información relevante para el proyecto. De igual forma, un agradecimiento a las Cooperativas pesqueras de la Península de Baja California, en especial a la FEDECOOP por el interés mostrado en este proyecto, y en específico a las cooperativas Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Ensenada S.C.L., Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera buzos y pescadores de la Baja California S.C.L., Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores Nacionales de Abulón S.C.L., y Asociación Pesquera Regasa Num.2, S.P.R. de R.L. Agradecemos el apoyo en asesoría a las agencias de gobierno estatal y federal en el sector pesquero: SEPESCA, CONAPESCA, INAPESCA. Con enorme gratitud reconocemos el esfuerzo de Astrid Domínguez (Kuali Comunicación) en la edición y diseño de imagen de este manual. Hemos sido muy afortunados en contar con el apoyo y asesoría durante el desarrollo del proyecto y la realización de este manual de Matthew T. Craig (NOAA), Larry Allen (CSU Northridge), Stuart Fulton (COBI) y Octavio Aburto-Oropeza (SIO UC San Diego).



REFERENCIAS

- Allen, L.G. 2017. Giants! Or... The return of the kelp forest king. *Copeia*, 105(1):10-13.
- Allen, L.G.; A.H. Andrews, 2012. Bomb radiocarbon dating and estimated longevity of Giant Sea Bass (*Stereolepis gigas*). *Bull. Southern California Acad. Sci* 111(1):1-14.
- Baldwin, D.S.; A. Keiser. 2008. Giant Sea Bass, *Stereolepis gigas*. Status of the fisheries. Report California Department of Fish and Game, 8pp.
- Brown-Peterson, N.J., Wyanski, D.M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B.J., LowerreBarbieri, S.K., 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Mar. Coastal Fish.* 3, 52–70.
- Chabot, C.L.; H.A. Hawk; L.G. Allen. 2015. Low contemporary effective population size detected in the critically endangered Giant Sea Bass, *Stereolepis gigas*. *Fisheries Research* 172:71–78.
- Cisneros-Montemayor A.; M.A. Cisneros-Mata; S. Harper; D. Pauly. 2013. Extent and implications of IUU catch in Mexico's marine fisheries. *Mar Policy* 2013;39 (2013):283–8.
- CONAPESCA [Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura. 2013. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Sinaloa, México.
- CONAPESCA-SEPESCA 2017. Boletín Estadístico. Sistema SIPESCA/CONAPESCA. Snidrus/Oeidrus Pesca y Acuicultura Baja California.
- Cornish, A. 2004. *Stereolepis gigas*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.
- Couffer, M.C. 2017. Individual-unique spot pattern of young-of-the-year giant sea bass (*Stereolepis gigas*) in captive-raised fish. *Bull. So. Calif. Acad. Sci.* 116(2): 98-109.
- Couffer, M.C.; S.E. Benseman. 2015. A young-of-the-year Giant Sea Bass, *Stereolepis gigas* buries itself in sandy bottom: a possible predator avoidance mechanism. *Bull. So. Calif. Acad. Sci.* 114(1): 54-57.
- Dayton, P.K.; A.D. MacCall. 1990. Pre-exploitation abundances of important large recreational and commercial fishes off Southern California. Technical report UC San Diego R/F-125. 91-96.
- DOF. 2012. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. México. 24 de agosto de 2012
- DOF. 2013. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, Para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. 9 de mayo de 1995.
- Domeier, M.L. 2001. Giant sea bass. Pp. 209–211 En: Leet, W.S.; C.M. Dewees; R. Klingbeil; E. Larson (Eds.) California's Marine Living Resources: A Status Report. Oakland, CA: Agri. and Nat. Res. Comm. Serv., University of California.
- Erauskin-Extramiana, M.; S.Z. Herzka; G. Hinojosa-Arango; O. Aburto-Oropeza. An interdisciplinary approach to evaluate the status of large-bodied Serranid fisheries: The case of Magdalena-Almejas Bay lagoon complex, Baja California Sur, Mexico. *Ocean & Coastal Management.* 145: 21-34.
- FAO, 2001. Directrices para la recopilación sistemática de datos relativos a la pesca de captura. Documento preparado en la consulta de expertos FAO/DANIDA. Bangkok, Tailandia, 18-30 de mayo 1998. FAO documento de técnico pesca no. 382. Roma. 132 pp.
- Fernández J.I.; P. Álvarez-Torres; F. Arreguín-Sánchez; L.G. López-Lemus; G. Ponce; A. Díaz de León-Corral; E. Arcos-Huitrón; P. del Monte-Luna. 2011. Coastal Fisheries of Mexico. En: Salas, S.; R. Chuenpagdee; A. Charles; J.C. Seijo (Eds.). Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO Fisheries Technical Paper 544: 231-284.
- Froese, R.; D. Pauly. (Eds.). 2017. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2017).
- Gaffney, P.; J. Rupnow; M. Domeier. 2007. Genetic similarity of disjunct populations of the giant sea bass *Stereolepis gigas*. *J. Fish Biol.* 70, 111–124.



- G.B.C. [Gobierno del Estado de Baja California]. 2015. Carta Estatal Pesquera de Baja California. 2000-2015. Secretaría de Pesca y Acuicultura de Baja California. Ensenada.
- Hawk, H.A.; L.G. Allen. 2014. Age and growth of the giant sea bass, *Stereolepis gigas*. CalCOFI Rep., 55:128–134.
- Hleap J.S.; H. Cárdenas; F. García-Vallejo. 2009. Preservación no criogénica de tejido y extracción de ADN: Una aplicación para peces cartilagosos. PanamJAS 2009; 4:283-93.
- House, P.H.; B.L.F. Clark; L.G. Allen. 2016. "The Return of the King of the Kelp Forest: Distribution, Abundance, and Biomass of Giant Sea Bass (*Stereolepis gigas*) off Santa Catalina Island, California, 2014-2015.," Bulletin of the Southern California Academy of Sciences: Vol. 115: Iss. 1.
- Lagler, K.F.; J.E. Bardach; R.R. Miller; D.R.M. Passino. 1990. Ictiología. AGT Editor. 489 pp.
- Love, M.S.; C.W. Mecklenburg; T.A. Mecklenburg; L.K. Thorsteinson. 2005. Resource inventory of marine and estuarine fishes of the west coast and Alaska: A checklist of north Pacific and Arctic ocean species from Baja California to the Alaska-Yukon Border. US Department of the Interior, US Geological Survey, Biological Resources Division, Washington. 276 pp.
- Love, M.S. 2011. Certainly more than you want to know about the fishes of the Pacific coast: a postmodern experience. Really Big Press, 649 pp.
- Mascareñas I.; G. Hinojosa; B. Erisman; O. Aburto-Oropeza. 2013. Manual de monitoreo biológico-pesquero de curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*). CBMC-SIO. 28 pp.
- Miller, J. D.; N. R. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. Fish. Bull. 157: 1–249.
- Page, L.M.; H. Espinosa-Pérez; L.T. Findley; C.R. Gilbert; R.N. Lea; N.E. Mandrak; R.L. Mayden. 2013. Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico, 7th edn. Spec Publ Am Fish Soc No. 34, Bethesda, MD.
- Peres, M.B.; S. Klippel. 2003. Reproductive biology of southwestern Atlantic wreckfish, *Polyprion americanus* (Teleostei: Polyprionidae). Environmental Biology of Fishes 68:163-173.
- Pondella, D.J. II and L.G. Allen. 2008. The decline and recovery of four predatory fishes from the Southern California Bight. Mar. Biol., 154:307–313.
- Proyecto Mero gigante. 2017. Extracción de muestras de Mero gigante (*Stereolepis gigas*). [archivo de video] Obtenido de: <https://vimeo.com/245298666>
- Ramírez-Valdez, A.; Rowell, T.J.; Villaseñor-Derbez, J.C.; Sgarlata, M.P.; Cota-Nieto, J.J.; Gómez-Gómez, A.; Erisman, B. 2017a. Searching for the king: natural history of the giant sea bass (*Stereolepis gigas*) in Mexican waters. Research proposal submitted to PADI Foundation.
- Ramírez-Valdez, A.; Sgarlata, M.P.; Villaseñor-Derbez, J.C.; Rowell, T.J.; Erisman, B.; Hernández-Velasco, A.; Craig, M.T. 2017b. Buscando al gigante de los bosques de kelp en las aguas de Baja California: el mero gigante (*Stereolepis gigas*). Mediterraneannews, Terra Peninsula A.C.
- Ramírez-Valdez, A., Dominguez-Guerrero, I., Palacios-Salgado, D., Villaseñor-Derbez, J.C., Cota-Nieto, J.J., Correa-Sandoval, F., Reyes-Bonilla, H., Hinojosa-Arango, G., Hernández, A., Aburto-Oropeza, O. 2015. The near-shore fishes of the Cedros Archipelago (North-Eastern Pacific) and their biogeographic affinities. CalCOFI Reports 56, 143-167.
- Robertson, D.R.; G.R. Allen. 2015. Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific: online information system. Version 2.0 Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá.
- Shane, M.A.; W. Watson; H.G. Moser. 1996. Polyprionidae: giant sea basses and wreckfishes. p. 873-875. En Moser, H.G. (Ed.) The early stages of fishes in the California Current region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CalCOFI) Atlas No. 33. 1505p.
- Ragen, T. J. 1990. Pre-exploitation abundances for the white seabass of (*Atractoscion nobilis*), yellowtail (*Seriola lalandi*), and giant sea bass (*Stereolepis gigas*) off southern California. In The estimation of theoretical population levels for natural populations. Doctoral dissertation, University of California, San Diego, 176 pp.





**PROYECTO
MERO
GIGANTE**