

PROTOS DE MONITOREO E INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA PARA AGREGACIONES REPRODUCTIVAS DE PECES EN MÉXICO



Heyman, W.D., Fulton, S., Erisman, B. y Aburto-Oropeza, O.

Comunidad y Biodiversidad A.C.

Calle Isla del Peruano #215

Colonia Lomas de Miramar

Guaymas, Sonora, México

CP 85420

Fotografía: Archivo COBI

Correo electrónico: cobi@cobi.org.mx (información)

Esta publicación debe citarse como:

Heyman, W.D., Fulton, S., Erisman, B. y Aburto-Oropeza, O. (2017). *Protocolos de monitoreo e investigación participativa para agregaciones reproductivas de peces en México*. Comunidad y Biodiversidad A.C., Guaymas, Sonora, México & LGL Ecological Research Associates, Inc. Bryan, TX, Estados Unidos. 40 p.

www.cobi.org.mx

PROTOCOLOS DE MONITOREO E INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA PARA AGREGACIONES REPRODUCTIVAS DE PECES EN MÉXICO

Heyman, W.D.¹, S. Fulton², B. Erisman³,
y O. Aburto-Oropeza⁴

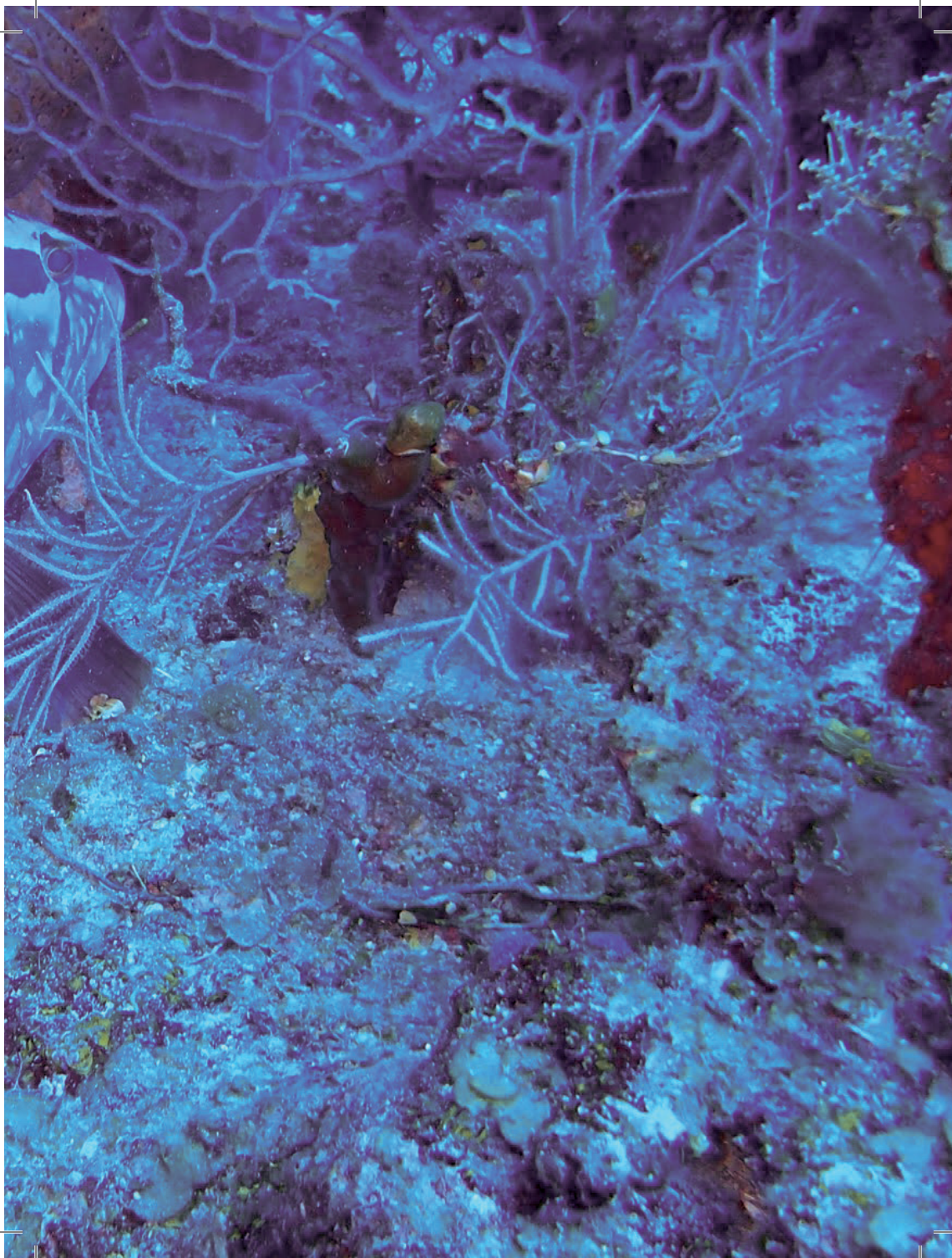
¹LGL Ecological Research Associates, Inc. 4103 S. Texas Avenue, Bryan TX 77802; ²Comunidad y Biodiversidad, Guaymas, Sonora, México; ³University of Texas at Austin, Department of Marine Science, 750 Channel View Drive, Port Aransas, Texas 78373-5015; ⁴Gulf of California Marine Program, Scripps Institution of Oceanography, 8880 Biological Grade, La Jolla, CA 92037

Índice

Agradecimientos	8
Propósito y uso de este documento	10
Resumen de los métodos y sus usos	13
Selección de protocolos apropiados de monitoreo	16
Entrevistas con pescadores	21
Protocolo 1: Entrevistas con pescadores	21
Métodos dependientes de las pesquerías	23
Protocolo 2a: Desembarque y captura por unidad de esfuerzo	23
Protocolo 2b: Muestreo en el sitio de arribo	25
Protocolo 2c: Muestreo biológico	27
Métodos independientes de las pesquerías	32
Protocolo 3a: Cartografía preliminar del sitio	32
Protocolo 3b: Levantamiento batimétrico adaptable (LBA)	34
Evaluaciones subacuáticas visuales	38
Protocolo 4a: Censo visual subacuático (CVS) con buzo	38
Protocolo 4b: Monitoreo subacuático con video	44
Protocolo 4c: Cámara remota	45
Tecnologías emergentes	50
Protocolo 5a: Monitoreo acústico pasivo	50
Protocolo 5b: Telemetría acústica	50
Protocolo 5c. Mapeo con sonda de haz dividido	51

Apéndice 1: Glosario	52
Apéndice 2: Hojas de datos	54
Hoja de datos 1 - Reporte resumido del viaje de muestreo	56
Hoja de datos 2 - Observación anecdótica	57
Hoja de datos 3 - Captura por esfuerzo	58
Hoja de datos 4 - Muestreo en el sitio de arribo, ciencia ciudadana	61
Hoja de datos 5 - Muestreo biológico	62
Hoja de datos 6 - Censo visual subacuático	64
Hoja de datos 7 - Bitácora de video	66
Apéndice 3: Bibliografía de apoyo	68







Agradecimientos

Los protocolos que aquí presentamos han sido desarrollados durante los últimos 20 años. Las técnicas han sido puestas a prueba tanto por científicos, estudiantes y pescadores de diferentes lugares: Belice, México, Indonesia, Venezuela, Honduras, las Islas Caimán, Puerto Rico, las Islas Vírgenes de Estados Unidos, las Bahamas, las Islas Turcas y Caicos, Florida, el Golfo de México estadounidense y las regiones del Atlántico sur. Para evitar omisiones de importantes colaboradores en todos esos lugares, preferimos dar gracias a todos los pescadores, estudiantes, administradores de los recursos, científicos y demás personas que han participado en las expediciones de investigación y que han contribuido de muy diversas maneras a este trabajo. También estamos muy agradecido con las agencias de financiamiento que han apoyado este trabajo a lo largo de los años y, especialmente The Summit Foundation, Oak Foundation, la Alianza WWF - Fundación Carlos Slim, The Walton Family Foundation, David and Lucile Packard Foundation, Leona M. and Harry B. Helmsley Charitable Trust Foundation, Marisla Foundation, International Community Foundation, UC MEXUS, South Atlantic Fishery Management Council, National Oceanographic and Atmospheric Administration, The Nature Conservancy y Pew Charitable Trusts.

Foto de portada © Alfredo Barroso, Agregación Reproductiva de *Epinephelus striatus*, Quintana Roo, México.

Propósito y uso de este documento

Las agregaciones reproductivas son nodos indispensables en la historia de vida de muchas especies de peces marinos que viven en hábitats muy diversos, dentro de grandes áreas geográficas, y han sido estudiadas con diferentes técnicas. Cada vez se reconoce más que las agregaciones reproductivas son sitios críticos tanto para los peces, como para los pescadores y los administradores del recurso marino, y requieren mayor investigación y administración. Sin embargo, debido sobre todo a la falta de información, la utilidad de estos sitios para administrar y monitorear los recursos pesqueros no ha sido reconocida totalmente. Con frecuencia, los sitios de agregación son remotos y estudiarlos es caro, aunque suelen ser bien conocidos por los pescadores que los descubren. La intención de este documento es simplificar y estandarizar la recolección de información en campo por razones de eficiencia y de su utilización en la gestión. Las técnicas que aquí se exponen han sido adoptadas y se encuentra en práctica en el Atlántico sur de los Estados Unidos, Belice, Honduras, Guatemala y México.

Este documento no pretende ser una guía completa sobre el tema del monitoreo de las agregaciones reproductivas y no contiene información sobre el análisis de datos y su procesamiento. Tampoco tiene información sobre ninguna ubicación geográfica específica. Este documento proporciona un menú de protocolos para ser usados en la investigación participativa por observadores y pescadores entrenados y también proporciona hojas de datos para la recolección estandarizada de información.

Las agregaciones reproductivas de peces son eventos claves en la vida de los peces: concentran todo su esfuerzo reproductivo en solo unos días del año.



Resumen de los métodos y sus usos

Este manual proporciona los métodos de campo para recolectar información para la predicción, verificación, caracterización y monitoreo de las agregaciones reproductivas. El proceso es iterativo, adaptable y continuo. Los investigadores de campo pueden utilizar distintos métodos, dependiendo de los recursos disponibles y las condiciones locales. Se pueden usar desde una metodología o combinar varias para predecir, verificar y caracterizar y se pueden usar de manera constante a lo largo del tiempo con propósitos de monitoreo. Los métodos y sus usos previstos se resumen en la Tabla 1 y se detallan más abajo. Las hojas de datos para cada método se encuentran en el Apéndice 2.

La predicción es necesaria para identificar el momento y la ubicación de los sitios si estos no son del conocimiento de los pescadores o los investigadores. Los recuentos anecdóticos de las entrevistas a pescadores (Protocolo 1) suelen ser un buen punto de partida, como también lo son las temporadas de desove conocidas para distintas especies. De manera similar, los muestreos en el sitio de arribo (Protocolo 2b) pueden utilizarse para ver si se están desembarcando peces en periodo de desove en los mercados locales y cuándo sucede. Las ubicaciones generales o posibles de las agregaciones reproductivas pueden ser esquematizadas (Protocolo 3a), y en algunos casos predichas, utili-

Los investigadores de campo pueden utilizar distintos métodos, dependiendo de los recursos disponibles y las condiciones locales.



zando imágenes satelitales, fotografías aéreas y cartas batimétricas (Protocolo 3b). Otros datos para la predicción se pueden localizar en estudios científicos publicados, reportes, artículos de divulgación y en línea. Los tomadores de decisiones y los compradores de pescado pueden ser fuente de información sobre desembarco pesquero y sobre exportaciones.

La caracterización implica la generación de mapas y descripciones sobre el uso de las distintas especies en desove en el espacio y en el tiempo. La cartografía de los sitios es muy valiosa para su caracterización (Protocolo 3a, b). Entre las evidencias indirectas de las agregaciones están el aumento de la captura durante los periodos de desove (Protocolo 2a), el aumento en la densidad de los peces en el sitio de desove y la coloración y el comportamiento de cortejo (Protocolos 4a, b, c). Si hay pesca en el sitio, se puede recolectar información sobre el desembarco y la captura por unidad de esfuerzo (Protocolo 2a) y utilizarse en los muestreos biológicos (Protocolo 2c). También se pueden hacer observaciones subacuáticas adicionales mediante distintos métodos (Protocolos 4a, b, c). La ubicación de los desembarques y las observaciones subacuáticas se pueden sobreponer a los mapas batimétricos (Protocolo 3b) para crear mapas precisos y clarificar la caracterización de los sitios.

La verificación se da sólo mediante la evidencia directa de desove ya sea por observación o grabación en video de la expulsión de gametos (Protocolos 4a, b, c) o por la documentación de ovocitos hidratados provenientes de las hembras recolectadas en el momento y la ubicación del desove (Protocolo 2c).

El monitoreo de los sitios de agregaciones reproductivas debe remitir a las necesidades de información de los gestores y puede realizarse a intervalos regulares utilizando distintas técnicas, según los recursos disponibles. La técnica de censo visual subacuática (Protocolo 4a) ha sido el método más común en el pasado, pero, a futuro, el monitoreo hidroacústico pasivo (Protocolo 5a) resulta prometedor al permitir un tipo de detección remota. Entre las técnicas emergentes para la investigación de agregaciones se encuentran la telemetría acústica, mediante la cual se implantan identificadores acústicos en los peces que son capturados y liberados en un sitio de desove y que pueden ser registrados gracias a receptores sónicos estacionarios o móviles (Protocolo 5b). Este método puede proporcionar excelentes indicadores de fidelidad al sitio y de la migración entre los sitios de desove y las áreas de distribución. De manera similar, se puede utilizar la tecnología sonar para el monitoreo de agregaciones, pero esas técnicas están fuera del alcance de este documento (Protocolo 5c).

Selección de protocolos de monitoreo apropiados

Cada área es distinta, así que los líderes de equipo deberán elegir las técnicas apropiadas para cada situación, propósito y momento. Para dirigir a los usuarios de esta guía hacia las técnicas apropiadas, se ofrece a continuación un resumen de las distintas técnicas con sus propósitos, los usuarios meta y la profundidad y claridad del agua apropiadas (Tabla 1). Los equipos suelen implementar diversas técnicas durante cada expedición. El resumen de cada viaje se facilita con la hoja de Reporte resumido del viaje de muestreo (Apéndice 2 - hoja de datos 1).

Cada área es distinta, así que los líderes de equipo deberán elegir las técnicas apropiadas para cada situación, propósito y momento.



Tabla 1. Los protocolos con sus propósitos, condiciones apropiadas, hojas de datos y usuarios meta. La clave de las abreviaturas se ubica debajo de la tabla.

Tipo de método	# de protocolo	Nombre del protocolo	Propósito y resultado esperado
Expedición		Reporte resumido del viaje	Resumir la ubicación, tiempos y equipo usados en un viaje de monitoreo e investigación cooperativa
Entrevistas con pescadores	1	Entrevistas a pescadores	Registrar y cuantificar información anecdótica para usarla en la predicción de la ubicación y la época de las agregaciones reproductivas.
Métodos dependientes de las pesquerías	2a	Desembarcos y captura según esfuerzo	Proporcionar detalles de desembarcos y esfuerzos pesqueros de sitios específicos durante los viajes de muestreo de M e IC y recolectar muestras biológicas.
	2b	Muestreo en el sitio de arribo	Documentar el tamaño, la frecuencia y el desarrollo gonadal de los peces procesados en los lugares de desembarco y así describir las temporadas de desove.
	2c	Muestreo biológico	Determinar la edad, crecimiento y estado reproductivo de los peces.
Métodos independientes de las pesquerías	3a	Cartografía preliminar del sitio	Identificar la ubicación de sitios de agregaciones reproductivas de peces en relación a puntos de referencia y batimetría.
	3b	Levantamiento batimétrico adaptable	Crear mapas batimétricos con sondas de haz simple que muestren las áreas de desove por especie.
Evaluaciones subacuáticas visuales	4a	Censo visual subacuático (CVS)	Verificar y cuantificar el número y el tamaño de los peces que conforman las agregaciones reproductivas; documentar comportamientos de cortejo y de desove.
	4b	Monitoreo subacuático con video	Registrar el comportamiento de cortejo y desove y verificar la abundancia y el rango de tamaño según CVS.
	4c	Descenso de cámara	Registrar la posición, hora y nombre de los archivos de los videos del descenso de cámara.
Tecnologías emergentes	5a	Hydroacústica pasiva	Evaluación cuantitativa del nivel de participación y los tiempos de las especies en un evento de desove; posible evidencia directa de una agregación de desove.
	5b	Telemetría acústica	Documentar el uso de los sitios de desove, la fidelidad al sitio, los tiempos de residencia, las rutas de migración y las distancias; posible evidencia indirecta de ADP.
	5c	Mapeo con sonda de haz dividido	Cuantificar la densidad de los peces y la biomasa utilizando una sonda.

Clave

Tipo de uso: predicción (P), verificación (V), caracterización (C), monitoreo (M), investigación (I)

Profundidad: somera (S) (<10m), media (M) (10-30m), profunda (P) (>30m)

Claridad del agua: baja (B) (<1m), media (M) (1-5m), alta (A) (5-15m), muy alta (MA) (>15m)

Tipo de uso	Profundidad	Claridad del agua	Hoja de datos	Usuario
V,M,C			Reporte resumido del viaje	Recolector de datos capacitado
P,V,C	S,M,P	B, M, A, MA	Observación anecdótica	Recolector de datos capacitado, pescadores
P,V,C,M	S,M,P	B, M, A, MA	Captura por esfuerzo	Recolector de datos capacitado, pescadores entrenados
P	S,M,P	B, M, A, MA	Muestreo en muelle, ciencia ciudadana.	Pescadores capacitado
V,C,M	S,M,P	B, M, A, MA	Muestreo biológico	Recolector de datos capacitado, pescadores capacitado
C	S,M,P	B, M, A, MA	Esbozo de mapa y descripción	Pescadores, o recolector de datos capacitados.
V,C	S,M,P	M, A, MA	Mapa SIG	Recolector de datos capacitado, pescadores capacitado u operador SIG
V,C,M	S,M	A, MA	Censo visual subacuático	Recolector de datos capacitado
V,C,M	S,M	M, A, MA	Bitácora de video	Recolector de datos capacitado, pescadores, buzos
V,C,M	M,P	M, A, MA	Bitácora de video	Recolector de datos capacitado, pescadores, buzos
C,M,I	S,M	B, M, A, MA	En desarrollo	Investigador capacitado
C,M,I	S,M	B, M, A, MA	En desarrollo	Investigador capacitado
C,M,I	M,P	M, A, MA	En desarrollo	Investigador capacitado



Con frecuencia, los sitios de agregación son remotos y estudiarlos es caro, aunque suelen ser bien conocidos por los pescadores que los descubren.

Entrevistas con pescadores

Protocolo 1: Entrevistas con pescadores

Propósito: Registrar y cuantificar información anecdótica para usarla en la predicción de la ubicación y la época de las agregaciones reproductivas.

Preparación: Para la entrevista, es importante tener nociones sobre qué especies, ubicaciones y épocas pueden ser familiares para el pescador. Las ayudas visuales pueden facilitar la conversación. El respeto por el pescador debe mantenerse siempre. El proceso de entrevista puede ser una parte importante en el establecimiento de colaboraciones para futuros trabajos de monitoreo cooperativos.

Lista de control de equipo

- Hoja de datos 2 “Observación anecdótica”.
- Carta náutica, imágenes satelitales y otros mapas que muestren la batimetría.
- Guía de campo de especies de peces locales.
- Tabla de las épocas de desove por especie, estación y período lunar.
- Fotos de los estadios de desarrollo gonadal.

- Fotos o videos de los comportamientos de desove de peces.
- Cámara digital.

Procedimiento

- Identificar a los pescadores dispuestos a ser entrevistados.
- Explicar las razones de la entrevista.
- Escuchar atentamente y tomar notas.
- Utilizar las guías de campo en la medida de lo necesario para confirmar la identidad de las especies, el estadio gonadal, la coloración de desove o los comportamientos de desove.
- Completar la hoja de datos “Observación anecdótica” (hoja de datos 2) apropiadamente: especies, época y ubicación de las observaciones; indicadores de desove observados; otras evidencias registradas; información física secundaria sobre corrientes, mareas y temperatura del agua.
- Solicitar fotografías y/o video para apoyar la información anecdótica.
- Tomar fotografías de toda la evidencia mostrada.
- Hacer preguntas de seguimiento detalladamente.
- Revisar la hoja de datos completa con el pescador para asegurarse de su exactitud y exhaustividad.

Procesamiento de la información tras el viaje

- Almacenar toda la información recopilada en una hoja de cálculo o una base de datos.
- Archivar las hojas de datos originales.
- Respaldar en papel y en discos duros externos.

Métodos dependientes de las pesquerías



Protocolo 2a: Desembarque y captura por unidad de esfuerzo

Propósito: Proporcionar mediciones de captura por unidad de esfuerzo pesquero en situaciones en las que un observador pueda acompañar a los pescadores mientras pescan. Esto puede proporcionar información sobre las tasas de captura así como muestras específicas del sitio/época para el muestreo biológico.

Preparación: Este método requiere que un observador o recolector de datos esté presente durante la pesca. Lo óptimo sería combinar este método con el muestreo biológico, en el que un equipo podría encontrarse en el muelle con el barco pesquero para hacer el muestreo biológico de los peces.

Lista de control de equipo

- Varias copias impresas en papel contra agua de las hojas de datos “Reporte resumido del viaje” (hoja de datos 1) y “Captura por unidades de esfuerzo” (hoja de datos 3).
- Lápices, plumas o marcadores resistentes al agua.
- Tablas de plástico con clip.
- Copias enmicadas de los protocolos impresos.
- Cámara digital, cargador, pila extra completamente cargada, tarjeta de memoria extra, cable USB, trapo de limpieza para el lente y líquido limpiador de lentes.
- GPS de mano, cargador, pila extra completamente cargada, cable USB.
- Identificadores etiquetados para peces o bridas de plástico.
- Guía de campo.

Procedimiento

- Completar una hoja de datos “Captura por unidad de esfuerzo” (hoja de datos 3) por cada sitio de pesca.
- Registrar la ubicación con el GPS, anotando el número de control de derrota (después se puede añadir la latitud y la longitud).
- Registrar las condiciones físicas del agua, la temperatura del

aire, la velocidad del viento y de la corriente, así como su dirección y la profundidad.

- Registrar el número de peces que capturados y el número de peces liberados, así como un estimado del peso total tanto de los peces liberados como de los capturados por especie.
- Marcar o etiquetar (se puede usar una etiqueta espagueti, como una etiqueta Floy o una brida de plástico rotulada) el subconjunto de peces de interés para el muestreo biológico.
- Los peces marcados no se eviscerarán sino hasta el final del viaje cuando el muestreo biológico pueda realizarse en tierra.

Procesamiento de la información tras el viaje

- Almacenar toda la información recopilada en una hoja de cálculo o una base de datos.
- Archivar las hojas de datos originales.
- Respalidar en papel y en discos duros externos.

Protocolo 2b: Muestreo en el sitio de arribo

Propósito: Documentar el tamaño, la frecuencia de especies y las observaciones visuales de las condiciones de las gónadas de los peces procesados en los sitios de arribo o en mercados. El muestreo en el sitio de arribo, hecho de manera regular, puede ilustrar las épocas y los tiempos de desove de distintas especies.

Preparación: Organice con antelación los muestreos con los pescadores o los vendedores de los mercados. El muestreo en el sitio de arribo es un trabajo arduo así que es mejor realizarlo con dos recolectores de

información como mínimo. Trate de ser lo más discreto posible y evite interrumpir la dinámica de trabajo.

Lista de control de equipo

- Varias copias impresas en papel contra agua de las hojas de datos “Muestreo en el sitio de arribo, ciencia ciudadana” (hoja de datos 4).
- Lápices, plumas o marcadores resistentes al agua.
- Tablas de plástico con clip.
- Cuchillo afilado y cuchillo con sierra.
- Básculas digitales tanto para el pescado como para las gónadas.
- Tabla para medir el pescado.
- Cámara digital, cargador, pila extra completamente cargada, tarjeta de memoria extra, cable USB, trapo de limpieza para el lente y líquido limpiador de lentes.

Procedimiento

- Acudir a la cita con los pescadores a la hora y ubicación convenidos.
- Rellenar todas las columnas de la hoja de datos “Muestreo en el sitio de arribo, ciencia ciudadana” (hoja de datos 4).
- Registrar la longitud total (LT) y longitud horquilla (LH) y el peso (Kg) de cada pez capturado.
- Registrar las observaciones visuales sobre las condiciones de las gónadas (ver glosario).
- Ocasionalmente tomar fotografías de las gónadas como documentación de respaldo de las evaluaciones visuales.

Procesamiento de la información tras el viaje

- Almacenar toda la información recopilada en una hoja de cálculo o una base de datos.
- Archivar las hojas de datos originales.
- Respalidar en papel y en discos duros externos.

Protocolo 2c: Muestreo biológico

Propósito: Determinar la edad, crecimiento y estadio reproductivo de las muestras biológicas. Este método es más valioso cuando se conocen y registran la fecha y la ubicación, que se pueden tomar de la hoja de datos “Captura por unidad de esfuerzo” (hoja de datos 3).

Preparación

- Ajustes de la cámara para la fotografía de gónadas.
- Ajuste la fecha y hora de la cámara a la ubicación de muestreo.
- Limpie la tarjeta de memoria y asegúrese de que las pilas estén completamente cargadas.
- Fije la cámara en modo macro y máxima resolución.
- Limpie el lente con un papel para limpieza de lente o un trapo suave.
- Preparación de la recolección de muestras.
- Rotule los casetes para las muestras histológicas.
- Rotule los sobres en pares.
- Prepare un frasco de muestreo con formalina tamponada al 10%.



Lista de control de equipo

- Varias copias impresas en papel contra agua de las hojas de datos “Muestreo biológico” (hoja de datos 5).
- Lápices, plumas o marcadores resistentes al agua.
- Tablas de plástico con clip.
- Cuchillo afilado y cuchillo con sierra.
- Escalpelo y hojas de repuesto.
- Cinceles de varios tamaños.
- Fórceps de varios tamaños.
- Básculas digitales tanto para los pescados como para las gónadas.
- Tabla para medir los pescados.
- Cámara digital, cargador, pila extra completamente cargada, tarjeta de memoria extra, cable USB, trapo de limpieza para el lente y líquido limpiador de lentes.
- Casetes para histología rotulados.

- Sobres pequeños para los otolitos.
- Frasco de muestreo con formalina tamponada al 10%.

Procedimientos

Antes de la disección

- Registre el número de la etiqueta, el número del punto marcado en el GPS del sitio de la captura y la especie de cada pescado.
- Mida y registre la longitud total (LT) y la longitud a la horquilla (LH).
- Pese y registre cada pescado y anote si está eviscerado o completo.

Muestras gonadales para histología

- Abra la cavidad visceral con un corte superficial desde las aletas pélvicas hasta el ano.
- Abra la cavidad para exponer los órganos internos y extraer las gónadas.
- Pese las gónadas redondeando al gramo más próximo.
- Identifique visualmente el sexo y el estado de madurez sexual.
- Haga una incisión en la gónada a dos tercios del extremo distal, aproximadamente.
- Tome un pequeño pedazo de tejido y colóquelo en un casete rotulado; la muestra no debe tener más de 3 mm de grosor y no debe ser más grande que una moneda de 1 peso; no llene el casete con tejidos; los pedazos pequeños son más útiles que los grandes para la preparación de muestras.
- Cierre el casete y deposítelo en el frasco de muestreo con formalina tamponada al 10%.



Fotografías de las gónadas

- Tome las fotografías con buena luz natural.
- Fotografíe las gónadas junto con el pescado completo para identificación y verificación del sexo.
- Registre el número de la fotografía en la hoja de datos “Muestreo biológico” (hoja de datos 5).
- Tome un acercamiento (fotografía macro) de la gónada.
- Asegúrese de que la fotografía esté bien enfocada; registre el número de la mejor fotografía macro en la hoja de datos “Muestreo biológico” (hoja de datos 5).

Muestras de otolitos sagitales

- Corte y doble el opérculo para tener acceso a las branquias.
- Corte los arcos branquiales en el punto más anterior.
- Utilice un cincel para raspar el tejido y revelar la cápsula del otolito.
- Abra la cápsula con un cincel para tener acceso a los otolitos sagitales.

- Extraiga los otolitos con un fórceps largo.
- Limpie el tejido del otolito, enjuague con agua dulce y seque.
- Coloque los otolitos en los sobres rotulados.

Procesamiento de la información y las muestras tras el viaje

- Almacenar toda la información recopilada en una hoja de cálculo o una base de datos; archivar las hojas de datos originales; crear copias de respaldo digitales y guardarlas en un disco duro externo.
- Descargar todas las fotografías y archivarlas apropiadamente en la base de datos.
- Llevar, junto con todos los datos auxiliares, el frasco que contiene los casetes con las gónadas en formalina a un laboratorio de análisis apropiado para el análisis histológico.
- Otra alternativa es, transcurridas 48 horas en la formalina, transferir los casetes a una botella de muestreo que contenga alcohol isopropílico al 70% (tapa roja) para enviarla por correo al laboratorio.
- Llevar, junto con todos los datos auxiliares, los otolitos a un laboratorio de análisis apropiado para el establecimiento de las edades.

Métodos independientes de las pesquerías

Protocolo 3a: Cartografía preliminar del sitio

Propósito: Genere borradores de mapas de manera constante, de las ubicaciones de los sitios de desove de las agregaciones de peces a partir de puntos conocidos, batimetría y las características bénticas del hábitat.

Preparación: Prepare borradores de mapas de las zonas de agregación con los datos de mayor calidad que tenga disponible y actualice o vuelva a hacer los borradores de mapas en la medida en la que adicione e información de cada sitio. Además, genere mapas base de la zona en torno al sitio de agregaciones reproductivas utilizando programas de sistemas de información geográfica (SIG), como el ArcMap de ESRI. Incluya cartas náuticas, datos batimétricos e imágenes satelitales. Los mapas deben estar referenciados geográficamente e incluir escalas y profundidades precisas. El mapa SIG puede enriquecer el borrador del mapa y viceversa. A cada mapa debe adjuntarse una descripción del sitio que aporte el contexto geográfico y descripciones detalladas de la cobertura biológica béntica y los atributos físicos del sitio.

Lista de control de equipo

- Embarcación y motor con combustible.
- GPS portátil, cargador, pila extra completamente cargada, cable USB.
- Radio VHF, bengalas, chalecos salvavidas, ancla y cuerda larga.
- 2 equipos de buceo completos: visor, aletas, esnórquel, chaleco, regulador, plomos y cinturones, reloj, profundímetro, manómetro y brújula submarino.
- Es muy recomendable una computadora de buceo por buzo.
- Equipo de seguridad de buceo con bandera de buceo, boya de seguridad tipo salchicha, silbatos, linterna o estrobo.
- Equipo de oxígeno DAN y botiquín de primeros auxilios.
- Pizarra y lápices, plumas o marcadores submarinos.
- Esbozos de mapas y mapas SIG con coordenadas y graticula, de preferencia enmicados.
- Cinta de medir submarina o cuerda marcada (50-100m).
- Flotadores pequeños.

Procedimiento para la cartografía submarina con embarcación y buzos

- Los buzos recorren el perímetro de la agregación, siendo seguidos muy de cerca por una embarcación con GPS.
- Los buzos marcan la agregación, ya sea con un cabo con pesos en el fondo o con anclas temporales que tengan boyas pequeñas.
- Desde la embarcación, se toman las coordenadas GPS para cada una de estas posiciones.

Procesamiento de la información tras el viaje

- Actualice los esbozos de mapa y los mapas SIG para mostrar la ubicación de la agregación y calcular el área.

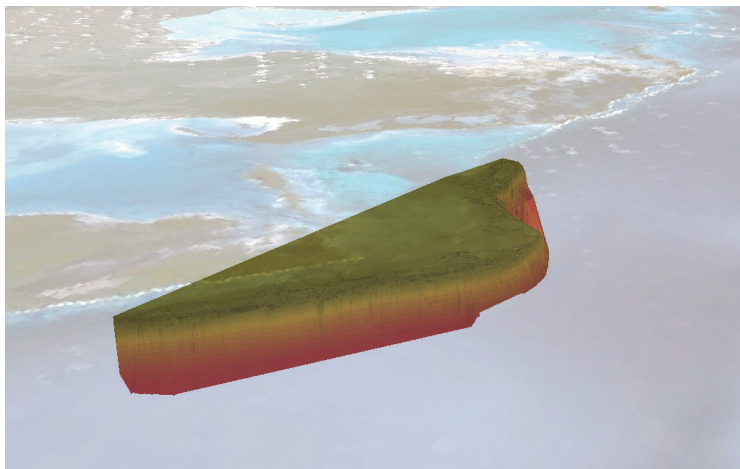
Protocolo 3b: Levantamiento batimétrico adaptable (LBA)

Propósito: Crear mapas batimétricos de los sitios de agregación utilizando una sonda de haz simple.

Preparación: Programe los levantamientos utilizando los borradores de mapa y los mapas SIG. Los levantamientos deben diseñarse para que se capture una gran densidad de puntos en las áreas en las que la pendiente varíe rápidamente (caída, pared, cantil) y con poca densidad en las otras. Se pueden generar retículas de levantamiento y subirlas al GPS portátil o al GPS con profundímetro integrado para facilitar la navegación. Se puede recolectar información adicional para las áreas que requieran mayor detalle. Es necesario contar con formación o experiencia previa en la cartografía de sitios.

Lista de control de equipo

- Embarcación y motor con combustible.
- Acumulador de 12 voltios.
- Equipo de seguridad que incluya radio VHF, bengalas, chalecos salvavidas, ancla y cuerda larga.



- Lowrance Map Sounder¹ con GPS interno y capacidad de grabación (por ejemplo, HDS)²
- Ecosonda de doble frecuencia o transductor TM260 de Airmar³.
- Tarjeta SD extraíble con al menos 16 GB de capacidad de almacenamiento.

¹ Aunque es posible utilizar otras marcas, es importante que la información se recolecte en un formato que pueda ser trasladado a coordenadas UTM estándar. Lowrance permite hacer estas conversiones fácilmente mientras que los datos de otras marcas (por ejemplo, Garmin) no son tan fáciles de decodificar.

² <http://www.lowrance.com/en-US/Products/HDS-Gen2-Touch/>

³ Recomendamos el transductor TM260 de Airmar, que se puede montar de manera permanente o ubicarse en el área baja de la sentina en la popa de la mayoría de las embarcaciones monocasca. Es mucho más poderoso y preciso que el transductor que viene con las sondas de cartografía estándar. Tiene una matriz de siete elementos dedicados de 50 kHz que produce un haz con un ángulo cónico de 19° y un gran elemento de diámetro de 200 kHz que produce un haz con un ángulo cónico de 6° y que puede penetrar hasta cerca de los 1,000 m. <http://www.airmartechology.com/uploads/brochures/TM260.pdf>

- GPS portátil, cargador, pila extra completamente cargada, cable USB.
- Borrador de mapas con plan de levantamiento.



Procesamiento del LBA tras el viaje

- Levantar datos batimétricos utilizando metodologías previamente descritas (Heyman et al. 2007).
- Guarde la información en la tarjeta SD extraíble y descárguela en una computadora para procesarla.
- La información debe convertirse a un formato de archivo .csv, analizarse y cargarse en una hoja de cálculo.
- Filtre los datos para quitar puntos inválidos.
- Quite los puntos con profundidades menores a la profundidad mínima o mayores a la profundidad máxima registradas durante el levantamiento.

- Cargue los datos en ArcGIS y utilice la interpolación Inverse Distance Weighted (IDW) para generar un modelo digital de la elevación (es decir, un mapa batimétrico) y sobreponga el mapa sobre la información existente en el SIG.
- Recolecte información batimétrica adicional en la medida de lo necesario para llenar vacíos de información y aumentar la precisión. La nueva información puede ser incorporada a la ya almacenada y volverse a interpolar para crear una nueva superficie batimétrica.

Evaluaciones subacuáticas visuales

Protocolo 4a: Censo visual subacuático (CVS) con buzo

Propósito: Cuantificar la composición en número tamaño y especies de peces de las agregaciones reproductivas a menos de 40 m de profundidad; verificar los tiempos y la ubicación de la agregación; documentar cualquier comportamiento de cortejo y de desove; evaluar los patrones cambiantes de uso del sitio para fines de monitoreo.

Preparación: Antes de cualquier censo visual subacuático, se deben revisar concienzudamente los mapas SIG y borradores de mapas que muestran la ubicación del sitio de agregación. Para los viajes subsiguientes de monitoreo, se deben revisar los detalles obtenidos durante los viajes previos de monitoreo y verificación y deben transferirse a los borradores y mapas actualizados. Es necesario que todos los recolectores de datos cuenten con formación previa en censos visuales subacuáticos.

Cada equipo deberá diseñar un plan de censo para asegurarse de que la zona completa sea inspeccionada sistemáticamente, sin contar



los peces dos veces y sin que falten peces por contar. En una sección recta a lo largo de una pendiente arrecifal, puede funcionar bien que un conjunto de buzos naden en paralelo al borde de la pared contando e inspeccionando una franja (transecto de banda). Cuando la agregación esté enclavada en un sistema de cordilleras y canales, se puede desplegar a los buzos para que cada uno inspeccione diferentes cordilleras simultáneamente. Si los buzos trabajan en equipos para contar los peces, los límites o el ancho del área que deberá ser cubierta por cada buzo deben establecerse de antemano para evitar conteos dobles. Suele ser mejor cuantificar las agregaciones avanzada la tarde. De ser posible, debe hacerse otra inmersión entre 30 y 60 minutos antes de la puesta del sol para observar los comportamientos de cortejo y de

desove. Los tiempos y el número de inmersiones quedan a discreción del jefe de equipo y el capitán de la embarcación.

Se pueden dejar en el fondo boyas pequeñas o piedras de colores para indicar los límites de la agregación y los puntos de inicio y fin de inmersiones previas y futuras. Esta técnica funciona bien con los meros en tanto muchas especies guardan fidelidad a sus áreas en el fondo durante los periodos de agregación. Los pargos y los jureles suelen vagabundear en agregaciones, por lo que se necesitarán varias inmersiones para verificar el lugar más común de agregación y para contar los peces que la componen.

Los miembros del equipo de buceo deben preparar tablas submarinas antes de la inmersión. Se debe asignar una tarea específica a cada miembro del equipo para cada inmersión. Por ejemplo:

- Estimar los rangos de tamaño y los números para una sola especie o para todas las especies.
- Tomar medidas físicas, tales como la profundidad, la temperatura, la dirección y la velocidad de la corriente.
- Tomar fotografías y/o video y observar los cambios en la coloración y el cortejo.

Lista de control de equipo

- Embarcación y motor con combustible (idealmente 2).
- Profundímetro, GPS, radio VHF, bengalas, chalecos salvavidas, ancla y cuerda larga.
- 4 equipos de buceo completos: visor, aletas, esnórquel, chaleco, regulador, pesos y cinturones, reloj, profundímetro, manómetro y brújula de buceo.
- Una computadora de buceo por buzo.

- Equipo de seguridad de buceo con bandera de buceo, boya de seguridad tipo salchicha, silbatos, linterna o estrobo.
- Equipo de oxígeno DAN.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Cámara GoPro, cargador, pila extra completamente cargada, tarjeta de memoria extra, cable USB, trapo de limpieza para el lente y líquido limpiador de lentes.
- GPS de mano, cargador, pila extra completamente cargada, cable USB.
- Tablas y lápices, plumas o marcadores submarinos.
- Copias enmicadas del protocolo.
- Esbozos de mapas y mapas GIS con coordinadas y grátícula, de preferencia enmicados.
- Cinta de medir submarina o cuerda marcada (50-100m).
- Flotadores pequeños.
- Hoja de datos 6 “Censo visual subacuático”.

Procedimiento:

Garantice la seguridad de la inmersión

- Cada equipo debe tener un plan de evacuación de emergencia establecido de antemano. Éste debe incluir la ubicación de la cámara hiperbárica más cercana y los métodos de transporte disponibles.
- Todos los equipos deben contar con un equipo de oxígeno DAN.
- En caso de accidente, el tratamiento con oxígeno debe iniciarse de manera inmediata.
- Todos los buzos deben contar con un seguro de inmersión DAN.

- Al menos un miembro de cada equipo debe estar capacitado en primeros auxilios y reanimación cardiopulmonar (RCP).
- El jefe del equipo de inmersión debe revisar el protocolo de seguridad con el equipo antes de cada inmersión y asegurarse de que todos los miembros del equipo comprenden sus papeles y los procedimientos.

Registrar las condiciones ambientales en el sitio

- Tome y registre la temperatura del aire, la velocidad del viento y su dirección (hoja de datos 6). El Kestral 2500 Weather Meter es un equipo excelente para este propósito.
- Registre las condiciones climáticas.
- Tome y registre la temperatura de la superficie y la temperatura subacuática a la profundidad a la que se encuentre la agregación. La temperatura se puede monitorear de manera constante con un registrador de temperatura *in situ* como el HOBO TidbiT® V2⁴ u otro termistor.
- Estime o mida la velocidad y la dirección de las corrientes superficiales. Los pescadores con experiencia pueden estimar con precisión la velocidad y la dirección de la corriente.
- Para medir las corrientes superficiales, coloque un correntímetro en el agua en el sitio de desove y déjelo ir a la deriva para anular la inercia.
- Registre la ubicación inicial utilizando el GPS.
- A intervalos regulares de cerca de 30 minutos, registre la ubicación del correntímetro y la hora.

⁴ <http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/utbi-001?gclid=CMyDn7mG-584CFQsbaQodNB8HRQ>

- Utilice las funciones de distancia y posición del GPS para determinar la velocidad y la dirección de la corriente.

Censo visual subacuático

- Lleve a cabo inmersiones de CVS en el sitio de desove para estimar el número y el tamaño de todos los peces de la agregación (hoja de datos 6). Registre la hora de inicio y fin y la ubicación de cada inmersión.
- Un buzo deberá coleccionar información en video (véase la siguiente sección).
- Registre los comportamientos de cortejo y desove observados (hoja de datos 6).

Procesamiento de la información del censo visual subacuático

- En cuanto se termine la inmersión, los buzos deberán trabajar juntos para compilar todos los datos recolectados durante la misma. Use las tomas de video como ayuda para cuantificar las estimaciones visuales.
- Traslade todas las medidas y los diagramas de las tablas submarinas a hojas de datos en papel.
- Almacene todos los datos de las hojas de datos en hojas de cálculo y genere respaldos.

Protocolo 4b: Monitoreo subacuático con video

Propósito: Registrar la hora de los acontecimientos previos al desove, incluyendo éste, como, cambios de color, interacciones entre individuos y comportamientos de cortejo y desove. Ayudar a calibrar las estimaciones de abundancia y rangos de tamaño por especies obtenidas mediante un CVS.

Preparación

- Seleccione una cámara y una carcasa apropiadas (GoPro, por ejemplo).
- Verifique que la hora y la fecha internas sean precisas para la ubicación del muestreo.
- Asegúrese de que la tarjeta mini-SD (de 16 GB o más) esté vacía.
- Revise que la batería ha sido cargada totalmente.
- Ajuste la cámara al modo video y apague el Pro-Tune.
- El ajuste mínimo de la resolución y los fotogramas por segundo debe ser de 1080i y 60 fps, respectivamente.
- Limpie el lente de la cámara y la carcasa con un limpiador y un trapo.
- Hoja de datos 6 “Censo visual subacuático” y hoja de datos 7 “Bitácora de video”.

Lista de control de equipo

- Cámara GoPro, cargador, pila extra completamente cargada, tarjeta de memoria extra, cable USB, trapo de limpieza para el lente y líquido limpiador de lentes.
-

Procedimiento

- Junto con el equipo de inmersión del CVS filme aspectos de la agregación de desove.
- Mientras filma, mantenga la cámara lo más fija posible. Haga sólo movimientos de enfoque muy lentos y firmes.

Procesamiento tras el viaje

- En cuanto se termine la inmersión, los buzos deberán trabajar juntos para compilar toda la información recolectada durante la misma en la hoja de datos de CVS (hoja de datos 6).
- Utilice el video para apoyar las observaciones y las notas de CVS.
- Cualquier evento u observación inusual debe ser discutido y registrado a detalle.
- Descargue todos los videos de la cámara, organícelos y archívelos y genere respaldos (hoja de datos 7).
- Convención de rotulación de videos: YYYY_MM_DD_Apellido del capitán del barco_Nombre de la GoPro. (Ejemplo. 2016_06_03_Rios_GoPro004.)
- Limpie y seque la cámara y borre la tarjeta de memoria para que esté lista para la siguiente inmersión.

Protocolo 4c: Cámara remota

Propósito: Cuantificar la composición en número y tamaño de todos los peces en una agregación sin el uso de buzos; verificar los tiempos y la ubicación de la agregación; documentar cualquier comportamiento de cortejo y de desove; y describir, monitorear y cartografiar con precisión, las características físicas y biológicas del sitio de desove. Las me-

diciones constantes se pueden usar para establecer patrones anuales o estacionales del uso del sitio para fines de monitoreo y verificación.

Se proponen dos opciones para implementar cámaras de video submarinas GoPro desde una embarcación: el V-Go Swim y el sistema de video giratorio sumergible (VGS). El V-Go Swim es de fácil y rápida implementación y sirve para propósitos de verificación del sitio. El sistema VGS ofrece un punto de observación de 360° y cuentas repetidas en tanto gira cada 2 minutos. Aunque es más caro, el VGS puede resultar más apropiado para el monitoreo.

Preparación

- Seleccione la carcasa adecuada para la implementación (VGS o V-Go Swim).
- Prepare la cámara GoPro siguiendo las instrucciones del protocolo 4b (véase arriba).
- Utilice ataduras de seguridad (por ej., bridas de plástico) en la conexión de la cámara a la carcasa.
- Fije un registrador de temperatura (TidbiT® V2, UTBI-001, por ejemplo) a la carcasa con un cincho.

Lista de control de equipo

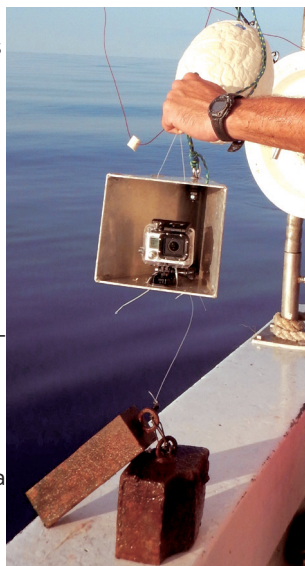
- Varias copias impresas en papel contra agua de las hojas de datos 7 “Bitácora de video”.
- Lápices, plumas o marcadores resistentes al agua.
- Tablas de plástico con clip.
- Cámara GoPro, cargador, pila extra completamente cargada, tarjeta de memoria extra, cable USB, trapo de limpieza para el lente y líquido limpiador de lentes.

- Carcasa para V-Go o VGS.
- Registradores de temperatura, estación de base, cable USB.
- GPS portátil, cargador, batería extra completamente cargada, cable USB.
- Carta náutica con la ubicación de los sitios de agregación identificados.
- Flotadores, de 5 kg de flotabilidad.
- Lastre, (9-12 kg), fijados a una línea de recuperación.

Procedimiento

Implementación de cámara V-Go o VGS

- Fije un peso de anclaje de 9-12 kg, más o menos un pie debajo de la carcasa.
- Fije una boya de 20 cm (de más o menos 5 kg de capacidad de carga) en la parte de arriba de la carcasa.
- Conecte una línea de recuperación al peso de anclaje.
- Fije la carcasa a una línea de implementación apropiada.
- Registre un punto GPS inmediatamente antes del lanzamiento de la cámara.
- Arranque la cámara y anote la hora y la posición GPS en la hoja de datos.
- Haga descender la unidad con



cuidado por el costado de la embarcación y déjela caer firmemente hasta el fondo.

- Deje que la unidad recolecte información en el fondo durante 10 minutos y luego recupérela lentamente.
- Mientras la unidad se encuentra en el fondo, trate de mantener sólo la tensión suficiente en la línea de recuperación como para que no jale hacia arriba el peso de anclaje.
- Apague la cámara tan pronto esté en la cubierta y registre la hora de finalización.
- Registre la duración de la implementación (de superficie a superficie), la profundidad, el tipo de cámara y el nombre del archivo de video (por ejemplo, GoPro0008).

Procesamiento tras el viaje:

- Descargue los video y rotúlelos con la convención establecida en el protocolo 4b.
- Organice y archive los videos y guarde copias de respaldo en discos duros externos.
- Una vez terminado, borre la tarjeta de memoria y limpie la cámara para que estén listas para el siguiente viaje de monitoreo.
- Descargue la información del registrador de temperatura y transfírela a una hoja de cálculo o base de datos y genere una copia de respaldo de los datos descargados.

Los videos se examinan en una computadora para enumerar. Se hace un conteo de peces en las primeras 10 revoluciones del sistema VGS (es decir, se repiten 10 conteos). Cada rotación sirve como una sub-muestra

o conteo repetido para la medición repetida de la densidad de peces en el sitio. De la unidad V-Go se debe derivar, para cada especie, una estimación de abundancia según el número máximo (N_{max}) de peces en un solo cuadro durante el intervalo de observación.

Tecnologías emergentes

Protocolo 5a: Monitoreo acústico pasivo

Los peces emiten sonidos de cortejo y desove que son específicos para cada especie. Las grabaciones con hidrófonos subacuáticos (como el DSG-ST Ocean Acoustic Reader⁵) de estos sonidos se han utilizado para documentar y monitorear el tiempo exacto y el momento de mayor intensidad de desove de varias especies. La ventaja de estos hidrófonos subacuáticos es que sirven como aparatos de detección remota, al monitorear las zonas de desove de manera constante durante el año y sólo requieren un cambio de baterías y la descarga de información cada 6 meses. Los receptores acústicos pasivos pueden convertirse en un componente clave del monitoreo a largo plazo de sitios de agregación de desove.

Protocolo 5b: Telemetría acústica

Estos sistemas dependen de una combinación de etiquetas sónicas implantadas en los peces que son detectadas por receptores acústicos anclados. Los dispositivos más comunes utilizan receptores Vemco VR2⁶. Cada etiqueta emite un sonido único a intervalos específicos que sirve de huella digital para cada etiqueta. Los receptores VR2 registran cada emisión (junto con la hora y la fecha) cuando las etiquetas se encuentran dentro del radio de alcance. Se han utilizado estas técnicas para demostrar la fidelidad a los sitios de desove y el uso de los sitios de desove en distintas áreas. Además, estos dispositivos pueden formar

⁵ <http://www.loggerhead.com/acoustic-dataloggers-2/>

⁶ <http://vemco.com/products/vr2w-69khz/>

parte de la Ocean Tracking Network y compartir su información sobre los movimientos de peces⁷.

Protocolo 5c. Mapeo con sonda de haz dividido

Los sistemas de sonda de haz dividido (como el Simrad EK 60⁸) permiten hacer un mapeo preciso de la densidad de los peces en el tiempo y el espacio y han sido usados para cuantificar la biomasa en sitios de desove en distintas áreas. La información obtenida en estos sondeos se puede procesar para mostrar la densidad de los peces y la biomasa en relación con las características del fondo. Los sondeos constantes pueden ser útiles para monitorear sitios de desove en el futuro. Los métodos y el equipo se encuentra fuera del alcance del presente documento.

⁷ <http://members.oceantrack.org/>

⁸ <https://www.simrad.com/ek60>

Apéndice 1: Glosario

Tabla 2. Glosario

Variable	Descripción
Información recolectada	Fecha de captura de los peces (registrar como DD/MM/AA). Utilizar los valores de la hoja "Captura por esfuerzo" para reportar la fecha de recolección en la hoja "Muestreo biológico".
Pescado eviscerado o completo	Señalar si el pescado estaba eviscerado o completo (el registro debe ser E o C) al ser medido en el muelle tras el viaje.
Peso del pescado	Registrar el peso del pescado (y las unidades) medido en el muelle tras el viaje.
No. de fotografía del pescado y la gónada y cámara	Tomar una fotografía del pescado completo con la gónada extraída y colocada a su lado. Registrar el número de la fotografía y con qué cámara fue tomada.
Gónada recolectada	Anotar si la gónada fue recolectada para estudio histológico (el registro debe ser Si o No).
No. de fotografía macro de la gónada y cámara	Tomar una foto macro de la gónada y registrar el número de la fotografía y con qué cámara fue tomada.
Estadio de la gónada: visual	Registrar el estado de desarrollo de la gónada tras la evaluación visual. Las opciones son inmaduro (I), en desarrollo temprano (DT), en desarrollo avanzado (DA), maduro y desovante (MD), post-explusión (PE) y en reposo (R).
Peso de la gónada	Registrar el peso de la gónada en gramos. Registrar si la unidad de peso es distinta.
Longitud a la horquilla (LH)	Registrar la longitud a la horquilla del pescado medido en el muelle tras el viaje y las unidades. La longitud a la horquilla se mide desde la punta de la mandíbula con la boca cerrada hasta el centro de la horquilla en la cola.
Longitud total (LT)	Registrar la longitud total del pescado medido en el muelle tras el viaje y las unidades. La longitud total se mide desde el punto más anterior de la cabeza, con la boca cerrada, a la punta más posterior de la cola cuando está comprimida o contraída, mientras el pescado reposa sobre el costado.

Variable	Descripción
Otolitos recolectados	Anotar si los otolitos fueron recolectados (el registro debe ser D, I o Ambos). Los otolitos deben lavarse con agua, secarse y guardarse en sobre debidamente rotulados.
Sexo	Anotar el sexo del pescado (el registro debe ser M o H).
Especie	Anotar la especie del pescado según el nombre común (por ejemplo, mero del caribe), según el nombre en latín (<i>Epinephelus striatus</i>) o según el código SCDNR MARMAP de la especie (si se conoce).
No. del Identificador	Anotar el número del identificador de los peces marcados a bordo, sólo para peces grandes. Use el valor de la hoja de datos "Captura según esfuerzo" para reportar el número del identificador en la hoja de datos "Muestreo biológico".
No. del punto de control de derrota	Anotar el punto de control de derrota de la ubicación en la que el pez fue capturado según el registro del GPS manual o del barco. Use el valor de la hoja de datos "Captura según esfuerzo" para reportar el número del punto de control de derrota en la hoja de datos "Muestreo biológico".

Apéndice 2: Hojas de datos

Este apéndice contiene las hojas de datos necesarias para que los científicos ciudadanos entrenados (entre los que se cuentan los pescadores y los observadores) recolecten información y la almacenen en bases de datos estandarizadas.

Tabla 3. Resumen de hojas de datos

Nombre de la hoja de datos	Usuario meta	Propósito general
Reporte resumido del viaje	Recolector de datos entrenado, pescadores entrenados	Proporcionar la ubicación, tiempo, equipo y personal de un viaje de investigación participativa y/o pesca.
Captura por esfuerzo	Recolector de datos entrenado, pescadores entrenados	Proporcionar detalles del desembarque y captura de sitios particulares durante un viaje de investigación participativa y/o pesca
Descenso de cámara	Recolector de datos entrenado, pescadores entrenados	Registrar la posición, hora y nombre de los archivos de los videos de descensos de cámara recolectados durante un viaje de investigación participativa y/o pesca.

Nombre de la hoja de datos	Usuario meta	Propósito general
Muestreo biológico	Recolector de datos entrenado	Proporcionar información biológica de peces recolectados en todos los sitios durante un viaje de investigación participativa y/o pesca (especies de interés).
Observación anecdótica	Recolector de datos entrenado, pescadores, buzos	Reportar información sobre las agregaciones, obtenida de pescadores en lugares o momentos no relacionados con el muestreo de investigación participativa y/o pesca.
Muestreo en el sitio de arribo, ciencia ciudadana	Recolector de datos entrenado, pescadores entrenados	Proporcionar información biológica de los peces en viajes no relacionados con de investigación participativa y/o pesca (especies de interés).
Censo visual subacuático	Recolector de datos entrenado, pescadores entrenados, buzos entrenados	Proporcionar estimaciones visuales cuantitativas de la distribución, tamaño y abundancia de especies e indicios de comportamiento de cortejo o desove.

Hoja de datos 1 - Reporte resumido del viaje de muestreo

Protocolo de monitoreo e investigación participativa

Nombre del proyecto: _____

Propietario del barco / nombre del capitán: _____

Nombre del barco: _____

Área del viaje: _____

Objetivos del viaje: _____

Puerto de salida (ciudad, estado, país): _____

Fecha de inicio del viaje (dd/mm/aa): _____

Fecha de finalización del viaje (dd/mm/aa): _____

Participantes a bordo: _____

Acuerdo de pago: _____

Aparejos de pesca: carrete bandit línea larga línea de mano

carrete/caña trampa arpón

Técnicas de investigación: Buceo Cámara remota

Rotor de video Sensor de temperatura Hidrófono acústico pasivo

Hidrófono acústico activo Mapeo de haz sencillo

Mapeo de haz múltiple Mapeo de haz dividido Muestreo biológico

Etiquetas de identificación Etiquetado acústico

Otro: _____

Comentarios: _____

Nombre del recolector de información: _____

Firma del recolector de información: _____

Hoja de datos 2 - Observación anecdótica

Protocolo de monitoreo e investigación participativa

Datos de contacto del observador						Datos de la ubicación de la agregación			
Nombre:						Fecha de la agregación:			
Teléfono:						Área/Sitio:			
Correo electrónico:						Latitud:			
Dirección:						Longitud:			
						Buceo o pesca:			
Indicadores de desove									
Estado gonadal según observación visual						Observaciones subacuáticas			
Hembra	I	DT	DA	MD	PE	Comportamiento de cortejo:			
Macho	I	DT	DA	MD	PE	Cambios de coloración:			
Favor de adjuntar fotografías de la gónada para verificación						Alta densidad (3X):			
I: inmaduro, DT: desarrollo temprano, DA: desarrollo avanzado, MD: maduro y desovante, PE: post-expulsión						Favor de adjuntar documentación en video o fotografía			
Especie	Números observados		Fecha y hora		Comentarios: ¿Qué viste o percibiste?				
Notas adicionales:						Datos de contacto del recolector de información			
						Nombre:			
						Teléfono:			
						Correo electrónico:			
						Fecha de llenado de la forma:			
Identificación única:									

Hoja de datos 3 - Captura por esfuerzo

Protocolo de monitoreo e investigación participativa

Capitán:	Barco:	Área/sitio:	Página:	de
Recolector de info:	Velocidad del viento:	Dirección del viento (N):	Fecha:	
Latitud:	Temperatura del aire:	Dirección actual:	No. de PCD/sitio	
Longitud:	Temperatura del mar (superficie):	Velocidad actual:	Hora de inicio (24)	
No. de pescados:	No. de anzuelos:	Profundidad:	Hora de finalización (24):	

Hoja de datos 3 - Captura por esfuerzo

Protocolo de monitoreo e investigación participativa

Información sobre la captura

Especie	No. conservados	No. desechados	Peso total conservado	Peso total desechado

Peces etiquetados

No. de etiqueta	Especie	Longitud	Peso	Conservado S/N

Identificación única: -----

Apéndice 3: Bibliografía de apoyo

- Aguilar-Perera A, Aguilar-Dávila W (1996) A spawning aggregation of Nassau grouper *Epinephelus striatus* (Pisces: Serranidae) in the Mexican Caribbean. *Environmental Biology of Fishes* 45:351–361
- Bacheler NM, Schobernd CM, Schobernd ZH, Mitchell WA, Berrane DJ, Kellison GT, Reichert MJM (2013) Comparison of trap and underwater video gears for indexing reef fish presence and abundance in the southeast United States. *Fisheries Research* 143:81–88
- Bohnsack JA, Bannerot SP (1986) A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. NOAA Technical Report NMFS 41. US Department of Commerce. 15 p
- Bonney R, Cooper CB, Dickinson J, Kelling S, Phillips T, Rosenberg KV, Shirk J (2009) Citizen Science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience* 59:977–984.
- Brown-Peterson NJ, Wyanski DM, Saborido-Rey F, Macewicz BJ, Lowre-Barbieri SK (2011) A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries* 3:52–70
- Burton ML, Brennan KJ, Muñoz RC, Parker RO Jr (2005) Preliminary evidence of increased spawning aggregations of mutton snapper (*Lutjanus analis*) at Riley’s Hump two years after establishment of the Tortugas South Ecological Reserve. *Fishery Bulletin* 103:404–410
- Claro R, Lindeman KC (2003) Spawning aggregation sites of snapper and grouper species (Lutjanidae and Serranidae) on the insular shelf of Cuba. *Gulf and Caribbean Research* 14:91–106
- Coleman FC, Koenig CC, Eklund AM, Grimes C (1999) Management and conservation of temperate reef fishes in the grouper-snapper complex of the southeastern United States. En Musick JA (ed) *Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals*. American Fisheries Society Symposium 23, Bethesda. pp 233–242

- Coleman FC, Koenig CC, Huntsman GR, Musick JA, Eklund AM, McGovern JC, Chapman RW, Sedberry GR, Grimes CB (2000) Long-lived reef fishes: the grouper-snapper complex. *Fisheries* 25:14-20
- Coleman FC, Scanlon KM, Koenig CC (2011) Groupers on the edge: shelf edge spawning habitat in and around marine reserves of the Northeastern Gulf of Mexico. *The Professional Geographer* 63:456-474
- Colin PL, Sadovy YJ, Domeier ML (2003) *Manual for the study and conservation of reef fish spawning aggregations*. Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations (SCRFA) Special Publication No. 1 (version 1.0), 98 + iii p, available online at <http://www.scrfa.org>
- Dickinson, JL, Shirk JL, Bonter DN, Bonney R, Crain RL, Martin J, Phillips T, Purcell, K (2012) The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10:291-297
- Domeier ML, Colin PL (1997) Tropical reef fish spawning aggregations: defined and reviewed. *Bulletin of Marine Science* 60:698-726
- Erickson DL, Harris MJ, Grossman GD (1985) Ovarian cycling of tilefish (*Lopholatilus chamaeleonticeps*, Goode and Bean) from the South Atlantic Bight, U.S.A. *Journal of Fish Biology* 27:131-146
- Erisman BE, Apel AM, MacCall AD, Román MJ, Fujita R (2014) The influence of gear selectivity and spawning behavior on a data-poor assessment of a spawning aggregation fishery. *Fisheries Research* 159, 75-87. DOI:10.1016/j.fishres.2014.05.013
- Erisman B, Heyman W, Kobara S, Ezer T, Pittman S, Aburto-Oropeza O, Nemeth R (2015) Location, location, aggregation: where small, well-placed management actions can yield big wins for fisheries and conservation. *Fish and Fisheries*, DOI: 10.1111/faf.12132.
- Farmer NA, Heyman WD, Karnauskas M, Kobara S, Smart T, Ballenger

J, Reichert M, Wyanski D, Tishler MS, Lindeman KC, Sedberry GR (en preparación) Prediction and verification of the timing and location of reef fish spawning activity in the Atlantic Ocean off the southeastern United States

- Farmer NA, Karnauskas M (2013) Spatial distribution and conservation of speckled hind and warsaw grouper in the Atlantic Ocean off the Southeastern U.S. PLOS ONE 8(11):e78682. doi:10.1371/journal.pone.0078682
- Fitzhugh GR, Shertzer KW, Kellison GT, Wyanski DM (2012) Review of size- and age-dependence in batch spawning: implications for stock assessment of fish species exhibiting indeterminate fecundity. Fisheries Bulletin 110:413–425
- Gaines SD, White C, Carr MH, Palumbi SR (2010) Designing marine reserve networks for both conservation and fisheries management. Proceedings of the National Academy of Sciences 107:18286–18293
- Gilmore RG, Jones RS (1992) Color variation and associated behavior in the epinepheline groupers, *Mycteroperca microlepis* (Goode and Bean), and *M. phenax* (Jordan and Swain). Bulletin of Marine Science 51:83–103
- Grüss A, Robinson J, Heppell SS, Heppell SA, Semmens BX (2014) Conservation and fisheries effects of spawning aggregation marine protected areas: what we know, where we should go and what we need to get there. ICES Journal of Marine Science, DOI:10.1093/icesjms/fsu038
- Harris PJ, Wyanski DM, Mikell PTP (2004) Age, growth, and reproductive biology of blueline tilefish along the southeastern coast of the United States, 1982–1999. Transactions of the American Fisheries Society 133:1190–1204
- Harris PJ, Wyanski DM, White DB, Mikell PP, Eyo PB (2007) Age, growth, and reproduction of greater amberjack off the southeastern U.S. Atlantic coast. Transactions of the American Fisheries Society 136:1534–1545

- Harris PJ, Wyanski DM, White DB, Moore JL (2002) Age, growth, and reproduction of scamp, *Mycteroperca phenax*, in the southwestern North Atlantic, 1979-1997. *Bulletin of Marine Science* 70(1):113-132
- Harris PJ, Wyanski DM, White DB, Moore JL (2002) Age, growth and reproduction of scamp. *Bulletin of Marine Science* 70:113-132
- Heyman WD (2016) Cooperative Research and Monitoring Program for Fish Spawning Areas in the US South Atlantic (CRMP SASA). Version 2.0, 14 February 2016. LGL Ecological Research Associates, Inc., Bryan TX.
- Heyman WD (2014) Let them come to you: Reinventing management of the snapper-grouper complex in the Western Atlantic: A Contribution to the data poor fisheries management symposium. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 66:104-109
- Heyman WD (2015) Final Report: Prediction and verification of multi-species snapper grouper spawning areas in the U.S. South Atlantic. Submitted to the South Atlantic Fishery Management Council (SAFMC) for contract SA-(14)-36. 20 May 2015. LGL Ecological Research Associates, Inc. 34 p
- Heyman WD, Kjerfve B (2008) Characterization of transient multi-species reef fish spawning aggregations at Gladden Spit, Belize. *Bulletin of Marine Science* 83:531-551
- Heyman W, Azueta J, Lara O, Majil I, Neal D, Luckhurst B, Paz M, Morrison I, Rhodes KL, Kjerfve B, Wade B, Requena N (2004) Spawning aggregation monitoring protocol for the Meso-American Reef and the Wider Caribbean. Version 2.0. Meso-American Barrier Reef Systems Project, Belize City, Belize
- Heyman WD, Ecochard JLB, Biasi F B (2007) Low-cost bathymetric mapping for tropical marine conservation—a focus on reef fish spawning aggregation sites. *Marine Geodesy*, 30(1-2), 37-50

- Heyman WD, Kjerfve B, Rhodes KL, Graham RT, Garbutt L (2005) Cuba snapper, *Lutjanus cyanopterus*, spawning aggregations on the Belize Barrier Reef over a six year period. *Journal of Fish Biology* 67(1):83-101
- Hood PB, Johnson AK (1999) Age, growth, mortality, and reproduction of vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, from the eastern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 97(4):828-841
- Johannes RE (1978) Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Environmental Biology of Fishes* 3:65-84
- Johannes RE (1998) The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore finfisheries. *Trends in Ecology and Evolution* 13:243-246
- Johannes RE, Freeman MMR, Hamilton RJ (2000) Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries* 1:257-271
- Johannes RE, Neis B (2007) The value of an anecdote. En Haggan N, Neis B, Baird I (eds) *Fishers' knowledge in fisheries science and management*. UNESCO Publishing, Paris, pp 41-58
- Kobara S, Heyman WD (2008) Geomorphometric patterns of Nassau grouper (*Epinephelus striatus*) spawning aggregation sites in the Cayman Islands. *Marine Geodesy* 31(4):231-245
- Kobara S, Heyman WD (2010) Sea bottom geomorphology of multi-species spawning aggregation sites in Belize. *Marine Ecology Progress Series* 405:243-254
- Kobara S, Heyman WD, Pittman SJ, Nemeth RS (2013) Biogeography of transient reef fish spawning aggregations in the Caribbean: a synthesis for future research and management. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 51:281-326
- Koenig CC, Stallings CD (2015) A new compact rotating video system for rapid survey of reef fish populations. *Bulletin of Marine Science*

90(3): DOI: <http://dx.doi.org/10.5343/bms.2015.1010>

- Koenig CC, Coleman FC, Grimes CB, Fitzhugh GR, Scanlon KM, Gledhill CT, Grance M (2000) Protection of fish spawning habitat for the conservation of warm-temperate reef-fish fisheries of shelf-edge reefs of Florida. *Bulletin of Marine Science* 66:593–616
- LGL Ecological Research Associates (LGL) (2015) Cooperative prediction and verification of multi-species spawning aggregations at Georgetown Hole: summary of results from 2014. Reporte enviado al South Atlantic Fisheries Management Council, 9 June 2015. LGL Ecological Research Associates, Inc., Bryan, Texas.
- Lindeman KC, Pugliese R, Waugh GT, Ault JS (2000) Developmental patterns within a multispecies reef fishery: management applications for essential fish habitats and protected areas. *Bulletin of Marine Science* 66:929–956
- Lowerre-Barbieri SK, Ganius K, Saborido-Rey F, Murua H, Hunter JR (2011) Reproductive timing in marine fishes: variability, temporal scales, and methods. *Marine and Coastal Fisheries* 3:71–91
- Mackinson S, Nøttestad L (1998) Combining local and scientific knowledge. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 8:481–490
- Mallet D, Pelletier D (2014) Underwater video techniques for observing coastal marine biodiversity: a review of sixty years of publications (1952–2012). *Fisheries Research* 154:44–62 <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2014.01.019>
- Mann DA, Locascio JV, Coleman FC, Koenig CC (2009) Goliath grouper *Epinephelus itajara* sound production and movement patterns on aggregation sites. *Endangered Species Research* 7:229–236
- Matheson RH III, Huntsman GR, Manooch CS III (1986) Age, growth, mortality, food and reproduction of the scamp, *Mycteroperca phenax*,

collected off North Carolina and South Carolina. *Bulletin of Marine Science* 38:300-312

- McGovern JC, Wyanski DM, Pashuk O, Manooch CS III, Sedberry GR (1998) Changes in the sex ratio of Gag, *Mycteroperca microlepis*, from the Atlantic coast of the southeastern United States during 1976-1995. *Fishery Bulletin U.S.* 96:797-807
 - McGovern JC, Sedberry GR, Meister HS, Westendorff TM, Wyanski DM, Harris PJ (2005) A tag and recapture study of gag *Mycteroperca microlepis*, off southeastern U.S. *Bulletin of Marine Science* 76(1):47-59
 - Meadows MST (2012) Spawning indicators of snappers (Lutjanidae) on the east coast of Florida determined from commercial and recreational fisher surveys. M.S. Thesis, University of Florida, Melbourne, 105 p
 - Murawski SA, Brown R, Lai HL, Rago PJ, Henderson L (2000) Large-scale closed areas as a fishery-management tool in temperate marine systems: the Georges Bank experience. *Bulletin of Marine Science* 66:775-798
 - Neis B, Schneider DC, Felt L, Haedrich RL, Fischer J, Hutchings JA (1999) Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resource users? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56:1949-1963
 - Nemeth RS (2005) Population characteristics of a recovering US Virgin Islands red hind spawning aggregation following protection. *Marine Ecology Progress Series* 286:81-97
- National Research Council (NRC) (2014) *Evaluating the effectiveness of fish stock rebuilding plans in the United States*. National Academies Press, Washington, 143 p
- Padgett SM (1997) *Age, growth and reproductive biology of the white grunt, Haemulon plumieri, along the southeast Atlantic coast of the United States*. M.S. Thesis, College of Charleston, 61 p
 - Pet JS, Mous PJ, Rhodes K, Green A (2006) *Introduction to monito-*

ring of spawning aggregations of three grouper species from the Indo-Pacific. A manual for field practitioners. Version 2.0 (January 2006). Publication from The Nature Conservancy Coral Triangle Center, Sanur, Bali, Indonesia. 98 p.

- Rhodes KL, Sadovy Y (2002) Temporal and spatial trends in spawning aggregations of camouflage grouper *Epinephelus polyphkadion*, in Pohnpei, Micronesia. *Environmental Biology of Fishes* 63:27–39
- Rowell TJ, Nemeth RS, Scharer MT, Appeldoorn RS (2015) Fish sound production and acoustic telemetry reveal behaviors and spatial patterns associated with spawning aggregations of two Caribbean groupers. *Marine Ecology Progress Series* 518:239–254
- Russell MW, Sadovy de Mitcheson Y, Erisman BE, Hamilton RJ, Luckhurst BE, Nemeth RS (2014) *Status report – world’s fish aggregations 2014*. Science and Conservation of Fish Aggregations, California USA. International Coral Reef Initiative
- Sadovy de Mitcheson Y, Erisman BE (2012) The social and economic importance of aggregating species and the biological implications of fishing on spawning aggregations En Sadovy de Mitcheson Y, Colin PL (eds) *Reef fish spawning aggregations: biology, research and management*. Springer, New York, pp 225–284
- SAFMC (South Atlantic Fishery Management Council) (2012) MPA Expert Workgroup Meeting Overview, May 16–17, 2012, Mighty Eighth Air Force Museum, Pooler, GA Version: 6-1-2012. South Atlantic Fishery Management Council, North Charleston, available online at <http://www.safmc.net/LinkClick.aspx?fileticket=5C1IM4ndCp8%3d&tabid=404>
- SAFMC (South Atlantic Fishery Management Council) (2013) MPA Expert Workgroup Meeting II Overview, February 4–6, 2013, Crowne Plaza, North Charleston, SC, Draft: 2-26-13. South Atlantic Fishery Manage-

ment Council, North Charleston, available online at <http://www.safmc.net/LinkClick.aspx?fileticket=00o5AINDZqM%3d&tabid=766>

- SAFMC (South Atlantic Fishery Management Council) (2015) Snapper Grouper Amendment 36 (Special Management Zones) Decision Document. South Atlantic Fishery Management Council, North Charleston, available online at <http://safmc.net/resource-library/snapper-grouper-amendment-36>.
- Schärer MT, Nemeth ML, Rowell TJ, Appeldoorn RS (2014) Sounds associated with the reproductive behavior of the black grouper (*Mycteroperca bonaci*). *Marine Biology* 161:141-147
- Schärer MT, Rowell TJ, Nemeth MI, Appeldoorn RS (2012) Sound production associated with reproductive behavior of Nassau grouper *Epinephelus striatus* at spawning aggregations. *Endangered Species Research* 19:29-38
- Schobernd ZH, Bacheler NM, Conn PB, Trenkel V (2014) Examining the utility of alternative video monitoring metrics for indexing reef fish abundance. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 71:464-471
- Schobernd CM, Sedberry GR (2009) Shelf-edge and upper-slope reef fish assemblages in the South Atlantic Bight: habitat characteristics, spatial variation, and reproductive behavior. *Bulletin of Marine Science* 84:67-92
- Sedberry GR, Cooksey CL, Crowe SF, Hyland J, Jutte PC, Ralph CM, Sautter LR (2004) *Final report: characterization of deep reef habitat off the southeastern U.S., with particular emphasis on discovery, exploration and description of reef fish spawning sites*. SCDNR Marine Resources Research Institute, Charleston 76 p
- Sedberry GR, Pashuk O, Wyanski DM, Stephen JA, Weinbach P (2006) Spawning locations for Atlantic reef fishes off the southeastern U.S. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 57:463-514

- Silvano RAM, Maccord PFL, Lima RV, Begossi A (2006) When does this fish spawn? Fishermen's local knowledge of migration and reproduction of Brazilian coastal fishes. *Environmental Biology of Fishes* 76:371-386.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10641-006-9043-2>
- Taylor JC (ed) (2006). *Emerging technologies for reef fisheries research and management*. NOAA Professional Paper NMFS 5, 116 p
- Taylor JC, Eggleston DB, Rand PS (2006) Nassau grouper (*Epinephelus striatus*) spawning aggregations: hydroacoustic surveys and geostatistical analysis. En JC Taylor (ed) *Emerging technologies for reef fisheries research and management*. NOAA Professional Paper NMFS 5, p. 18–25
- Whaylen L, Pattengill-Semmens CV, Semmens BX, Bush PG, Boardman MR (2004) Observations of a Nassau grouper, *Epinephelus striatus*, spawning aggregation site in Little Cayman, Cayman Islands, including multi-species spawning information. *Environmental Biology of Fishes* 70:305–313
- White DB, Palmer SM (2004) Age, growth, and reproduction of the red snapper, *Lutjanus campechanus*, from the Atlantic waters of the southeastern U.S. *Bulletin of Marine Science* 75:335–360
- Wyanski DM, White DB, Barans CA (2000) Growth, population age structure, and aspects of the reproductive biology of snowy grouper, *Epinephelus niveatus*, off North Carolina and South Carolina. *Fishery Bulletin* 90(1):198-218
- Ziskin GL, Harris PJ, Wyanski DM, Reichert MJM (2011) Indications of continued overexploitation of speckled hind along the Atlantic coast of the southeastern United States. *Transactions of the American Fisheries Society* 140:384–439





Protocolos de monitoreo e investigación participativa para agregaciones reproductivas de peces en México, se terminó de imprimir el día 15 de enero de 2018, en los talleres de LSC Communications, Cerrada de Galeana #26 Fracc. Industrial la Loma, Tlalnepantla, Estado de México, el tiraje costa de 100 copias.