

UC San Diego

Technical Reports

Title

Manual de Monitoreo Biológico-Pesquero de curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*)

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/2rg0428c>

Authors

Osorio, Ismael M
Arango, Gustavo H
Erisman, Brad
[et al.](#)

Publication Date

2013

Copyright Information

This work is made available under the terms of a Creative Commons Attribution-NonCommercial License, available at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



MANUAL DE MONITOREO BIOLÓGICO-PESQUERO DE CURVINA GOLFINA

(CYNOSCION OTHONOPTERUS)



Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación A.C.

MANUAL DE MONITOREO BIOLÓGICO-PESQUERO DE CURVINA GOLFINA

(CYNOSCION OTHONOPTERUS).

Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación A.C.



Gulf of California Marine Program
Center for Marine Biodiversity and Conservation,
Scripps Institution of Oceanography



Este es el manual oficial de instrucciones del protocolo de monitoreo biológico-pesquero utilizado por el Programa del Golfo de California. Esta publicación debe ser citada de la siguiente manera:

Mascareñas I., G. Hinojosa, B. Erisman, O. Aburto-Oropeza. 2013. Manual de Monitoreo biológico-pesquero de curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*). CBMC-SIO. 28 pp.

ISBN: 978-1-4951-2220-0

Información de contactos:

M. en C. Ismael Mascareñas Osorio
Calle del Pirata 420, Col Benito Juárez, La Paz BCS, México
Tel: +52 (612) 1461765
Email: ismael.mascareñas@gocmarineprogram.org

Dr. Brad Erisman (Especialista en biología reproductiva y evaluaciones pesqueras)
Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego
9500 Gilman Drive, La Jolla, CA 92093-0202
Tel: (858) 822-3765
Email: berisman@ucsd.edu

Website: <http://www.gocmarineprogram.org/>

Agradecemos el apoyo otorgado por el sector pesquero de El Golfo de Santa Clara, Sonora, así como de San Felipe y la comunidad indígena Cucapá en Baja California. A nuestro equipo comunitario del Alto Golfo de California quienes trabajan todos los días generando información. Además, agradecemos el apoyo a la Walton Family Foundation, David and Lucile Packard Foundation, EDF de México y WWF Programa Golfo de California.

Diseño: Astrid Domínguez Guerrero.
Fotografía: Octavio Aburto, Brad Erisman



PREFACIO

La conservación de la biodiversidad marina es considerada necesaria para asegurar la salud y funcionalidad de los ecosistemas. Sin embargo, el reto más importante es lograr conservar los recursos pesqueros al mismo tiempo que aseguramos una fuente alimenticia para la población, así como un sostén económico para las comunidades costeras. Este protocolo de monitoreo fue diseñado por el Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación A.C. y el Instituto de Oceanografía de Scripps durante el estudio de las especies de escama de importancia económica en el Golfo de California. Se utiliza a la Curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*) para ejemplificar el uso de la información y metodologías que aquí se presentan.

Para lograr un entendimiento y dominio de las técnicas descritas en el presente protocolo, se recomienda impartir talleres o sesiones de entrenamiento antes de realizar el monitoreo biológico descrito en estas páginas. Resaltamos la importancia de la participación de la comunidad local, especialmente los pescadores, durante la generación de información científica. Las actividades de monitoreo son oportunidades para crear procesos participativos que involucren a las comunidades en la investigación y, más adelante, el diseño de estrategias de manejo de los recursos pesqueros. Se puede encontrar información adicional y más detallada en los materiales de referencia, así como en la página web del Programa del Golfo de California: www.gocmarineprogram.org.

INTRODUCCIÓN

Para comprender de manera integral el funcionamiento de los ecosistemas marinos, es importante entender y cuantificar cómo los factores ambientales y antropogénicos afectan los procesos biológicos de las especies, principalmente aquellos relacionados con las actividades pesqueras. Esto nos permitirá diseñar estrategias de manejo que cuiden el balance entre un aprovechamiento responsable de los recursos pesqueros y el sustento económico de las comunidades que dependen de la pesca.

Como en muchas otras partes del mundo, las pesquerías artesanales del Golfo de California están conformadas por varias especies que son aprovechadas a lo largo del año. El Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación A.C. (CBMC) ha trabajado en el Golfo de California desde hace más de 15 años y hemos logrado establecer importantes vínculos entre nuestro equipo y actores involucrados en el aprovechamiento, manejo y protección de los recursos marinos (pescadores, comercializadores, investigadores, dependencias federales).

El equipo conformado por el CBMC y el Instituto de Oceanografía de Scripps (SIO por sus siglas en inglés) ha generado material didáctico que utilizamos durante sesiones de capacitación de quienes colaboran con nuestro equipo y nuestra investigación. El material abarca temas como identificación de especies, identificación de fases de madurez gonádicas e instrucciones para obtener biometrías (tallas, peso). La identificación de fases de maduración gonádica permitirá identificar las temporadas de reproducción de las especies, mientras que la información de biometrías ayudará a determinar características de las poblaciones de especies y es necesaria para los modelos pesqueros. El análisis conjunto de la información ayudará a conocer, entender y describir los procesos clave en los ciclos de vida de las especies de peces.

Este protocolo es el resultado de nuestra experiencia de trabajo en distintos sitios a lo largo del Golfo de California. La metodología y la logística se han modificado y mejorado de acuerdo a las necesidades y retos que el equipo CBMC-SIO ha enfrentado. En aras de mantener un proceso de aprendizaje colectivo, este documento describe en detalle los pasos necesarios para coordinar un programa de monitoreo biológico-pesquero. La información que se genere a través de los métodos aquí descritos será precisa y cumplirá con estándares científicos rigurosos; el detalle de la misma ayudará evaluar la salud de las poblaciones de las especies y conocer las características de sus pesquerías.

ANTECEDENTES

El CBMC y el SIO iniciaron en 2009 con el estudio de la Curvina Golfina (*Cynoscion othonopterus*) principalmente con dos comunidades del al región del Alto Golfo de California (Golfo de Santa Clara, Sonora y la Comunidad Cucapá del Indiviso, en Baja California). Para este estudio en particular se incluyeron los siguientes objetivos: 1) Sintetizar y analizar información generada sobre la biología y pesquería de la Curvina Golfina; 2) Generar información detallada sobre la biología reproductiva, así como los patrones de movimiento de esta especie durante su migración; 3) Monitorear las actividades pesqueras de la especie, así como las actividades sociales asociadas a la pesquería; 4) Trabajar en colaboración con diferentes grupos para establecer foros de discusión entre los diferentes actores (pescadores, autoridades y ONG's) y ayudar a generar diferentes escenarios ecológicos, económicos y sociales.

Inicialmente todas nuestras actividades se diseñaron para trabajar con los productores pesqueros del Golfo de Santa Clara, sin embargo a través de presentaciones realizadas por el CMBC se pudo ampliar nuestra red de colaboración para incluir Cooperativas Pesqueras Cucapá y de San Felipe, B.C. A través de la invitación por parte de líderes Cucapá comenzamos a trabajar dentro de la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera. Esto nos ha permitido estudiar de manera muy directa la biología reproductiva de la curvina golfina, conocer los procesos ecológicos importantes en la zona y entender la dinámica pesquera de la flota ribereña que utiliza los canales del Río Colorado para desarrollar su actividad. Este proyecto colaborativo es el primer proyecto en el cual las cooperativas Cucapá permiten a un grupo de investigadores científicos involucrarse de manera tan íntima en sus actividades pesqueras. En el caso de San Felipe, la atención se ha enfocado en especies como la curvina golfina, otras especies de curvina, sierra y el chano.

Objetivos y Metas

El objetivo principal de este manual es proveer una metodología eficiente pero sencilla de trabajo de campo. Esta es una guía práctica para la colecta de información biológica y pesquera que podrá ser utilizada en el diseño de estrategias de manejo de recursos naturales. Específicamente el objetivo es sentar las bases para la estandarización de la recopilación de datos pesqueros y biológicos que después puedan ser utilizados por diferentes instituciones de investigación, dependencias federales u organizaciones de la sociedad civil.

OBTENCIÓN DE DATOS PESQUEROS

A. Captura y Esfuerzo pesquero

En **Biología pesquera** hay dos términos básicos fundamentales que es importante entender. La **Captura**, que es el número o peso (volumen) total de individuos extraídos por la pesca en un lugar determinado. El **Esfuerzo** es una medida de intensidad de las actividades pesqueras (ej. horas o días de trabajo, número de anzuelos, número de lances, etc (Sparre y Venema, 1997)). Es de gran importancia entender ambos términos ya que nos ayudan a calcular índices importantes como la **densidad o tamaño poblacional** y la **mortalidad causada por pesca**, ambos términos. Al combinar la captura y el esfuerzo se obtiene la **Captura Por Unidad de Esfuerzo** (CPUE) (Tabla 1). Este generalmente se calcula con datos que provienen de una porción de la pesquería. En muchos casos la CPUE es considerada como un índice de la densidad o tamaño poblacional ya que con frecuencia es importante contar con alguna medida del tamaño de la población que sea fácil de calcular.

La frecuencia de recopilación de los datos de captura depende de la fineza de los análisis que se quieran realizar; este manual se enfoca en la obtención de datos mensuales o diarios. Es importante tomar en cuenta la disponibilidad de datos ya que estos a su vez están relacionados a la disponibilidad de recursos pesqueros dependiendo la temporada de pesca. Los datos más detallados de captura provienen de fuentes de información no oficiales como los registros de captura de compradores o comercializadores; en ocasiones estos datos de captura se pueden relacionar a cada embarcación. Los datos oficiales son los que se reportan en el “**aviso de arribo**” y que brindan información de 2 o 3 días juntos de captura por embarcación.

Dependiendo de la complejidad de la investigación, la cantidad de variables a considerar para el cálculo del esfuerzo y de la captura será distinta. A continuación en las **Tablas 1 y 2** se describen algunas de las variables que pueden ser consideradas para la obtención de estos parámetros.

Variable	Consideraciones
Sitio, zona o área de captura	Escribir lo más específico posible la posición en la que se realizó la actividad pesquera.
Fecha	Escribir la información específica (día, mes, año) en columnas separadas para cada viaje de pesca.
Especie objetivo	Nombre común y científico de la especie capturada.
Captura (kg)	Cantidad en peso (kg) o en número de individuos capturados por viaje de las especies objetivo.
Captura total (kg)	Cantidad total en peso (kg) o en número de individuos capturados por especie incluyendo las especies objetivo y la pesca incidental.
Tallas de la captura	Longitudes de las especies objetivo y de las especies incidentales.
Precio (pesos, dlls)	Cantidad pagado en playa al pescador el día en que fue vendido el producto.
Arte de pesca	Tipo de arte utilizado para la captura del producto: <ul style="list-style-type: none"> - Red de enmalle o agallera. - Red de arrastre. - Línea y anzuelo. - Palangre o Cimbra. - Potera. - Trampa.
Dimensión del arte de pesca	Características físicas del arte de pesca: la longitud y ancho de la red, número de anzuelos, número de trampas, luz de malla, etc.
Tipo y capacidad del motor	Potencia del motor (ej. 200HP, 150HP, etc.) utilizado. Tipo de motor: si es fuera de borda, dentro de borda, etc.
Tipo de embarcación	Tipo de embarcación que realizó la captura (ej. barco, panga, canoa, balsa, etc.). Longitud de la embarcación.
Viajes	Número de salidas realizadas por día.
Tripulantes	Número de personas en la embarcación.
Inicio y final de la jornada de trabajo	Anotar la hora cuando inicia y termina día de trabajo. Se puede ser más específico anotando el tiempo efectivo de trabajo del arte de pesca.
Lugar de desembarque	Escribir el sitio donde arribó la embarcación con la captura.
Equipo electrónico o extras	Anotar si la embarcación cuenta con GPS, sonar o algún otro aparato como grúa, rodillos hidráulicos, contenedor especial para mantener fresca la captura, etc.

Tabla 1. Variables que pudieran ser consideradas para calcular captura y esfuerzo pesquero.

Arte de pesca	Medida de Esfuerzo	Descripción
Red de enmalle o agallera	Tamaño Tiempo (hrs.) Lances Viajes	- Longitud y ancho total de la red (expresada en metros o metros cuadrados). - Número de horas que dura el arte de pesca en el agua. - Total de veces que se ha lanzado el arte independientemente si hubo captura o no. - Total de veces que la embarcación salió a trabajar en un mismo día.
Red de cerco	Tiempo (hrs.) Lances Viajes	- Número de horas que dura el arte de pesca en el agua. - Total de veces que se ha lanzado el arte independientemente si hubo captura o no. - Total de veces que la embarcación salió a trabajar en un mismo día.
Red de arrastre (redes camaroneras)	Tamaño Tiempo (hrs.) Lances Viajes	- Longitud del cono y diámetro de apertura de boca de la red (expresada en metros). - Duración de arrastre. - Total de veces que se realiza un arrastre independientemente si hubo captura o no. - Total de veces que la embarcación salió para realizar la jornada de trabajo pesquero en un día. En el caso de barcos de altura no aplica.
Red de tiro	Lances	- Total de veces que se ha lanzado el arte independientemente si hubo captura o no.
Palangre o cimbra	Tamaño (metros) Tiempo (hrs.) Unidad de pesca Lances	- Longitud total de la línea que contiene los anzuelos. - Horas en las que el arte de pesca ha estado en el agua. - Número de anzuelos utilizados en el arte de pesca. - Total de veces que se ha lanzado el arte independientemente si hubo captura o no.
Línea y anzuelo	Tiempo (hrs.) Unidad de pesca Lances	- Cantidad de horas en las que el arte de pesca ha estado en el agua. - Número de anzuelos utilizados en el arte de pesca. - Total de veces que se ha lanzado el arte independientemente si hubo captura o no.
Caña	Tiempo (hrs.)	- Cantidad de horas en las que el arte de pesca ha estado en el agua.
Poteras	Tiempo (hrs.)	- Total de horas en las que el arte de pesca ha estado en el agua.
Trampas	Tiempo (hrs.) Unidad de pesca Lances	- Cantidad de horas en las que el arte de pesca ha estado en el agua. - Número de trampas utilizadas. - Total de veces que se ha lanzado el arte independientemente si hubo captura o no.

Tabla 2. Variables que pudieran ser consideradas para determinar esfuerzo pesquero de acuerdo al arte de pesca.



B. Fuentes de Información Pesquera

Cualquier análisis de carácter pesquero requiere de generar, recopilar e integrar cierto tipo de datos que nos permita calcular indicadores útiles para orientar la toma de decisiones acorde a las necesidades ambientales, sociales y económicas en un área determinada (FAO, 2001). Por lo tanto, la metodología a aplicar y los datos a obtener deben estar enfocados hacia la generación de estos indicadores. Generalmente los indicadores de salud o de estado de las pesquerías requieren datos con series de tiempo prolongadas que permitan identificar puntos de referencia útiles para comparar el antes y después de las producciones de cualquier actividad pesquera. La meta es realizar un aprovechamiento razonable de los recursos, manteniendo la producción constante, la rentabilidad económica y la conservación de los recursos y ambientes (FAO 2001).

En este protocolo, la recopilación de información pesquera incluye varias fuentes de obtención de datos como los datos de CONAPESCA (registros oficiales), cooperativas, registros personales y de compradores/comercializadores (registros no oficiales). Por lo general, los datos considerados como no oficiales carecen de un formato en particular, por lo que el tipo de información que se genera suele variar de un año a otro, entre cooperativas y personas. Debido a estas diferencias es importante que el investigador haya seleccionado los indicadores que busca definir para así saber qué fuente (oficial o no oficial) es la más adecuada para sus objetivos. A continuación describiremos la utilidad de cada una de las fuentes.

Datos Oficiales

La dependencia oficial encargada de la recolección de datos pesqueros en México es la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) a través del **aviso de arribo** (Tabla 3). El aviso de arribo es el documento oficial en el que se reporta en un máximo de 72 horas a la autoridad los volúmenes de captura obtenidos por especie durante una jornada o día de pesca. Generalmente se utilizan para obtener las **capturas totales** de un recurso en particular, ya sea de manera mensual o anual. También se pueden utilizar para hacer cálculos, aunque no tan específicos, del **esfuerzo** y la **CPUE**. Entre las desventajas de utilizar solamente la información de los avisos de arribo están: los datos no son muy detallados; las capturas registradas pueden ser la suma de dos o más días y pueden pertenecer a más de una embarcación; pese a que en el arribo dice que se debe capturar el nombre de la especie sólo se utiliza el nombre común y parte de los problemas es que se pueden englobar a más de una especie con el mismo nombre común.

Campo (Variable)	Descripción
Folio	Código alfanumérico único por aviso de arribo.
Lugar y fecha	Datos del sitio, día, mes y año de la entrega del arribo.
Hora de llegada	Tiempo en el que se llegó a puerto.
Hora de arribo	Tiempo en el que se da aviso a la oficina.
Periodo que ampara	Número de días que se están reportando en el aviso.
Sitio de desembarque	Lugar donde se llegó a puerto.
Nombre o razón social del permisionario, concesionario o autorizado	Nombre del dueño del permiso o cooperativa que realiza la captura.
Clave R.N.P.	Número del registro nacional de pesca.
Número de embarcaciones que operaron	Total de embarcaciones que contribuyeron a la captura que se está registrando.
Lugar de captura	Sitio aproximado donde se realizó la captura.
Zona de captura	Área de captura: L (litoral). B (bahías). E (embalses). C (continental).
Número de días efectivos de trabajo de pesca	Total de días efectivos en que se obtuvo captura.
Especie, presentación y preservación	Nombre común de la especie, forma en que se vende el producto (ej. descabezado, entero, eviscerado, tronco etc.) y como se mantiene el producto en buen estado (congelado, fresco, salado, etc.)
Permiso concesión o autorización:	Número de permiso, fecha en que se expidió el permiso y su vigencia.
Peso en kilogramos	Captura en kilogramos
Precio por kilogramos	Precio que se paga el kilo al pescador.
Total	Cantidad total de captura y ganancia económica que se reportan.

Tabla 3. Información incluida en el aviso de arribo manejado por CONAPESCA.

Datos de cooperativas, registros personales y compradores

Las cooperativas pesqueras, compradores y comercializadores mantienen un registro de los volúmenes de captura que manejan con el objetivo de mantener un orden en sus operaciones administrativas (pagos a socios, control interno de compra-venta, etc.). Una de los formatos utilizados son las **notas de báscula** (Tabla 4) o **bitácoras personales**. A diferencia del aviso de arribo, éstas son más específicas en cuanto a las capturas (se tiene información diaria) por embarcación. Estos datos son útiles para el cálculo de CPUE diario por embarcación, debido a que cada dueño de embarcación vende su producto al comprador. También son útiles para indirectamente identificar corridas de peces, patrones de desove, dinámicas de actividad pesquera, etc.

Campo (Variable)	Descripción
Folio	Código alfanumérico único por nota de báscula.
Lugar y fecha	Satos del sitio, día, mes y año de la venta del producto.
Recibidor	Nombre de la persona quien recibe el producto y llena la nota de báscula.
Nombre o razón social del permisionario, concesionario o autorizado	Nombre del dueño del permiso o cooperativa que realiza la captura.
Número de embarcaciones que operaron	Total de embarcaciones que contribuyeron a la captura que se está vendiendo.
Producto	Nombre común de la especie
Peso en kilogramos	Captura total del recurso en kilogramos.
Precio por kilogramos	Precio que se paga el kilo del producto en ese día en particular.
Total	Cantidad total de captura y pago realizado al pescador.

Tabla 4. Datos que conforman la nota de báscula.

OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Hablar de pesquerías es hablar de extraer una porción de la población de cualquier organismo acuático. Por ello es de gran importancia entender los procesos biológicos que son afectados por la actividad pesquera, y es necesario utilizar la información disponible para diseñar estrategias de manejo adaptativo para las pesquerías (Holden y Riatt, 1975). Para cualquier estudio de tipo pesquero es necesario generar información básica de carácter biológico como tallas, pesos, sexo, madurez, etc. (Tabla 5) Con información biológica podremos conocer los ciclos de vida de las especies y comprender los efectos directos de la pesquería sobre las poblaciones de los recursos.

Debido a que es imposible muestrear todos los individuos de una población, es necesario obtener una muestra aleatoria que sea representativa de toda la población a estudiar. Los métodos de muestreo más comunes en monitoreos biológico-pesqueros son (a) el estratificado y (b) por etapas. El primero divide la muestra total en estratos o secciones previamente establecidas, cada uno de los cuales es muestreado y analizado por separado (ej. muestras de peces pequeños, medianos y grandes). El muestreo **por etapas** a diferencia del método anterior divide el muestreo en varias fases, de los cuales se toman varias muestras (Ej. muestras de 10 embarcaciones por comunidad diariamente por una semana), la ventaja de este tipo de muestreo es que se puede realizar en varias etapas o fases, además se pueden realizar muchos muestreos con pocos organismos lo que facilita muchas veces el muestreo biológico (Gulland, 1966 y 1971).

En un monitoreo biológico de peces se genera información sobre la actividad de desove, talla de madurez sexual, fecundidad, tasa de crecimiento, estructura de la población etc. Toda esta información, junto con datos de desembarques y esfuerzo pesquero, se integra a modelos y análisis para estimar el tamaño de las poblaciones de peces y determinar los niveles de rendimiento máximo sostenible. Esto permitirá diseñar y establecer reglas para un control de las capturas y garantizar la salud a largo plazo de la pesca y de las poblaciones de peces (Holden y Riatt, 1975).

Nuestro trabajo nos ha permitido reconocer que los monitoreos biológicos son una oportunidad para involucrar a los pescadores y que conozcan más sobre la biología de las especies que aprovechan. Además, ofrece una plataforma para dialogar sobre las actividades de pesca, el impacto que los equipos y técnicas de pesca pueden afectar a las especies capturadas, y cómo modificar éstas prácticas para mejorar capturas y minimizar impactos negativos. El monitoreo biológico es una oportunidad para que científicos y pescadores colaboren e intercambien conocimientos con el afán de mejorar el aprovechamiento y manejo pesquero.

Tipo de información	Descripción
Desove	Es importante entender los patrones, temporadas y duración del desove ya que muchas especies de peces forman grandes agregaciones de reproducción (desde algunos cientos hasta algunos miles) en determinados sitios y temporadas específicas, por lo que son vulnerables y predecibles a ser extraídos en esos momentos particulares.
Madurez	Es de gran relevancia conocer las tallas o edades a las cuales los individuos comienzan a reproducirse.
Fecundidad	El potencial reproductivo de la población se puede conocer a través del número de gametos (huevecillos) que se producen. Una disminución puede ocasionar una disminución en tamaño de la siguiente generación (nuevos reclutas), lo que se reflejaría en una baja de las capturas pesqueras años después.
Crecimiento	El crecimiento individual permite calcular la rapidez con la que se incorporan nuevos individuos a la población y el tiempo que tardan los individuos de la población en reproducirse.
Edad	Se pueden determinar las clases de edad de la población y determinar qué clase de edad es la que se extrae en la pesquería.
Composición genética poblacional	Se puede determinar la diversidad genética de una población e identificar si es una o varias poblaciones las que están siendo aprovechadas por la pesquería.
Alimentación	Se pueden determinar las relaciones depredador-presa (¿quién se come a quién?), entender la función de cada especie en los ciclos de energía de los ecosistemas y entender los efectos que la pesquería y otros factores ambientales tienen en el funcionamiento de todo el ecosistema.
Requerimientos de hábitat	Se puede determinar los diferentes hábitats que las especies utilizan durante las distintas etapas de su ciclo de vida, incluyendo la duración y su desarrollo en cada uno de estos sitios.

Tabla 5. A través del monitoreo biológico de una especie se obtiene información biológica básica que nos ayudará a mejorar el conocimiento, aprovechamiento y manejo de una pesquería en particular.

A. Material y Equipo

Antes de comenzar con el monitoreo es importante planear para que el trabajo se realice de manera sistemática con tareas individuales bien definidas para cada uno de los integrantes de las cuadrillas o equipos de trabajo. Nuestra experiencia en campo nos ha llevado a concluir que los grupos de trabajo deben de estar integrados por un mínimo de dos y un máximo de cuatro personas; grupos más grandes son difíciles de coordinar y se pueden generar confusiones y/o errores durante el monitoreo.

Es importante revisar y hacer un inventario de todo el equipo y material que se usará durante el monitoreo biológico (Figura 1 y Tabla 6), principalmente el equipo electrónico (básculas, verniers, ictiómetros, etc.) ya que muchas veces es necesario hacer cambios de baterías. Sugerimos tener cada herramienta y utensilio por duplicado en caso de requerir repuestos. Es importante considerar la precisión y las unidades de las medidas a tomar para cualquiera de los parámetros.

Para la obtención de la longitud se requiere de un ictiómetro o una cinta de medición (Figura 2A). Para obtener datos de peso entero/eviscerado, el peso del buche, gónada (Figura 2A, B); para extraer otolitos y muestras de tejidos se requieren cuchillos, básculas de mesa y de gancho, pinzas, segueta, frascos de plástico, lápiz y sobres manila pequeños (Figura 2C). Por ejemplo, el peso total de un pez se puede obtener con una báscula de 25 kg con precisión de 0.01 kg. Para pesar las gónadas y otros órganos pequeños se puede utilizar una báscula más precisa de 0.01gr (Figura 3).

Material

- | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------------|
| 1. Toallas secantes | 6. Estuche de disección | 12. Cuchillos |
| 2. Lubricante | 7. Libreta | 13. Sobres |
| 3. Cámara digital | 8. Básculas | 14. Guantes latex |
| 4. Ictiómetro | 9. Bisturí | 15. Charola |
| 5. Mandil | 10. Tijeras | |
| | 11. Segueta | |

Figura 1. Equipo utilizado en un monitoreo biológico.



Tabla 6. Lista de material utilizado en un monitoreo biológico.

Material	Uso
Guantes de látex	Se utilizan para proteger las manos durante la manipulación.
Mandil de plástico	Se utiliza para proteger el resto del cuerpo de los fluidos corporales del pescado.
Cinta métrica o Ictiómetro	Se utiliza para realizar las diferentes mediciones de longitud.
Báscula de gancho	Es utilizada para determinar el peso entero y eviscerado del pescado.
Cuchillos o bisturí	Son utilizados para diseccionar los pescados.
Tijeras	Son utilizados para realizar disecciones mas finas de los órganos de los pescados.
Segueta	Es utilizada para realizar el corte de la cámara ótica en donde se encuentran los otolitos.
Charola de plástico	Es utilizada para eviscerar el pescado y que los fluidos del pescado no se rieguen por todos lados.
Cámara digital	Se utiliza para llevar un registro fotográfico de la madurez gonádica en caso de errores.
Libreta y lápiz	En ella se anotan los diferentes valores y observaciones merísticas y morfológicas de los pescados.
Fijadores químicos	Se utilizan para conservar los tejidos que se usaran para posteriores análisis en laboratorio, los mas usados son el formol al 10% o alcohol etílico al 70 o 90% de concentración.
Frascos	Se utilizan para guardar muestras de tejidos, soluciones fijadoras.
Anticorrosivo	Se utiliza para proteger el material de la corrosión.
Toallas secantes	Útiles para mantener el material limpio durante el monitoreo.
Papel resistente	El tipo de papel comúnmente utilizado para etiquetar frascos o viales con soluciones como formol, alcohol, davidson, etc puede ser albanene, o papel sintético.

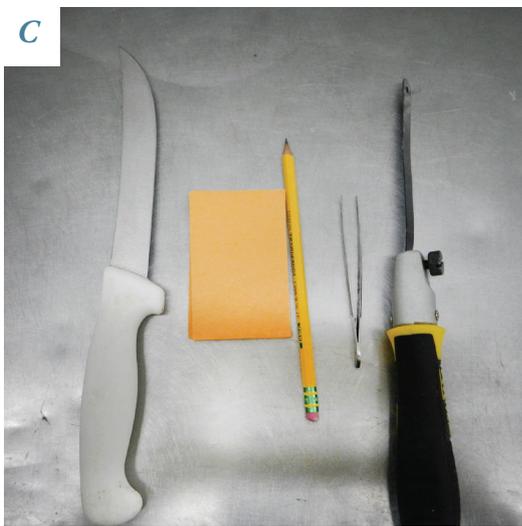
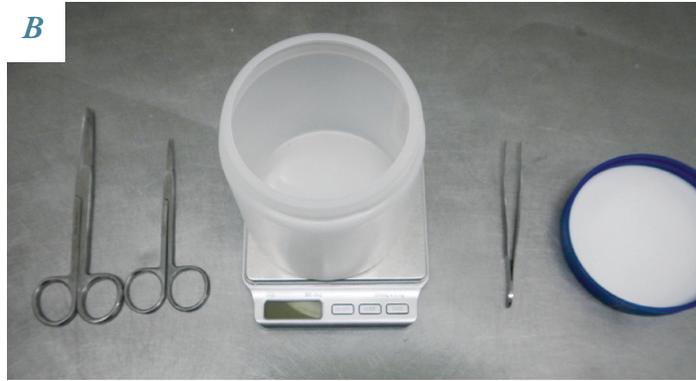


Figura 2. Material utilizado para los diferentes etapas del proceso del monitoreo biológico.

- A) Material para medir y pesar peces;
- B) Material para pesar órganos o peces pequeños;
- C) Material necesario para extracción de otolitos y muestras de tejidos.



Figura 3. Diferentes tipos de básculas utilizadas durante el monitoreo biológico. Las básculas negras tienen capacidad de 25kg con una precisión de 0.01kg; la báscula gris tienen una capacidad de 2 kg y una precisión de 0.01gr.

A. Etiquetado de muestras y datos

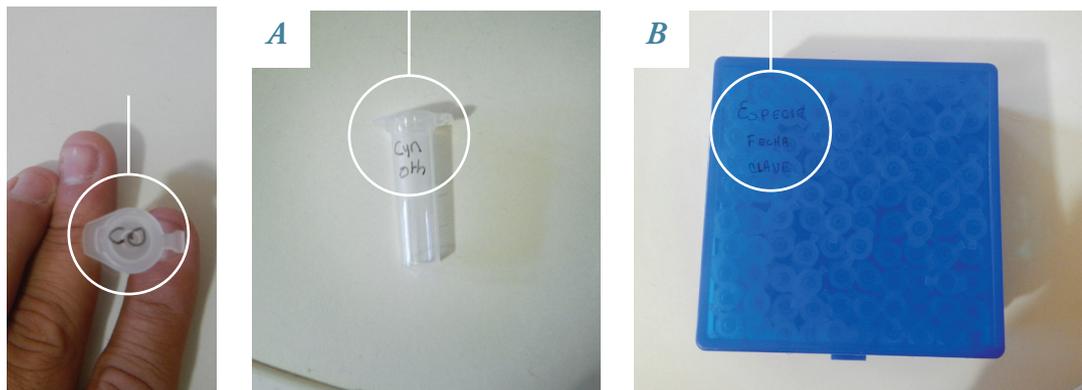
Durante el monitoreo es importante poner atención al etiquetado de muestras ya que será como se identifica a cada organismo y las muestras de tejidos. Es necesario utilizar marcadores resistentes que no se borren al sumergir las etiquetas de papel con las soluciones utilizadas para fijar los tejidos (Ej. etanol, formol, davidson, etc) o lápices. Comúnmente el tipo de papel utilizado para etiquetas es el albanene o papel sintético.

Cada etiqueta debe llevar un código único compuesto de dos partes: (1) un número que integra la fecha de captura del pescado conformado por el día, mes y año completo; (2) y un número consecutivo único asignado a cada organismo. En el código los días y meses del 1-9 deben estar precedidos por un cero. Abajo incluimos un ejemplo de cómo se vería un código de una muestra:

mes número muestra
┌───┐ ┌───┐
030212-2530
└───┘ └───┘
día año

Antes de iniciar con el monitoreo sugerimos que se etiqueten y preparen los viales, frascos, bolsas y sobres donde se guardarán las muestras de tejidos (Figura 4). Esto permitirá trabajar más rápidamente en el sitio de muestreo. Cada vial, bolsa o sobre debe etiquetarse por fuera con las iniciales de la especie (por ej. *Cynoscion othonopterus*=CO; Figura 4A); y adentro se coloca una etiqueta que contenga la información de las 3 primeras letras del género y de la especie (ej. *Cynoscion othonopterus*=CYNOTH), acompañada del código de la muestra (arriba descrita). Respecto a las cajas de viales para genética y bolsas o cajas de otolitos es importante rotular por fuera con el nombre de la especie y fecha (Figura 4B).

Figura 4. Etiquetado, marcado y llenado de viales para la toma de muestras de tejidos. A) etiquetado de vial por arriba y por enfrente; B) etiquetado básico de la caja de viales.



B. Talla y peso

Los métodos que se basan en las tallas y biomasa son fáciles y rápidos de completar ya que se basan principalmente en las longitudes y pesos de los organismos. Es importante entender que las tallas y pesos de los individuos capturados pueden variar considerablemente dependiendo de las zonas donde se lleve a cabo la pesca, aun cuando se trate de una misma población.

La recopilación de la información de tallas y pesos parece una tarea fácil, sin embargo para poder contar con una muestra representativa de la población o stock que está bajo explotación se requiere considerar varios aspectos prácticos (Tabla 7). La característica básica de cualquier muestreo es que debe ser aleatorio, esto asegura que todos los individuos de una población tengan la misma probabilidad de ser muestreados. Cuando se intenta recopilar datos de tallas y pesos utilizando las capturas provenientes de la pesquería el investigador debe considerar que la muestra no es aleatoria debido a la selectividad del arte de pesca (sólo captura una porción de la población). Para remediar este problema, el investigador debe recopilar datos de individuos que no provengan de la pesca; es decir realizar un muestreo utilizando varios tipos de artes de pesca y en distintas zonas para poder abarcar todo el espectro de tallas y pesos.

Consideraciones prácticas	Descripción
Herramientas de medición	Establecer las herramientas de medición que se utilizarán en campo: cintas métricas, ictiómetros, reglas, etc.
Medidas	Definir las medidas que se deberán tomar: longitud total, longitud estándar, longitud furcal, etc. Las mediciones se deberán hacer sobre una superficie plana y no sobre el contorno del organismo.
Unidades	Definir si se trabajará con el sistema métrico internacional o con el sistema inglés, así como las unidades que se utilizarán para cada variable: centímetros, pulgadas, pies, milímetros, metros, etc.
Precisión	Se refiere al número de dígitos que se tomarán en las mediciones; por ejemplo con uno o más decimales.
Tamaño de muestra	Representatividad de tallas.
Especies	Definir las especies que serán el objeto de estudio.
Tamaño de muestra	Determinar el número de individuos que se medirán.

Tabla 7. Algunas consideraciones prácticas para la recopilación de los datos de tallas.

Hay diversas medidas que se pueden considerar como tallas de un organismo, como la longitud estándar, total, furcal o a la horquilla (Tabla 8). Independientemente de cuál medida se tome, la precisión siempre debe realizarse a la unidad inferior más cercana (Figura 5). Todas las medidas tomadas las realizamos con la cabeza del pez viendo hacia el lado izquierdo (Figura 6). Al igual que la talla, hay dos maneras de determinar el peso corporal, la primera es con el organismo entero y la segunda es el peso del organismo eviscerado (sin vísceras). Esto es importante ya que en especies que se agregan para reproducirse, el peso de las gónadas varía considerablemente llegando a representar hasta un 15% del peso total del organismo.

Tabla 8. Tipos de longitudes de peces.

Medidas	Descripción	Fotografías
Longitud total (LT)	Medida que va desde la punta del hocico hasta el lóbulo más largo de la aleta caudal.	
Longitud estándar (LS)	Medida que va desde la punta del hocico hasta la última vertebra o la porción mediolateral de la lámina hipural.	
Longitud de la horquilla o furcal (LH/LF)	Medida que va desde la punta del hocico hasta el fin de los radios medios de la aleta caudal.	
Altura (H)	Medida que va desde la base inicial de la aleta dorsal hasta la región ventral del pez.	
Longitud de la cabeza (LC)	Va desde la punta del hocico hasta el borde opercular.	
Longitud del tronco (LTr)	Va desde el borde opercular hasta la última vertebra o porción mediolateral de la lámina hipural.	

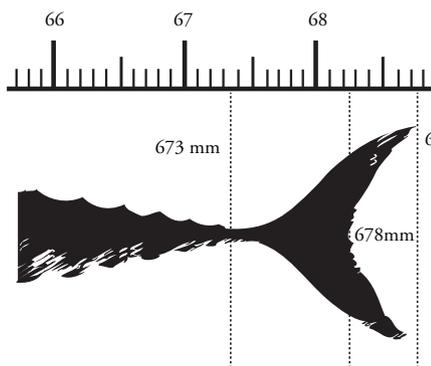


Figura 5. Aproximación en la precisión de la medida en peces (mm).

Figura 6. Para lo toma de tallas y pesos colocamos a los organismos del lado izquierdo hacia arriba.



C. Determinación de sexo y fases gonádicas

A continuación presentamos una descripción detallada de las diferentes fases de desarrollo gonádico y utilizamos a la curvina golfina para aportar ejemplos de cada fase. El propósito de identificar las fases gonádicas es poder describir el desarrollo de las especies e identificar su temporada reproductiva. Esto permitirá comprender cómo las condiciones ambientales (por ejemplo, la temperatura del agua, lluvia, corrientes etc.) o las actividades pesqueras afectan a las poblaciones de las especies de peces. Para obtener información más detallada sobre el desarrollo gonádico de la curvina golfina y otras especies consulte la lista de investigaciones publicadas en la sección de referencias.

Descripción de las gónadas de hembras

La identificación y documentación de las distintas fases del ciclo reproductivo de los ovarios de las hembras es un método relativamente fácil ya que, a diferencia de los machos, la mayoría de las etapas tienen características que permiten identificarlas y distinguirlos de otras fases (Tabla 9).

La identificación visual (en campo y sin microscopio) de las distintas etapas del ciclo reproductivo no es una ciencia exacta y los errores pueden ocurrir frecuentemente. Sin embargo, este error puede disminuir si se registran descripciones detalladas, se toman fotografías, y se toma una pequeña muestra de cada fase identificada y se fijan en alcohol etílico al 70 o 90% para corroborar posteriormente en el laboratorio mediante análisis histológicos.

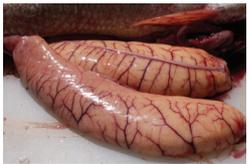
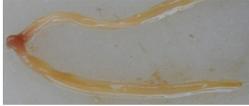
Sexo	Fases/clave	Descripción de fases	Fotografías
Hembras	Inmaduras (F1)	<p>Son peces juveniles que nunca han desovado. Los ovarios son muy pequeños, delgados, transparentes, no se observan huevecillos. La coloración puede variar desde transparente a amarillento, e incluso un poco rosada y rojiza en algunas zonas. Puede confundirse con machos inmaduros (M1) y hembras inactivas (F6), sin embargo, los ovarios F1 tienden a ser más pequeños (más cortos y más delgados).</p> <p>- En curvinas, los peces menores o iguales de 30 cm de longitud, se encontraran en esta fase independientemente de la temporada del año.</p>	
	Desarrollo (F2)	<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 F2 pueden ser parcialmente translúcidos, pequeños, con pocos vasos sanguíneos y algunas zonas de color naranja con huevecillos muy pequeños. Ovarios un poco más desarrollados (cercanos a F3) 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 /rojo.</p> <p>- Las gónadas de esta fase son comunes en los meses de febrero y marzo, período en el que las hembras desarrollan sus ovarios para la temporada de desove de marzo a junio.</p>	
	Capacidad de desove (F3)	<p>Incluye hembras adultas con ovarios que fisiológicamente son capaces de desovar. La presencia de hembras en estas condiciones puede ser indicar que la temporada o período de desove ha llegado, aunque las gónadas no están listas para desovar todavía.</p> <p>Los ovarios están completamente llenos de huevecillos (ovocitos), con vasos sanguíneos muy evidentes. Los huevecillos están completamente desarrollados son fáciles de ver a simple vista.</p> <p>La coloración puede variar de un color naranja (menos desarrollada) a un amarillo pálido (más desarrollada). Cuando los ovarios son de un color amarillo pálido está listo para desovar.</p> <p>- La pesquería de curvina golfinia extrae a los individuos cuando se encuentran en esta fase, entre 8-5 días antes de la luna nueva/llena.</p>	
Hembras	Desovadora Activa (F4)	<p>Las gónadas muestran claramente que el desove ocurrirá pronto, quizás en cuestión de horas.</p> <p>Ovarios pueden tener dos posibles presentaciones: (1) muy similar a los ovarios F3 pero presentan manchas transparentes provocadas por la presencia de huevecillos en proceso de hidratación. Por eso, los ovarios F4 se clasifican como hidratados.</p> <p>La segunda presentación (2) 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.</p> <p>En la curvina golfinia, el desove ocurre en el cambio de marea alta a baja, entre 5-2 días antes de la luna nueva/llena de marzo a junio.</p>	 
	Desovada (F5)	<p>Han completado el desove, los ovarios comienzan una transición a la inactividad (época no reproductiva; F6). Los ovarios tienen una apariencia flácida, a menudo de color rojo intenso, con vasos sanguíneos muy evidentes. Se observan algunos huevecillos, pero los ovarios están casi vacíos.</p> <p>Esta fase es capturada muy poco por la pesquería, pero se observa frecuentemente después de la época de puesta, que es 1 o 2 días antes de la luna nueva/llena.</p>	
	Inactiva (F6)	<p>Son hembras que se han reproducido pero ahora están reproductivamente inactivas. Los ovarios son más pequeños y delgados rodeados por una gran cantidad de tejido graso que puede confundirse con gónadas masculinos. Son difíciles de distinguir entre ovarios inmaduros (F1). Sin embargo, los ovarios F6 tienden a ser más grandes, largos, y más redondeados que ovarios F1.</p>	

Tabla 9. Fases de desarrollo gonádico de hembras y machos de curvina golfinia (*Cynoscion othonopterus*).

Descripción de las gónadas de machos

En comparación con las hembras, las fases de desarrollo gonadal masculino pueden ser difíciles de distinguir sin la ayuda de un microscopio. Por lo tanto, los machos son un método menos útil y confiable para documentar los ciclos de desove. Por ejemplo, puede ser difícil distinguir un macho en desarrollo (M2) de los machos desovados (M5), y en algunos casos ni siquiera se puede identificar a un macho con capacidad de desove (M3) (Tabla 10). La forma activa de desove (M4) es una fase que se puede identificar fácilmente y es útil como información complementaria a la obtenida de las hembras. A diferencia de las hembras, los machos producen grandes cantidades de gametos (espermias) constantemente y se ha visto en muchas especies que pueden estar listos para reproducirse todo el año.

Tabla 10. Fases de desarrollo gonádico de machos de curvina golfinia (*Cynoscion othonopterus*).

Sexo	Fases	Descripción de fases	Fotografías
Machos	Inmaduros (M1)	<p>Son machos juveniles que nunca se han reproducido. Los testículos son muy pequeños y delgados, y con frecuencia son claros/transparentes.</p> <p>Esta fase puede ser difícil de distinguir de las hembras F1 y los machos M6, sin embargo, los testículos M1 tienden a ser más delgados y más con forma de cinta (como espaguetis) que las hembras F1, y más cortos y delgados que los machos M6.</p> <p>*Los machos de curvina golfinia menores a 30 cm de longitud presentan esta fase sin importar la época del año.</p>	 
	Desarrollo (M2)	<p>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.</p> <p>*Los machos de curvina golfinia de esta fase son más comunes desde finales de enero hasta principios de marzo.</p>	
	Capacidad de desove (M3)	<p>Testículos capaces de desovar en la temporada reproductiva. 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 corta transversalmente el testículo puede haber espermatozoides maduros (líquido blanco).</p> <p>*Esta fase se observa con frecuencia durante la temporada de desove de la curvina golfinia desde marzo hasta junio.</p>	
Machos	Desovador Activo (M4)	<p>Los testículos se ven casi idénticos a los machos M3 sin embargo, al presionar 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.</p> <p>* La pesquería de curvina golfinia se realiza sobre individuos durante el desove, incluyendo los machos.</p>	
	Desovado (M5)	<p>Testículos están en regresión y van hacia la fase inactiva de la temporada. Aún pueden ser grandes y de color blanco, aunque es posible presentar color rosa o violáceo, tienden a ser flácidos y no liberan líquido espermático al aplicar presión en el abdomen.</p> <p>Esta fase puede confundirse con la M2.</p> <p>* Esta fase es observada frecuentemente en los últimos días de los ciclos de desove de marzo a junio agosto (1 o 2 días antes de la luna nueva/luna hasta varios días después de la luna). Saber cuándo esta fase es común ayuda para distinguir a los machos M2 de los machos M5.</p>	
	Inactivo (M6)	<p>Son machos que se han reproducido antes pero ahora están reproductivamente inactivos. Los testículos son pequeños y de forma filiforme (angosta).</p> <p>Pueden confundirse con los machos inmaduros (M1), hembras inmaduras (F1), o incluso de las hembras inactivas (F2). Los testículos M6 tienden a mostrar un poco de coloración blanca que indica la maduración y desove previo. Además, tienden a ser más largos que los machos M1 y más delgados.</p> <p>* Esta fase es común durante los meses no reproductivos de agosto a enero.</p>	



D. Colecta de tejidos (genética, otolitos, hígado, etc.)

Además de los estudios a nivel poblacional (Biología reproductiva, patrones de movimiento, etc.) que se discuten en el presente documento, hay otro tipo de estudios que pueden ser utilizados como complemento de la información básica pesquera. Muchos de estos estudios van dirigidos hacia responder preguntas que nos permiten explicar los efectos negativos que la pesca puede tener en las poblaciones de las especies. Para realizar estos estudios se requiere tomar de muestras de tejidos (aleta, musculo, hígado, sangre, etc.) o de estructuras óseas (escamas, vertebras, espinas u otolitos durante el monitoreo biológico-pesquero. La **Tabla 11** incluye una breve descripción de la utilidad de los distintos tejidos o estructuras óseas.

Tabla 11. Tipo de análisis que se pueden realizar con la muestra de tejidos.

Tejido	Estudio	Fotografías
Otolitos, Escamas, Espinass y Vertebras	Determinación de la edad a través del conteo de anillos en escamas, espinass, vertebras y otolitos. La periodicidad con la que se forman anillos ayuda a determinar la edad de un organismo.	
	Determinación del número total de periodos reproductivos de los individuos	
	Identificación de poblaciones; la forma de los otolitos varía dependiendo del lugar de donde provenga el individuo. Estas diferencias se deben a los distintos hábitats y características oceanográficas.	
	Identificación de áreas de crianza. Muchas especies de peces pueden utilizar diferentes sitios durante distintas etapas de su vida y mediante un análisis de elementos traza en los otolitos se puede identificar el sitio de origen.	
Aletas, Músculo, Piel e Hígado	Determinar la velocidad de crecimiento individual con base en la distancia entre marcas o anillos. El crecimiento varía durante la vida del organismo y se puede relacionar a las condiciones del medio ambiente.	
Hígado	Se pueden realizar estudios genéticos para la identificación de poblaciones de una especie, el flujo genético entre poblaciones (conectividad entre poblaciones), y diversidad genética.	
	Se pueden realizar estudios del flujo de la energía en el cuerpo de los organismos; por ejemplo saber si la energía obtenida del alimento se utilizó para el crecimiento o la reproducción.	

MONITOREO BIOLÓGICO DE CURVINA GOLFINA (*CYNOSCION OTHONOPTERUS*)

La curvina golfina pertenece a la familia Sciaenidae, una de las 8 familias con mayor cantidad de especies de peces (Nelson, 2006). Como muchas otras especies de peces, se agregan en grandes grupos en ciertos lugares y temporadas con el único objetivo de reproducirse. Particularmente la curvina golfina migra hacia ciertas zonas dentro del Delta del Rio Colorado en el Golfo de California, en México, para reproducirse, desde finales de febrero hasta junio. Esta especie al igual que otras (chano norteño y la sierra) de esta región son un recurso de gran importancia en cuanto a volúmenes y ganancias se refiere para las comunidades del Alto Golfo. Esta especie es aprovechada por tres comunidades, El Golfo de Santa Clara en Sonora, y El Zanjón y San Felipe en B.C. La flotas pesqueras de cada comunidad se caracterizan por tener diferentes zonas de pesca, distintos números de embarcaciones e incluso por realizar sus actividades pesqueras en días distintos de cada período de marea. Cada una de estas comunidades puede capturar diferentes tallas de peces en distintas etapas reproductivas, e incluso pueden estar capturando individuos de diferentes poblaciones. Como resultado de ello, el aprovechamiento que cada comunidad tiene sobre la población de curvina golfina puede diferir significativamente de una comunidad a otra. Por lo tanto, con el fin de entender plenamente la verdadera dinámica de la pesquería de esta especie, en el 2009 comenzamos a monitorear a la curvina golfina en el Alto Golfo de California.

La temporalidad de las actividades pesqueras es uno de los aspectos más importantes a considerar. Después de casi dos años de investigación científica sobre la biología de la curvina golfina sabemos que ocurren cambios diarios en su biología reproductiva y en sus movimientos. Para documentar estos cambios, entender cómo se comporta la población y su relación con la pesquería decidimos realizar nuestro monitoreo diariamente durante su migración a sus sitios de desove (cada marea). Muestreos mensuales, o que se realicen solamente un día por marea, pueden dar lugar a una visión sesgada, dando un resultado poco realista de la biología de la especie y su pesquería, que a su vez podría dar lugar a la implementación de regulaciones pesqueras que afecten a la población de peces y a las comunidades que dependen de sus recursos naturales. Tomando en cuenta la compleja dinámica de la pesquería decidimos incorporar variables de tiempo y espacio en nuestro monitoreo biológico y pesquero de la curvina golfina en el Alto Golfo de California (Tabla 12).

Variables	Descripción
Comunidad	Realizar monitoreos simultáneos en las comunidades que explotan el mismo recurso. Justificación: Asegurarse de que los patrones pesqueros y las capturas de cada comunidad estén consideradas en las evaluaciones del stock para poder determinar el impacto que cada comunidad tiene sobre la población de la especie y definir los patrones pesqueros particulares. En ocasiones los artes de pesca, los períodos y las zonas de pesca varían entre comunidades.
Mareas	El monitoreo debe estar dirigido hacia los períodos o pulsos de pesca; en el caso de curvina golfinia éstos son cada marea. Justificación: Asegurarse de que cualquier variación en las actividades de pesca y en el de desove sean considerados dentro las evaluaciones de stock.
Días	Cuando no hay patrones obvios en la actividad pesquera el muestreo debe realizarse diariamente. Justificación: El muestreo debe intentar incorporar a todas las clases de tallas y edades, así como a las hembras y los machos. Cuando se trata de un muestreo de una agregación reproductiva debemos recordar que puede existir una segregación natural por edades, lo cual sólo puede ser corroborado a través de un muestreo sistemático y diario.
Embarcaciones	El muestreo debe ser aleatorio e incluir distintos viajes, pangas y cooperativas pesqueras. Justificación: El muestreo debe abarcar un grupo representativo del total de las embarcaciones ya que se pueden utilizar diferentes artes de pesca y trabajar en diferentes días de mareas. Estas diferencias pueden afectar la composición de la captura (ej. tamaño y sexo de los peces).
Turno	El muestreo de la captura pesquera debe ser por turnos a lo largo del día (ej. mañana, tarde o noche) si la pesquería lo permite. Justificación: En agregaciones de reproducción, la proporción de sexos, el tamaño y los cambios de la condición de la gónada varían en cuestión de horas. Es necesario tomar muestras durante el día para garantizar una representación exacta del comportamiento de la especie, el momento del desove y determinar si hay interacción entre la pesca y la actividad reproductiva de la especie.
Tipo de arte de pesca	El muestreo debe incluir varias redes ya que dependiendo de la comunidad, cooperativa o zona de pesca pueden variar la longitud de las redes, luz de malla, incluso el tipo de arte de pesca. Justificación: Diferentes tamaños de malla permite tener una estructura de tallas completa.
Individuos	La unidad básica de muestreo es un individuo. Justificación: Como mínimo muestrear 30 individuos para abarcar la variabilidad de tallas. El número total de individuos a muestrear depende de la investigación; es preferible realizar un muestreo con muchas réplicas de pocos individuos para evitar sesgos en los resultados.

Tabla 12. Variables utilizadas para llevar a cabo el monitoreo biológico de la curvina golfinia en el Alto Golfo de California; utilizamos un método de muestreo estratificado.

Es importante que el trabajo se realice de manera sistemática y que las tareas individuales estén bien definidas. A continuación se describe una secuencia de pasos cuya finalidad es la obtención rápida y eficiente de información biológica:

1. Identificar especie, talla y peso. La primera persona de la cuadrilla debe identificar la especie del individuo que será muestreadas, tomar las medidas de longitud y el peso del organismo entero (Figura 7). Recuerde que las medidas deben realizarse sobre el lado izquierdo del pez.

a. Ver como referencia: Tablas 6, 7 y 8.

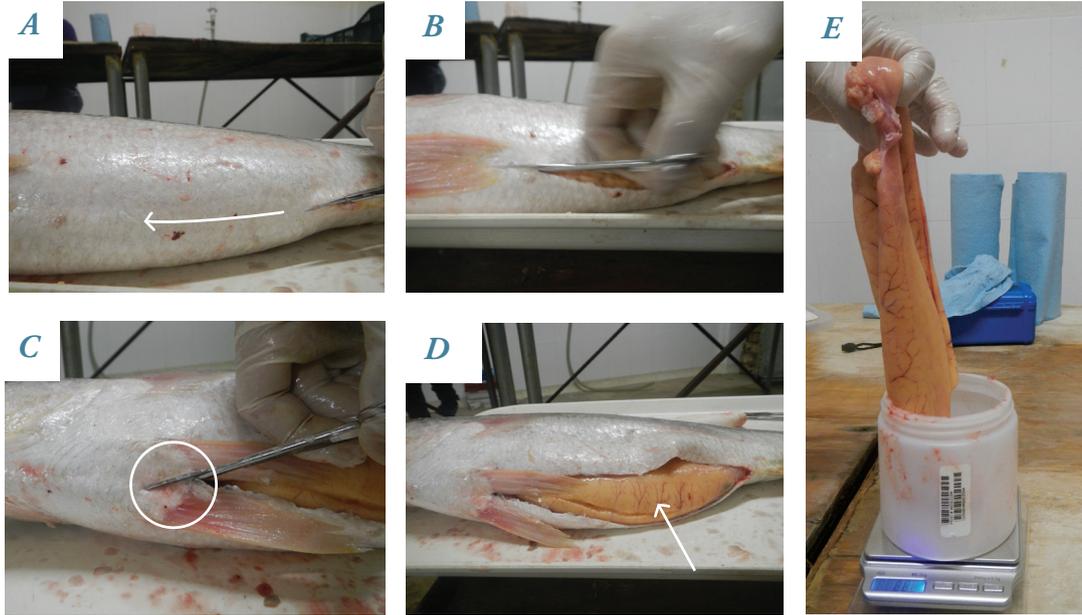


Figura 7. Toma de medidas de la primera persona de la cuadrilla. A) Colocar el pescado enseñando el costado izquierdo para medir longitud; B) registrar peso completo del organismo.

2. Identificación de sexo, fase gonádica y peso de gónada. La segunda persona identifica el sexo, el estado de madurez de la gónada y el peso de la gónada (Figura 8E). Presione suavemente el abdomen para ver si hay liberación de esperma. Para extraer la gónada y pesarla, realice un corte longitudinal en el vientre desde el poro urogenital hasta las aletas pélvicas (Figura 8).

a. Ver como referencia: Tablas 9 y 10

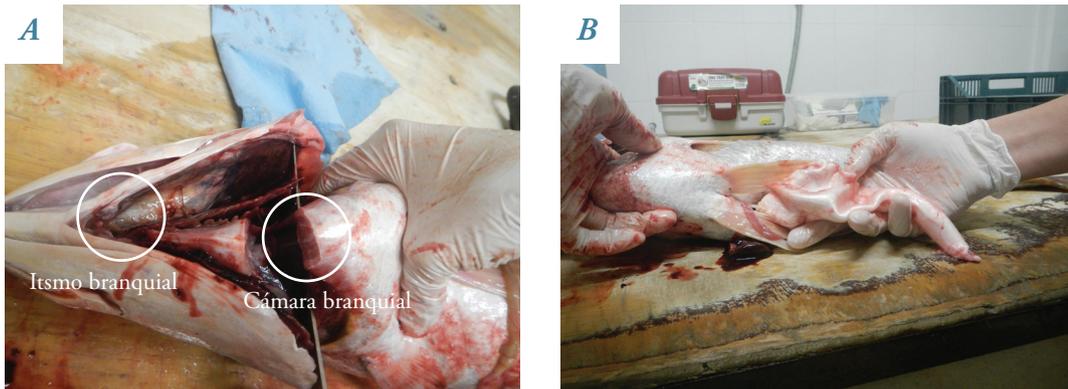
Figura 8. Identificación del sexo, madurez y peso de la gónada. A-D) corte longitudinal de la porción ventral del pescado desde el poro urogenital hasta las aletas pélvicas; E) pesado de la gónada.



3. Extracción de otolitos y muestras de tejido; peso eviscerado. La tercera persona extrae los otolitos, tejidos, buche, o cualquier otra muestra. Haga dos cortes al pescado: uno en el istmo branquial y otro en la cámara braquial (9 A) para retirar las branquias junto con las vísceras. Posteriormente se extrae y pesa el buche (9 B y C) y se pesa el pescado sin vísceras (9 D).

Para extraer los otolitos se usa la següeta para hacer un corte horizontal en la cámara ótica, al final se rompe con un cuchillo para poder extraer los otolitos con una pinza (9 E).

Figura 9. Obtención de peso de buche, peso eviscerado y otolitos. A) cortes para extracción de otolitos y buche; B) extracción de buche; C) peso de buche; D) peso eviscerado; E) extracción de otolitos.





4. Anotaciones, etiquetado y organización de muestras. La cuarta persona es la encargada de anotar todas las medidas y observaciones que vaya dictando el equipo; debe organizar y etiquetar las muestras colectadas (Figura 4).

5. Lavar, secar y lubricar el equipo es importante para mantenerlo en óptimas condiciones y listo para el siguiente día de muestreo (Figura 10).



Figura 10. Lavado y guardado del equipo después procesar los pescados.

6. La captura de datos es lo último que el equipo debe hacer en una hoja electrónica (por ejemplo en Excel) (Figura 11). Recomendamos utilizar un formato que incluya toda la información necesaria para realizar los análisis necesarios (Tabla 13).

Figura 11. Hoja electrónica de cálculo en Excel con información de las diferentes columnas.

J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	# código	comunidad	día	mes	año	especie	wt (g)	TL (mm)	FL (mm)	sexo	Gonada wt (g)	fase gonada	sub fase gonada	Eviscerado wt (g)	Buche wt(g)	Otolito (Y/N)	Muestreo gonada (Y/N)	Tejido genetica (Y/N)	Foto (Y/N)	Hora (captura)	#tracker	Obs.	Gon. Obs.	
2	050411-01	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	390	330	ND	F	ND	R	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
3	050411-02	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	400	345	ND	M	ND	AS	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
4	050411-03	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	340	315	ND	F	ND	D	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
5	050411-04	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	435	350	ND	M	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
6	050411-05	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	275	298	ND	M	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
7	050411-06	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	460	367	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
8	050411-07	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	310	311	ND	M	ND	AS	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
9	050411-08	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	320	289	ND	M	ND	AS	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
10	050411-09	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	320	306	ND	M	ND	AS	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
11	050411-10	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	260	296	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
12	050411-11	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	330	305	ND	M	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
13	050411-12	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	710	401	ND	F	ND	IM	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
14	050411-13	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	580	355	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
15	050411-14	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	280	310	ND	M	ND	AS	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
16	050411-15	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	550	372	ND	M	ND	AS	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
17	050411-16	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	680	392	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
18	050411-17	Santa Clara	5	4	11	CYNRET	605	370	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
19	050411-18	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	505	360	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
20	050411-19	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	175	255	ND	M	ND	AS	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
21	050411-20	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	230	277	ND	F	ND	IM	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
22	050411-21	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	300	303	ND	M	ND	AS	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
23	050411-22	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	260	305	ND	M	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
24	050411-23	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	225	281	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
25	050411-24	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	770	430	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
26	050411-25	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	290	300	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
27	050411-26	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	410	336	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
28	050411-27	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	670	400	ND	M	ND	AS	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
29	050411-28	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	715	425	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
30	050411-29	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	530	395	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
31	050411-30	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	575	370	ND	M	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	BROKE OTOS	
32	050411-31	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	560	390	ND	F	ND	R	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
33	050411-32	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	440	356	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
34	050411-33	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	445	337	ND	M	ND	AS	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
35	050411-34	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	415	348	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	
36	050411-35	Santa Clara	5	4	11	CYNOTH	700	403	ND	F	ND	SC	ND	ND	ND	Y	N	N	ND	ND	ND	ND	ND	



Nombre columna	Descripción
Clave	Código compuesto por el día, mes, año y el número consecutivo de muestra de cada organismo.
Comunidad	Comunidad donde se realizó la colecta de los organismos.
Día	Día de captura del pescado.
Mes	Mes de captura del pescado.
Año	Año de captura del pescado.
Especie(s)	Nombre científico de la especie, el código incluye las tres primeras letras del género y la especie todo en mayúsculas (ej. <i>Cynoscion othonopterus</i> =CYNOTH).
Hora (captura)	Hora de captura del pescado.
Pt (g)	Peso total del pescado con vísceras.
LT (mm)	Longitud total del pescado.
LF (mm)	Longitud furcal del pescado (solamente para especies como la sierra y el jurel, etc.)
Sexo	Macho=M, Hembra=H, indiferenciado=INDE.
Gónada Pt (g)	Peso total de la gónada del pescado.
Fase gónada	Inmaduro=IM, Desarrollo=D, Capacidad de desove=CD, Desovador activo=DA, Desovada=DS, Inactiva=IN.
Eviscerado Pt (g)	Peso total del pescado sin vísceras.
Buche Pt(g)	Peso del buche.
Otolito (S/N)	Extracción de otolitos si=S no=N
Muestra gónada (S/N)	Toma de muestra de gónada si=Y no=N
Tejido gónada (S/N)	Toma de muestra de tejido para genética si=S no=N
Foto (S/N)	Toma de foto si=S no=N
Obs.	Observaciones sobre el pescado, clima, red usada, etc.
Obs. Gon.	Observaciones sobre particularidades de las gónadas.

Tabla 13. Ejemplos de columnas con variables para diseñar la base de datos en Excel donde se irá recopilando toda la información generada con el monitoreo biológico.

REFERENCIAS

- Brown-Peterson, N.J. 2003. The reproductive biology of spotted seatrout. Pp. 99-133 In *The Biology of Seatrout* (S. Bortone, Ed.), CRC Press, Boca Raton, FL.
- Brown-Peterson, N.J., M.S. Peterson, D.L. Nieland, M.D. Murphy, R.G. Taylor and J.R. Warren. 2002. Reproductive biology of female spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*, in the Gulf of Mexico: differences among estuaries? *Environmental Biology of Fishes* 63:405-415.
- Brown-Peterson, N.J. and J.W. Warren. 2001. The reproductive biology of spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*, along the Mississippi Gulf coast. *Gulf of Mexico Science* 2001:61-73
- Brown-Peterson, N.J., D.M. Wyanski, F. Saborido-Rey, B.J. Macewicz, and S.K. Lowerre-Barbieri. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries* 3:52-70.
- Erismán BE, Aburto-Oropeza O, Gonzalez-Abraham C, Mascareñas-Osorio I, Moreno-Báez M, and Hastings PA. 2012. Spatio-temporal dynamics of a fish spawning aggregation and its fishery in the Gulf of California. *Nature Scientific Reports* 2: 284 DOI: 10.1038/srep00284.
- Erismán BE, Paredes G, Mascarenas I, Aburto Oropeza O. 2009. Preliminary Report on the Gulf Curvina, *Cynoscion othonopterus*. Technical Report to NOS Noroeste Sustentable A.C., 77pp.
- 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.
- Holden M.J. & D.F.S., Riatt. 1975. Manual de ciencia pesquera parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Manual de la FAO de ciencias pesqueras. <http://www.fao.org/docrep/003/F0752S/F0752S00.htm> - toc
- Gherard K, Erismán BE, Rowell K, and Allen LG. 2013. Growth, development, and reproduction of Gulf curvina *Cynoscion othonopterus*. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*. 112 (1). 18p.
- Gulland, J.A. 1966. Manual de métodos de muestreo y estadísticos para la biología pesquera, Parte 1: Métodos de muestreo. Manual de la FAO de ciencias pesqueras. <http://www.fao.org/docrep/x5684s/x5684s00.htm>
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 306.1 Rev. 2: 420 pp.
- Wallace RA, Selman K (1981) Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Am Zool* 21:325-343



Gulf of California Marine Program
Center for Marine Biodiversity and Conservation,
Scripps Institution of Oceanography

