

# INSTITUTO NACIONAL DE PESCA

## DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE INVESTIGACIÓN PESQUERA EN EL PACÍFICO

### **PESCA EXPLORATORIA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA DEL PACÍFICO MEXICANO**

#### **AVANCE DE INVESTIGACIÓN 2014 - 2015. Cruceros de Calibración-Prospección. Buque de Investigación Pesquera y Oceanográfica de INAPESCA. (BIPO)**

JULIO DE 2015

## SÍNTESIS EJECUTIVA

Breve descripción de los alcances planteados por el proyecto de investigación “Pesca Exploratoria y Desarrollo Tecnológico en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano”.

Avances de la investigación 2014 - 2015 (resultados de los Cruceros de Calibración-Prospección)

Familiarización del personal científico con las características náuticas del barco, realizar los simulacros de seguridad pertinentes y manejo de laboratorios y equipos técnicos tanto mecánicos, hidráulicos como electrónicos para la consecución de las actividades descritas en los protocolos de los diferentes Componentes de las líneas de investigación.

Establecer tiempos, movimientos, rutinas de trabajo, maniobras a bordo y manejo de los equipos técnicos de los diferentes Componentes de las líneas de investigación.

El proyecto se fundamenta en la ejecución de cruceros de prospección, evaluación y experimentación para identificar recursos, evaluar su potencial y determinar la tecnología de captura adecuada para su explotación comercial sustentable.

Explorar la Zona Económica Exclusiva frente a la costa Occidental de la Península de Baja California, Golfo de California y Golfo de Tehuantepec a partir de la isobata de 100 m utilizando sistemas hidroacústicos de última generación y sistemas de pesca de arrastre de fondo, semi-pelágico y pelágico, palangre de trampas y anzuelos de superficie y profundidad.

Identificar y verificar los recursos potenciales susceptibles de sostener nuevas pesquerías comerciales.

Relacionar las características oceanográficas con la distribución y abundancia de recursos potenciales.

Obtener información científica y tecnológica necesaria y suficiente para la toma de decisiones relativas al crecimiento y desarrollo de pesquerías potenciales en la zona.

## CONTENIDO

### 1. INTRODUCCIÓN

### 2. PROGRAMA DE TRABAJO

### 3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

#### 3.1 BARCO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y OCEANOGRÁFICA.

#### 3.2 DISEÑO DE MUESTREO Y TRANSECTOS DE PROSPECCIÓN

- COMPONENTE HIDROACÚSTICO
- COMPONENTE BIOLÓGICO-PESQUERO
- COMPONENTE TECNOLÓGICO
- COMPONENTE OCEANOGRÁFICO
- COMPONENTE PLANCTÓNICO

### 4. INFORME DE ACTIVIDADES

#### 4.1 CRUCERO BIPO-1406 GOLFO DE CALIFORNIA

#### 4.2 CRUCERO BIPO-1407 COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

#### 4.3 CRUCERO BIPO- 1412 COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

5. ACCIONES A REALIZAR

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

# 1 INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los recursos pesqueros en México, tradicionalmente se ha realizado principalmente a lo largo de la plataforma continental de ambos litorales del país. Los esfuerzos se han orientado a unas cuantas pesquerías de altura, como el camarón, atún, sardina y anchoveta; sin embargo, la principal fuente de empleo y generación de productos para consumo humano directo para el mercado nacional proviene de las pesquerías artesanales. El estado general de los recursos pesqueros en México reportado en la Carta Nacional Pesquera indica el grado de explotación de los recursos, algunos se encuentran sobreexplotados y en su gran mayoría al límite máximo sostenible, mientras que otros se identifican como potenciales. Sobre estos últimos, se reconoce la importancia de incursionar sobre ellos como estrategia de desarrollo pues de esa manera se puede contribuir a reducir la presión sobre especies costeras. La demanda por acceso a la pesca sigue aumentando debido a la presión demográfica, económica y social, sin embargo, existe un alto grado de incertidumbre en relación con la disponibilidad y abundancia de los recursos tradicionales los cuales en algunos casos es estable o bien ha disminuido en algunas regiones del país.

México posee cerca de tres millones de km<sup>2</sup> de Zona Económica Exclusiva (ZEE), de los cuales el 10% corresponde a la plataforma continental, donde se ha desarrollado la actividad pesquera, por lo tanto, se desconoce con precisión las posibilidades reales de explotación de recursos en el 90% restante de la ZEE. La combinación de factores económicos, sociales y políticos que inciden

en la actividad pesquera nacional justifica la necesidad de fortalecer y promover la realización de proyectos de investigación de cobertura regional que permitan identificar nuevas posibilidades de crecimiento y desarrollo a través de nuevas zonas de pesca para promover las pesquerías potenciales.

Se conoce la existencia de una gran diversidad de especies de aguas profundas, y algunos reportes han señalado especies de peces, crustáceos y moluscos como recursos potenciales de importancia en el talud continental a lo largo del litoral Mexicano del Océano Pacífico (Fischer et al., 1995), sin embargo, antecedentes existentes sobre los recursos disponibles en el talud del Pacífico Mexicano son escasos y dispersos debido a que se han obtenido de manera intermitente con distintos tipos de barcos de investigación, así como con buques pesqueros de empresas internacionales. En algunos casos los trabajos se han concluido satisfactoriamente, sin embargo los resultados han perdido actualidad y requieren verificación para poder ser utilizados en proyectos de desarrollo pesquero. En otros casos, los trabajos de prospección no necesariamente se concluyeron debido a los intereses particulares de los propietarios de los barcos y por lo tanto los resultados obtenidos no son concluyentes.

Esta situación obliga a realizar un trabajo de investigación sistemático con el objeto de identificar y verificar las existencias de recursos potenciales de aprovechamiento, su posible localización, y su

abundancia relativa, como una primera etapa que permita más adelante la planificación de un trabajo formal orientado a evaluar la magnitud y potencial de la explotación de estos recursos.

El presente documento constituye un avance de los resultados de los alcances planteados por el proyecto de investigación “Pesca Exploratoria y Desarrollo Tecnológico en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano”, describiendo la etapa de cruceros de calibración - prospección consistente básicamente de faenas exploratorias, con objeto de obtener evidencias de la existencia de recursos con potencialidad comercial; evaluar la biomasa de las mismas a fin de dimensionar las faenas extractivas que pueden sustentar el desarrollo de nuevas pesquerías en áreas aun no explotadas de la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano, llevados a cabo durante el 2014.

## 2 PROGRAMA DE TRABAJO

El programa de trabajo se fundamenta en la ejecución de cruceros de investigación, los cuáles se han planificado para realizar actividades de calibración de equipo, prospección, evaluación de recursos, experimentación tecnológica, oceanografía, hidroacústica, etc. La duración total del proyecto se estima para un periodo de cuatro años, mediante un plan de operaciones congruente con las características y autonomía del Buque de Investigación Pesquera y Oceanográfica del Instituto Nacional de Pesca.

Crucero de calibración.- Consiste en familiarizar al personal científico con las características náuticas del barco, realizar los simulacros de seguridad pertinentes y manejo de laboratorios y equipos técnicos tanto mecánicos, hidráulicos como electrónicos para la consecución de las actividades descritas en los protocolos de los diferentes Componentes de las líneas de investigación.

Cruceros de prospección.- Consiste en la exploración pesquera, programado para dos años de trabajo efectivo a bordo, con el objeto de verificar y determinar la existencia de recursos pesqueros que permitan sustentar un proceso de explotación comercial. Esta etapa es determinante en el proyecto de investigación debido a que deberá proporcionar información cualitativa y cuantitativa de la disponibilidad y abundancia de recursos potenciales, con el propósito de justificar el desarrollo de nuevas pesquerías.

Cruceros de evaluación.- Consiste en la ejecución de cruceros evaluaciones cuantitativas de los recursos de interés comercial identificados previamente en los resultados de prospección. El objetivo principal es cuantificar las existencias de recursos potenciales identificadas en la etapa inicial. Los resultados que se obtengan sobre la marcha permitirán hacer los ajustes necesarios al plan de operaciones y considerar la posibilidad de incorporar otros buques de pesca.

Los cruceros de prospección y evaluación tienen actividades definidas en los siguientes Componentes:

**Componente hidroacústico:** Identifica las especies susceptibles de aprovechamiento comercial y establece la dinámica de sus poblaciones mediante sistemas hidroacústico y lances de pesca de control.

**Componente biológico pesquero:** Identifica las especies susceptibles de aprovechamiento comercial y establece sus características biológicas y dinámica de sus poblaciones mediante el muestreo físico de los organismos capturados y análisis biológico pesqueros.

**Componente tecnológico:** Examina de manera sistemática el uso de artes de pesca y su comportamiento dinámico durante las faenas de pesca, evaluando su eficiencia operativa y funcional, su eficiencia de captura y selectividad e identificando problemas técnico-operativos para su uso comercial. Se utilizan sistemas de arrastre de fondo, semipelágico y pelágico, trampas para peces y crustáceos y palangres de fondo y superficie variando tipos y tamaños de anzuelo así como carnada para diversas especies.

**Componente oceanográfico:** Realiza muestreo en estaciones para obtener información sobre los principales factores oceanográficos (físicos, químicos y geológicos) que inciden en la presencia y/o ausencia de los recursos pesqueros.

**Componente planctónico:** Realiza colectas de plancton para identificar las especies que lo componen y proporciones para hacer extrapolaciones a poblaciones con individuos adultos. Esto determina la distribución y abundancia de las diferentes especies con potencial pesquero.

**Componente bioeconómico:** Con las estimaciones de dinámica de las poblaciones de las especies con potencial de aprovechamiento, precios en el mercado nacional e internacional y costo de operaciones, se realiza análisis de costo-beneficio para establecer la factibilidad de implementar nuevas pesquerías con enfoque sustentable.

### 3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.

#### 3.1 Barco de Investigación Pesquera y Oceanográfica.

La plataforma de trabajo del presente proyecto se lleva a cabo a bordo del Buque de Investigación Pesquera y Oceanográfica del Instituto Nacional de Pesca, con operación de pesca extractiva y experimental, y con capacidad para realizar investigaciones oceanográficas multipropósito. El buque está destinado a la navegación de la Zona Económica Exclusiva Mexicana y en aguas

internacionales, aunque su notación de clase es “UNRESTRICTED” lo que le brindará la posibilidad para trabajar en océano abierto, con una autonomía mínima al calado medio, de 40 días aproximadamente.

El equipamiento del buque contempla las facilidades para realizar actividades de investigación pesquera y de recursos marinos, oceanografía, geología marina, hidroacústica, etc. Estas características hacen de este buque una unidad de investigación marina moderna y novedosa, con equipamiento científico con tecnología de punta que cumple con elevados estándares de reglamentación y con una previsión de futuro interesante en el diseño considerando la posibilidad de adaptaciones a nuevos equipos e incluso su posible fácil alargamiento debiendo mantener altas cualidades y prestaciones operativas.

## DESCRIPCIÓN MÁS AMPLIA DEL BUQUE, CON NÚMEROS

### **3.2 Diseño de Muestreo y Transectos de Calibración - Prospección.**

El diseño de muestreo llevado a cabo, es una combinación de tipo sistemático-estratificado según lo recomendado por Hulbert (1984), que minimiza pseudo-repeticiones en las muestras de campo y cubre de manera homogénea las zonas de interés prospectivo.

El Buque navega líneas en esquema isoparalitoral, definidos en transectos dirigidos en forma perpendicular a la línea de la costa; la separación entre transectos son de aproximadamente 25 millas náuticas (mn) hasta una distancia de 50 mn de la costa a partir de la isobata de los 100 m

para la costa occidental de la península y para el Golfo de Tehuantepec tratando de seguir o cubrir el área de talud, en el caso del Golfo de California los transectos están acotados a 25 mn en sus ejes vertical y horizontal.



Muestreo para la etapa prospectiva.

El buque de investigación zarpa del puerto base, con rumbo a zona de estudio, iniciando con valoraciones hidroacústicas de perfiles batimétricos y características de los fondos susceptibles de realizar lances de arrastre. El reconocimiento hidroacústico proporciona información sobre disponibilidad y abundancia de las especies demersales susceptibles de capturar y también obtiene registros de las posiciones geográficas del tipo, características del fondo y caladeros susceptibles del arrastre.

Los lances de pesca de control y el arte de pesca utilizados (arrastre o palangre) se definen en función de la información hidroacústica, pesquera y ambiental recopilada sobre el transcurso del

crucero y se realiza en los sitios previamente identificados en el reconocimiento hidroacústico, determinados por el tipo y la configuración del fondo, la profundidad, la pendiente y amplitud estimada, la velocidad y dirección de la corriente, entre otros factores.

La unidad básica de muestreo son transectos perpendiculares a la costa, equidistantes entre ellos y de longitud variable según la topografía del fondo lo permita. A lo largo de cada transecto se ubican estaciones oceanográficas estratificadas a la profundidad. Esta estrategia permite obtener información cuantitativa de manera sistemática bajo un esquema de “rejilla” geo-referenciada a partir de la cual se obtiene información sobre distribución espacial de las diferentes especies capturadas y de sus abundancias relativas.

En virtud de que se desconocen los tipos de fondo, especialmente en donde se pueden realizar operaciones con artes de arrastre, se prevé que cuando no sea posible efectuar el lance de control, el buque realice una búsqueda sobre el perfil de profundidad de hasta 5 millas a cada lado del sitio predefinido. Dentro de este espacio se puede realizar el lance de control correspondiente. En caso de no encontrar fondos adecuados en una determinada estación, se debe utilizar un palangre de trampas o anzuelos dependiendo de la especie potencial susceptible de ser capturada. Asimismo, entre cada par de transectos se pueden realizar lances de pesca adicionales en las profundidades donde se registre la presencia de recursos de relevancia pesquera en abundancias de interés comercial.

Estos lances permiten determinar la abundancia relativa de los recursos detectados en las estaciones sobre los distintos transectos establecidas en el área de estudio. El número de lances que se realicen entre transectos dependen del volumen de pesca obtenido en el área y el tiempo total que demanden las operaciones en el período total de la etapa de Prospección. En cada lance de pesca se registran los datos operativos tales como posición geográfica del lance al inicio y termino del mismo, el tiempo efectivo de arrastre, el tiempo de maniobra y las características operativas, así como la medición de fuerzas hidrodinámicas y tensiones del sistema de pesca.

Al momento de cobrar cada lance la captura obtenida será pesada en su totalidad con ayuda de básculas de grúa y se separarán las especies de interés comercial y las especies incidentales, tomando una muestra de cada uno de estos para el muestreo biológico y colección de especies según la metodología descrita en su apartado.

Dentro del componente oceanográfico el plan que se propone corresponde a un total de estaciones hidrográficas que estarán entre las 150 y 200 estaciones, en transectos perpendiculares a la costa, desde la estación más cercana a la costa hasta la estación a unas 200 mn fuera de la costa. La separación entre estaciones es de 20 mn y entre transectos de 40 mn. Sobre algunas de las líneas, el muestreo se extiende hasta 80 millas más afuera. El recorrido total desde la primera estación hasta la última estará entre las 4500 y 4900 mn. Cabe destacar que cada día de crucero es

importante realizar un sondeo de productividad primaria en la estación más cercana al mediodía local.

En cada estación hidrográfica se efectuarán lances hasta un máximo de 1500 m de profundidad, con una sonda CTD, la cual estará acoplada a una roseta con botellas muestreadoras tipo Niskin de 5 L de capacidad. La sonda CTD contiene sensores para medir en forma continua la presión, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y la fluorescencia del fitoplancton. En los primeros 200 m se recolectara agua por medio de las botellas Niskin a 0, 10, 20, 50, 100, 150 y 200 m de profundidad para el análisis del oxígeno disuelto, clorofila-a del fitoplancton y la concentración de nutrientes inorgánicos disueltos.

En el componente planctónico, las muestras para el análisis de zooplancton se recolectaron mediante lances oblicuos desde 210 m de profundidad hacia la superficie con una red bongo de 0.71 m de diámetro y 505  $\mu\text{m}$  de luz de malla. En las estaciones someras la profundidad del arrastre iniciara 10 m arriba del fondo. Las muestras son preservadas con formol al 4% amortiguado con borato de sodio.

Los huevos y larvas de peces, crustáceos, moluscos y cefalópodos se separaran en su totalidad de las muestras originales y se identificaron siguiendo diferentes criterios establecidos para su identificación.

## 4 INFORME DE ACTIVIDADES

### 4.1 CRUCERO BIPO-1406 GOLFO DE CALIFORNIA.

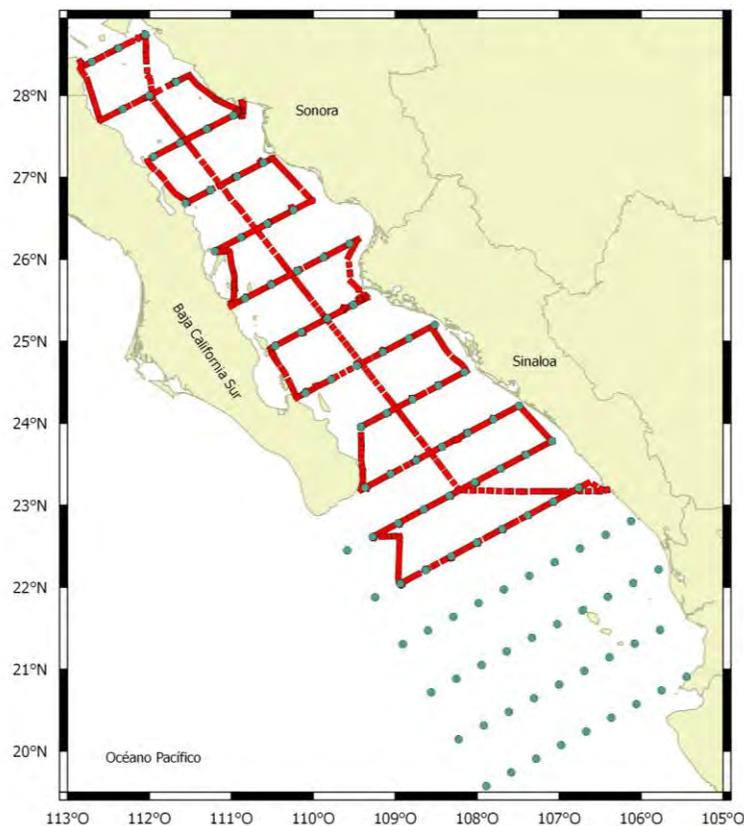
PROYECTO INTERDISCIPLINARIO (CICIMAR, CIBNOR, INAPESCA, ENTRE OTROS)

La campaña BIPO-1406, es el primer crucero de prospección del Buque de Investigación Pesquera y Oceanográfica (BIPO) INAPESCA), como parte del proyecto de Investigación Pesca Exploratoria y Desarrollo Tecnológico en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano.

El área prospectada comprendió desde el sur de las Grandes Islas, frente a Bahía de Kino, Sonora hasta el transecto ubicado a 15 millas náuticas (mn) al norte del puerto de Mazatlán, Sinaloa, operando a una distancia de la costa determinada por la isóbata de los 100 m de profundidad hasta los límites de las 200 mn. El objetivo de la campaña fue verificar y determinar la existencia de recursos pesqueros que permitan sustentar un proceso de explotación comercial, para en una etapa posterior, proporcionar información cualitativa y cuantitativa de la disponibilidad y abundancia de recursos pesqueros potenciales, con el propósito de justificar el desarrollo de nuevas pesquerías.

El plan de crucero básico, estuvo integrado por 101 estaciones hidrológicas de muestreo en 16 transectos perpendiculares a la costa, con una distancia de 40 mn entre cada uno y de 20 mn entre cada estación (Fig. 1). El derrotero de las estaciones se realizó del 30 de mayo al 18 de junio de

2014. Iniciando en la estación hidrológica número 1 localizada en la parte sur de las Grandes Islas en el Golfo de California y terminando en la última estación del transecto más cercano al puerto de Mazatlán, Sinaloa. En cada estación se realizó un muestreo que permitió obtener información para los componentes Hidroacústico, Plantónico, Tecnológico y Biológico-Pesquero. La prospección hidroacústica se realizó desde el momento de inicio del crucero en el puerto de Mazatlán, Sin., hasta la última estación de muestreo, se realizaron lances de pesca de control para la validación de los ecogramas.



**Figura 1.** Red de estaciones de muestreo que comprenden desde el sur de las grandes Islas en el Golfo de California hasta Cabo Corrientes, Jalisco. Línea roja describe la ruta prospección durante la campaña BIPO-1406; los puntos indican la red estaciones hidrológicas.

## Componente Hidroacústico

En el laboratorio de acústica y control del BIPO, se realizó la prospección hidroacústica misma que inició a partir de la salida del puerto de Mazatlán, Sinaloa, registrando la información con la ecosonda pesquera Simrad EK60, la cual cuenta con cinco frecuencias verticales (18, 38, 70, 120 y 200 kHz), así como dos frecuencias horizontales (70 y 200 kHz); y la ecosonda batimétrica monohaz EA600 que opera con dos frecuencias (12 y 200 kHz). La información sin procesar (RAW) se encuentra contenida en archivos crudos que totalizan 24.5 GB de datos, mientras que a partir del segundo día de campaña están en formato HAC con fines de postproceso.

En total se cubrieron 12 de los 16 transectos planeados, navegando 2, 200 mn. Los lances de pesca de control se realizaron, en función de los registros (ecogramas) observados en pantalla en donde se indicaba la presencia y abundancia de algún recurso potencial. En total se realizaron siete lances de pesca de verificación con el sistema de pesca de arrastre de media agua.

A continuación se presentan algunos ecogramas asociados a los diferentes lances de identificación.

El ecograma de “referencia” representa la imagen con la cual se decidió efectuar el lance, mientras

que el ecograma “en pesca” es la imagen registrada durante el lance, en la cual se puede observar la trayectoria trazada por la red (línea dorada) durante el arrastre.

Lance 1.

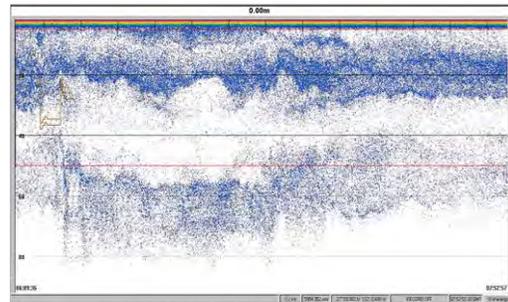
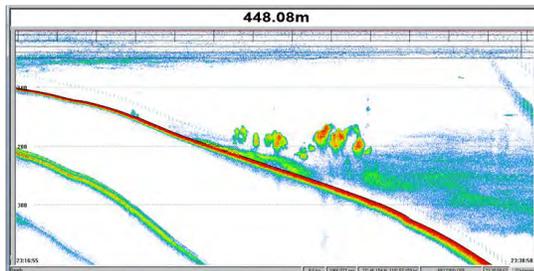


Imagen en pesca (18 kHz)



Lance 2. Imagen de referencia (18 kHz)

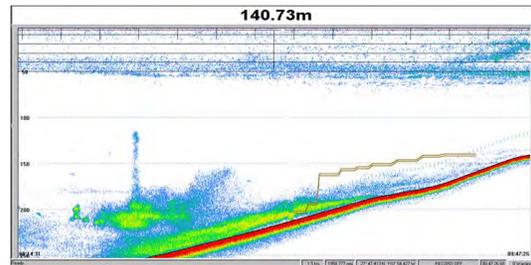
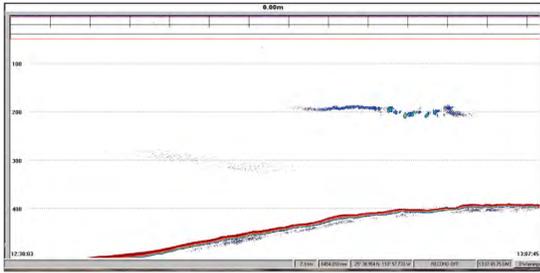


Imagen en pesca (18 kHz)

Lance 3. No se cuenta con la imagen de los ecogramas durante este lance debido a que se reiniciaron todos los equipos acústicos.



Lance 4. Imagen de referencia (38 kHz)

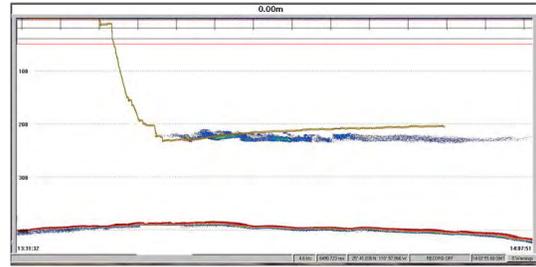
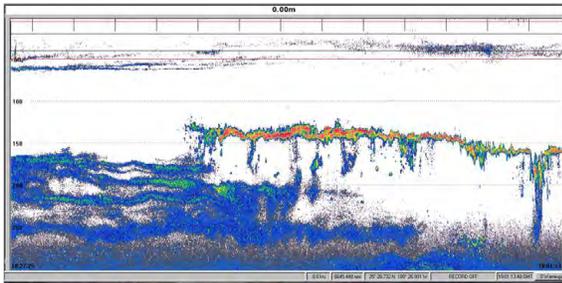


Imagen en pesca (38 kHz)



Lance 5. Imagen de referencia (38 kHz).

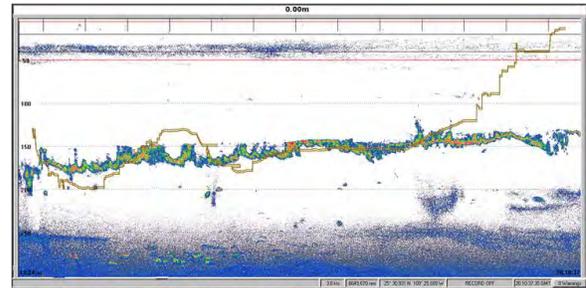
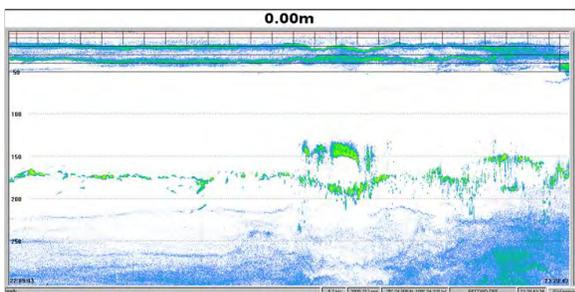


Imagen en pesca (120 kHz)



Lance 6. Imagen de referencia (70 kHz)

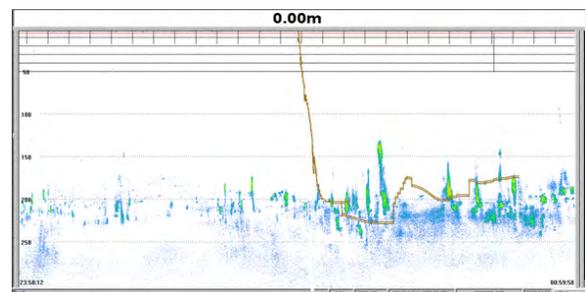
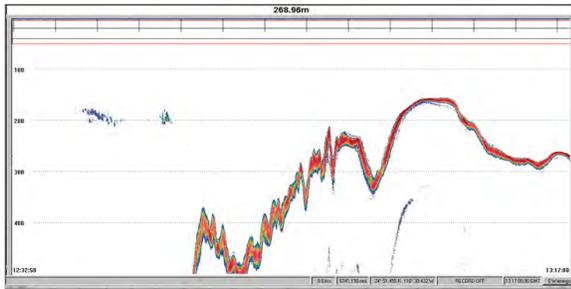


Imagen en pesca (70 kHz)



Lance 7. Imagen de referencia (38 kHz)

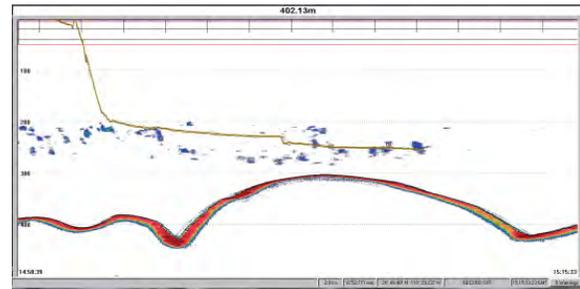


Imagen en pesca (38 kHz)

En los lances de verificación se pudieron capturar diversos grupos taxonómicos, entre los que destacan los peces mictófidios (*Benthoosema panamense*), que de manera recurrente se observaron en los ecogramas como una capa de dispersión profunda (aproximadamente a 200 m de profundidad) y que por la noche típicamente se observaron migrar hacia la superficie. De cada lance se registró su ubicación y su composición (únicamente para las especies más abundantes) (Fig. 2).

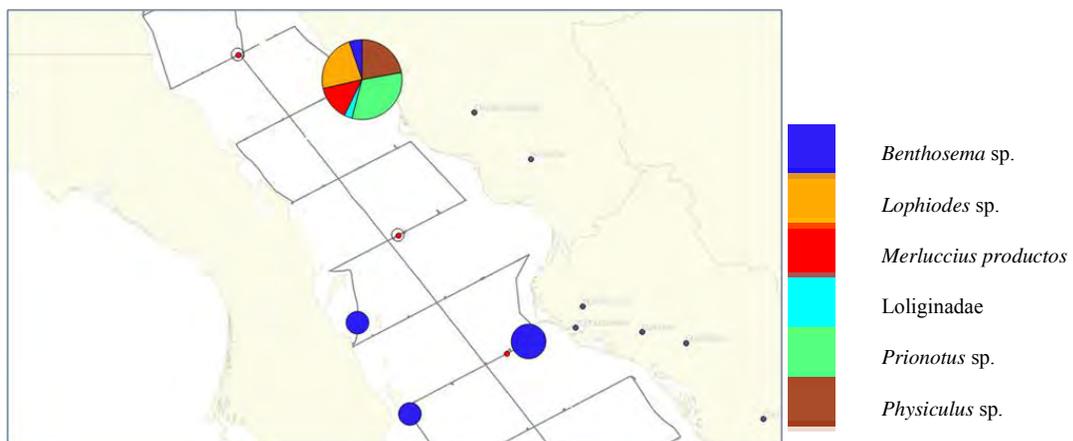


Figura 2. Captura en los lances de pesca de control en la campaña BIPO-1406.

## Componente Planctónico

Para la prospección del plancton se realizaron 61 lances con la red bongo y 59 lances con la red superficial, lo que corresponde a 60% de las estaciones de muestreo originalmente planeadas para esta campaña (Fig. 1). El tiempo de duración en cada estación hidrológica fue de 50 minutos la más corta y 2 horas 15 minutos la más larga. Las variables ambientales fueron registradas en 61 lances de la sonda CTD (Conductivity, Temperature, Depth), la cual cuenta con sensores para medir en forma continua la conductividad, profundidad, presión, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y la fluorescencia del fitoplancton.

*Variables ambientales:* Los registros de temperatura superficial mostraron un valor mínimo de 23°C mientras que la máxima alcanzó 31°C, con un promedio de 27.7°C. Las mayores temperaturas se registraron frente a las costas de Sinaloa, particularmente al sur de Bahía Altata con un gradiente costa-océano. Un núcleo de agua fría (<24°C) se registró al sur de la Isla San Lorenzo (Fig. 3). La distribución de la salinidad superficial mostró la presencia de Agua del Golfo de California (AGC) frente al norte de Sonora, y frente a la costa peninsular en el sur del golfo, así como la intrusión de Agua Tropical Superficial (ATS, salinidad <35‰), frente a la costa de Sinaloa, con dos núcleos de AGC en la región más sureña del área de estudio (Fig. 4).

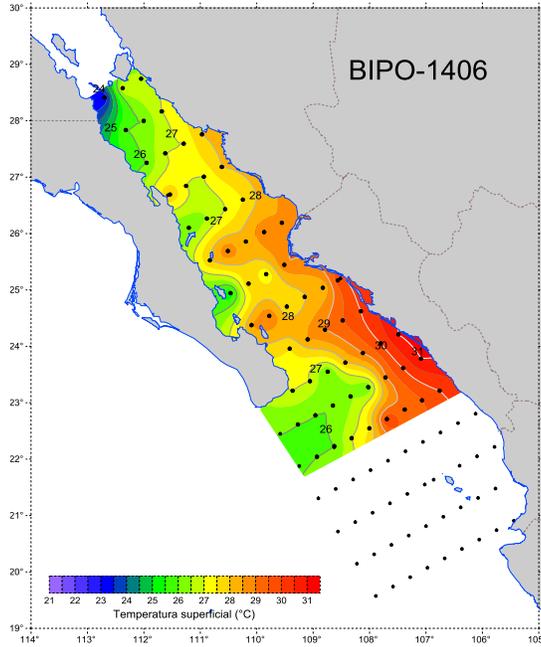


Figura 3. Distribución de temperatura superficial en el Golfo de California, durante el crucero BIPO-1406.

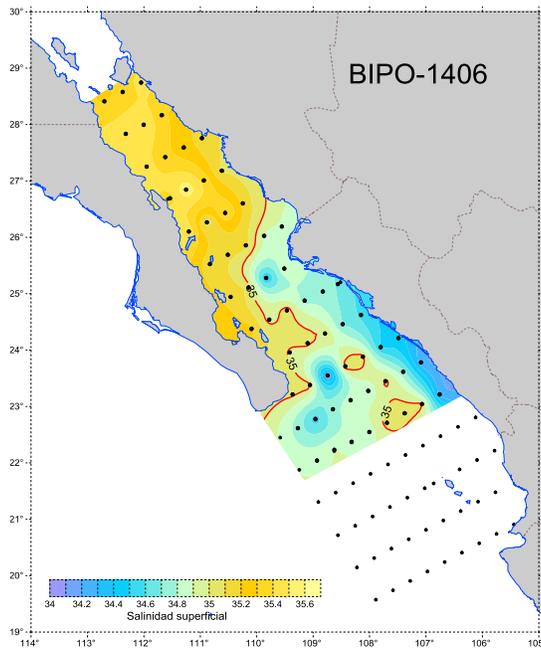
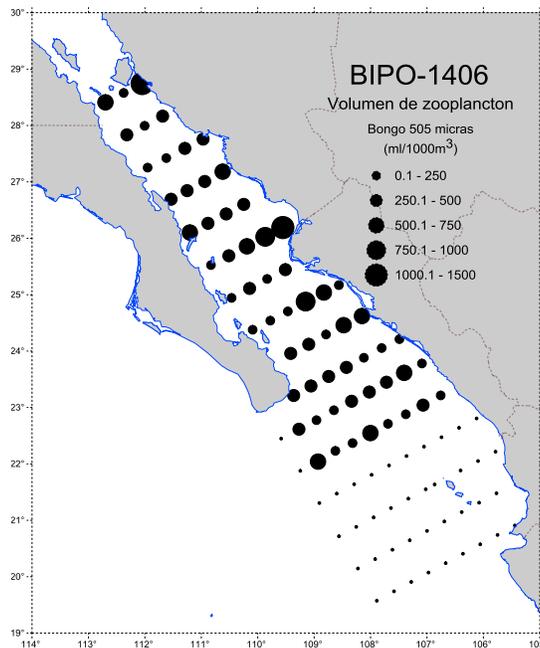


Figura 4. Distribución de salinidad superficial en el Golfo de California, durante el crucero BIPO-1406. La línea roja indica la isohalina de 35‰.

*Volúmenes de zooplancton.* Con la red bongo se registró un volumen de zooplancton (VZ) mínimo de 84 ml/1000 m<sup>3</sup>, un máximo de 1224 ml/1000 m<sup>3</sup> y un promedio de 384 ml/1000 m<sup>3</sup>, en los primeros 200 m de la columna de agua. Los VZ determinados a bordo del barco, fueron mayores en las estaciones cercanas a la costa continental del golfo frente a la zona norte de Sinaloa, mientras que los VZ más bajos se registraron en su mayoría, hacia la costa peninsular. Volúmenes bajos se registraron también en los transectos de muestreo localizados al sur de Cabo San Lucas (Fig. 5).



**Figura 5.** Distribución de volúmenes de zooplancton de red Bongo (505 micras) en el Golfo de California, durante el crucero BIPO-1406.

Los mayores VZ se presentaron en estaciones con temperaturas altas y baja salinidad relacionadas probablemente a la entrada del ATS. Los altos valores registrados de VZ son resultado de la presencia de organismos de consistencia gelatinosa presentes en el plancton como medusas, ctenóforos, sifonóforos, pterópodos y salpas principalmente.

Con la red superficial se registraron volúmenes de zooplancton muy semejantes a los recolectados con la red Bongo, obteniéndose un mínimo de 35 ml/1000 m<sup>3</sup>, un máximo de 1095 ml/1000 m<sup>3</sup> y un promedio de 322 ml/1000 m<sup>3</sup>. Los valores más altos se registraron hacia el centro del golfo frente al norte de Sinaloa en la zona de contacto entre las masas de agua (Fig. 6). También se registraron organismos gelatinosos que contribuyen con mayor volumen en agua a las mediciones.

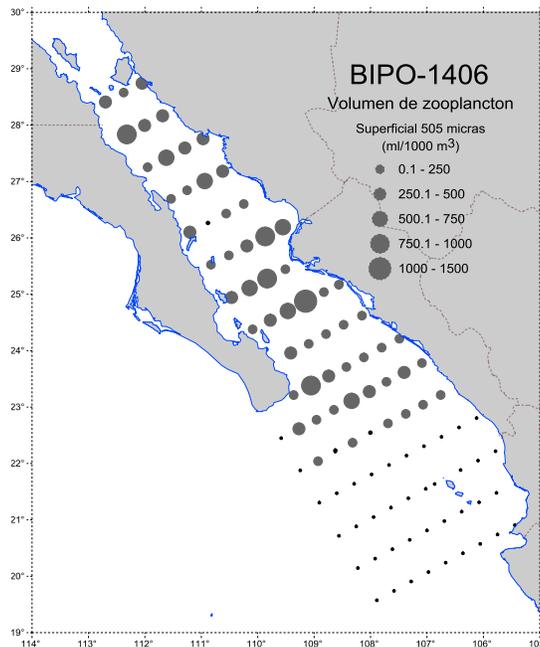


Figura 6. Distribución de volúmenes de zooplancton de la red superficial en el Golfo de California, durante el crucero BIPO-1406.

Cabe resaltar la observación de larvas de peces mesopelágicos de las familias Phosichthyidae y Myctophidae, así como larvas de atún, dorado, y de lenguado en las muestras de zooplancton colectadas en ambas redes.

Otras especies también registradas fueron el calamar mesopelágico de la familia Pyroteuthidae (*Pterygioteuthis hoylei*), un pulpo pelágico probablemente *Japetella heathi* de la familia Bolitaenidae. Algunos ejemplares de langostilla se recolectaron en estaciones de muestreo situadas en la boca del golfo.

### Componente Tecnológico

Las operaciones de pesca (lances de pesca control), se realizaron a solicitud del laboratorio de hidroacústica, es decir, si durante la navegación por la línea del transecto, se observó un ecograma que se consideró importante en cuanto a su volumen de detección, se solicitó al área de tecnología de captura la realización del lance de pesca. El equipo de pesca a bordo del BIPO INAPESCA, utilizado para los lances de control, son dos redes de arrastre de diferentes características a decir: una red pelágica o de media agua y una red de arrastre de fondo.

La red de arrastre pelágica o de media agua, está construida de paño polietileno y poliamida. Está compuesta por cuatro tapas iguales de longitud de relingas de 36.6 m. Los tamaño de mallas son:

alas 406.4 mm, cuerpo compuesto de tres secciones: 203.2 mm, 127 mm, 76.2 mm, antebolso 76.2 mm y un bolso de 25.4 mm.

La red de arrastre de Fondo, está construida de dos tapas con longitudes de relinga: superior de 33.5 m e inferior de 34.5 m. Los tamaños de malla son: alas y cuerpo de 127 mm, antecopo y copo de 88.9 mm.

Se llevaron a cabo siete lances de pesca con red pelágica (media agua), a profundidades de trabajo de la red entre 180 y 230 m.

En cada lance de pesca se colocaron sensores para el monitoreo geométrico del sistema de pesca, con el fin de obtener información entre otros de: Distancia entre Puertas (Dpa), Abertura vertical (Av), profundidad de trabajo de la red y capturas, tanto del sensor que monitorea la apertura de la red y captura (sistema PI), como del sensor que monitorea la distancia o extensión de las puertas (sistema ITI).

La duración de las operaciones de pesca (largado de la red, colocación de sensores en la red, largado de cables de arrastre, tiempo de arrastre, cobrado del cable de arrastre y cobrado de la red) fue de una hora, en tanto que el tiempo de arrastre fue de media hora.

Las operaciones de pesca iniciaron desde posicionar al BIPO para realizar el arrastre, esta actividad consistió básicamente en el cambio de rumbo de la embarcación, debido principalmente a que el buque navega con un rumbo y velocidad fijo, al momento de observar una detección en la videosonda es necesario que el buque cambie de rumbo en sentido opuesto ubicándose aproximadamente a tres millas del punto en el cual se realizó esta detección.

Una vez posicionado el BIPO, se procede al largado de la red y colocación de sensores, en esta maniobra, la red es largada del tambor y se van colocando los diferentes sensores en sus diferentes posiciones, así mismo también se largan los diferentes aparejos (bridas y patentes) para ser conectados a las puertas de arrastre.

Antes de iniciar el largado del cable de arrastre, las puertas se colocaron en la superficie para permitir que éstas pudieran abrir dentro del agua y evitar posibles enredamientos. Posteriormente se inició el largado de la longitud establecida del cable de arrastre para posicionar la red a la profundidad de trabajo indicada. Con ello se dio inicio a la maniobra del arrastre efectivo de pesca.

Al término del tiempo establecido para realizar el arrastre efectivo se procedió al cobrado de la red, iniciando con la maniobra del cobrado del cable de arrastre, y colocación de las puertas de arrastre en su posición. Para el cobrado de la red se desconectaron los cables de las puertas de

arrastre y se procedió al cobrado de la misma en el tambor de red. Una vez en cubierta se abrió la jareta del bolso de la red para vaciar la captura obtenida (Tabla 1).

**Tabla 1.** Lances de pesca de arrastre con red pelágica durante la campaña BIPO-1406.

Lance	Profundidad de red (m)	Dpa (m)	Av (m) Mín-Máx	Captura total (kg)
1	34	Nd	Nd	1.0
2	156	Nd	Nd	51
3	157	14.5	Nd	0
4	217	15.5	Nd	4.2
5	180	14.9	3.3- 11	10.0
6	210	14	1.4-9	3.3
7	200	13.9	Nd	4.2

Dpa - Distancia entre puertas de arrastre.

Av - Abertura vertical de la red.

Nd - No disponible, debido a falla en la lectura de los sensores de red.

*Operación de máquinas Calamareras.* Las características de las maquinas calamareras a bordo del BIPO INAPESCA, son: modelo HAMADE MY-7 de motor eléctrico trifásico de 220 V 60 Hz (relación de transmisión 1:20), capacidad operacional hasta 999 m de profundidad, con revoluciones de cobrado y largado de 5 a 150 rpm,, de dos tambores de adujamiento de 408 x 394 x 107 mm.

Las actividades de pesca con máquinas calamareras se efectuaron durante las estaciones oceanográficas, en particular aprovechando el tiempo mientras el barco realizaba el muestreo del agua con la roseta oceanográfica, para el registro de las variables ambientales.

Se realizaron 14 lances con la máquina calamarera, con un tiempo de operación de alrededor de 30 min. (Tabla 2).

**Tabla 2.** Actividades de pesca realizadas con la máquina calamarera, durante la campaña BIPO-1406.

Núm. lance	Transecto	Estación	Profundidad línea (m)	Captura (núm. org.)
1	260g	60	50	2
2	340g	80	75	1
3	340g	100	100	0
4	380g	60	50	2
5	420g	80	50	2
6	420g	100	50	4
7	460g	80	100	0
8	500g	80	100	0
9	500g	100	100	0

10	580g	80	50	1
11	580g	100	100	0
12	156.7	70	100	0
13	156.7	170	150	0
14	156.7	170	100	1

### Componente Biológico-Pesquero

Se realizaron siete lances de pesca de control con la red de arrastre de media agua. Cabe mencionar que en el lance núm. 1 el total de la captura (1 kg) correspondió a *Bentosema panamense* y en el lance núm. 3 no se obtuvieron capturas. A continuación se describen las capturas obtenidas en los lances de pesca de control procesados.

#### Lance de pesca de control núm. 2

Se identificaron un total de 29 especies: 16 de peces, 10 de crustáceos y 3 de cefalópodos. El total capturado durante el lance ascendió a 51.4 kg, de los cuales 88% correspondió al grupo de los peces (38% *Sebastes* sp., 15% *Prionotus stephanophrys*, 11% *Lophiodes* sp., 10% *Physiculus* sp., 7% *Merluccius productus*, 5% *Pronotogrammus eos* y 2.5% *B. panamense*). El restante 12% estuvo integrado por crustáceos y cefalópodos (Fig. 7).

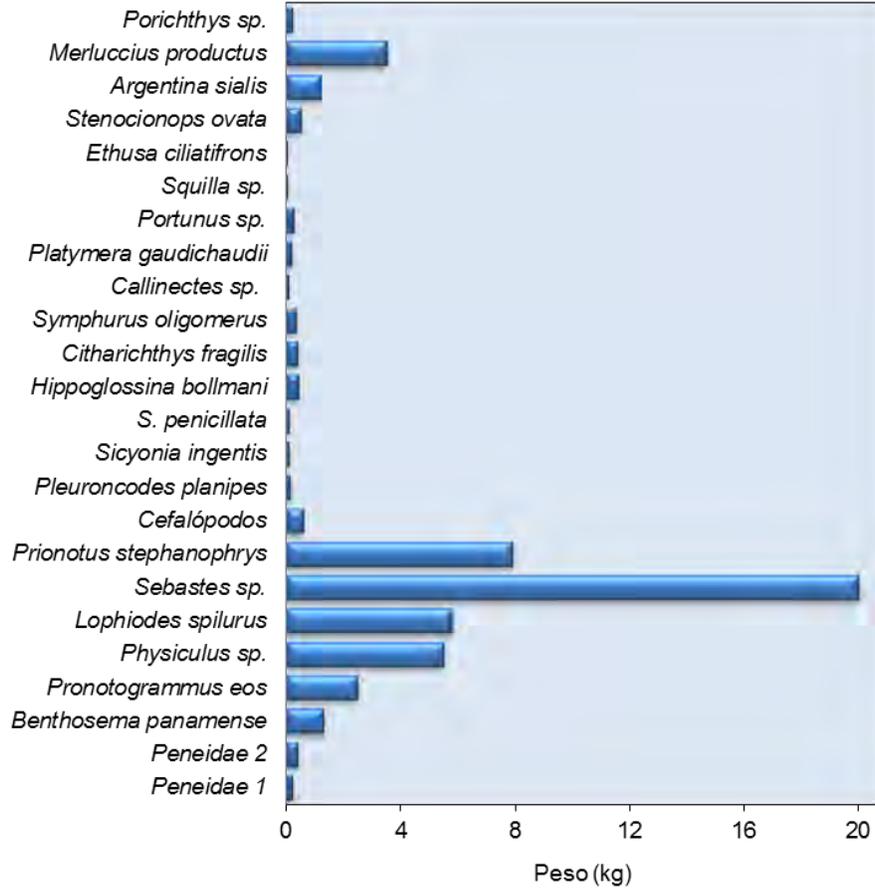


Figura 7. Peso de las especies capturadas durante el lance de pesca de control.

#### Lance de pesca de control núm. 4

Se capturaron 4.2 kg de los cuales 95% correspondió al mictófidio *Benthosema panamense*, mientras que el 5% restante, correspondió al cintillo *Lepidopus fitchi* (Fig. 8).

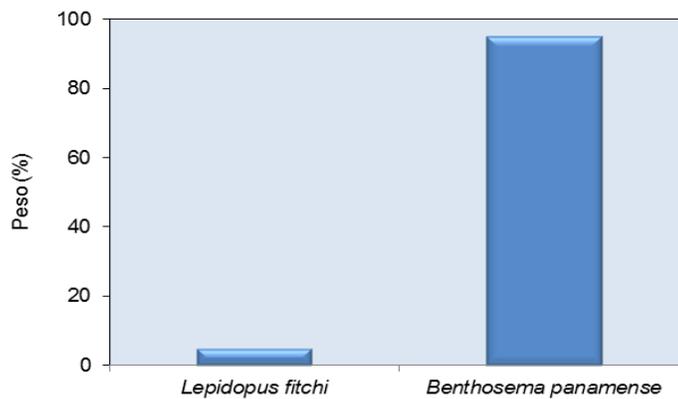


Figura 8. Peso de las especies capturadas durante el lance de pesca de control.

### Lance de pesca de control núm. 5

Se capturaron 10 kg de los cuales 99.99% correspondió a *B. panamense*. Así mismo, se identificó al calamar *Sthenoteuthis oualensis* dentro de la captura (Fig. 9).

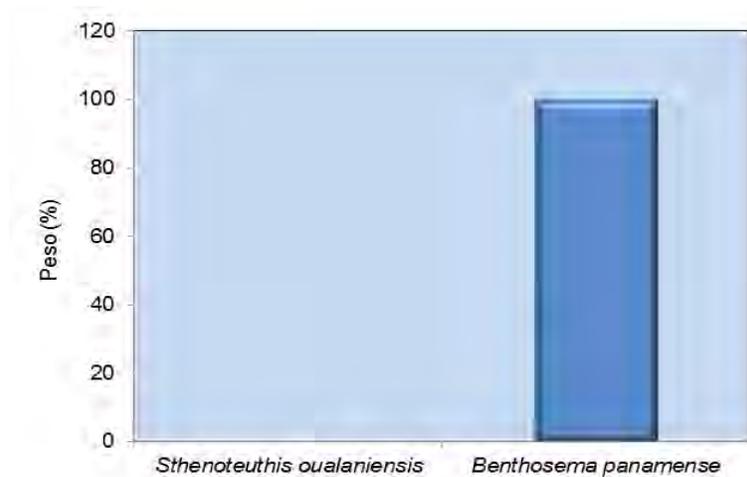


Figura 9. Peso de las especies capturadas durante el lance de pesca de control.

### Lance de pesca de control núm. 6

Se capturaron 3.3 kg peces de los cuales 98% correspondió *B. panamense*, 1.5% *Vinciguerria lucetia*, el 0.5% restante lo conformaron *Pseudobalistes naufragium*, *Fistularia corneta* y *Lepidopus fitchi*. Durante este lance fue capturada una larva filosoma de langosta (Fig. 10).

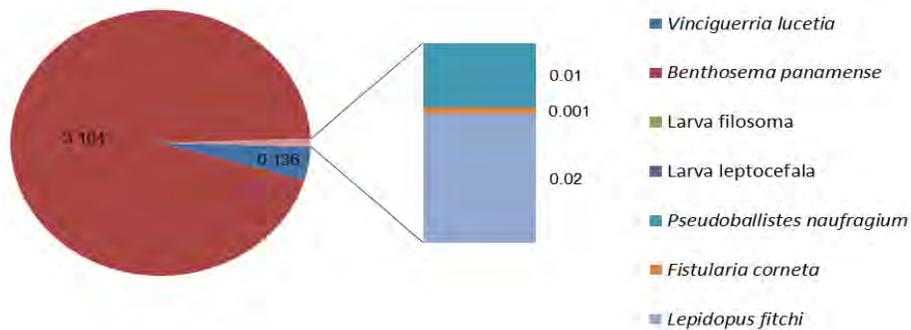


Figura 10. Peso de las especies capturadas durante el lance de pesca de control.

### Lance de pesca de control núm. 7

La captura en este lance fue de 4.2 kg, 97% de ella la conformó *B. panamense*, 0.5% *L. fitchi* y un juvenil de la familia Scorpaenidae. El restante 2.5% fue para el camarón picudo escarlata *Plesionika beebi* (Fig. 11).

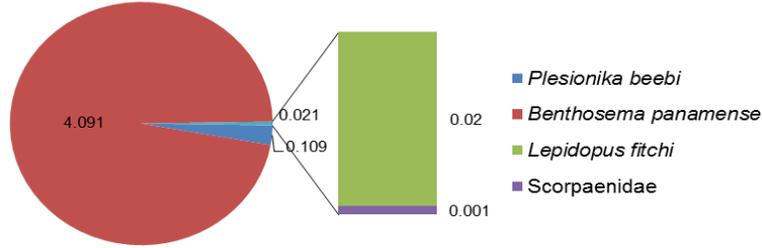


Figura 11. Peso de las especies capturadas durante el lance de pesca de control.

Como resultado de los siete lances de verificación, se identificaron 33 taxones, de los cuales 17 fueron del grupo de los peces, 12 crustáceos, dos moluscos y dos larvas (leptocefala y filosoma) (Fig. 12), siendo el mictófido *B. panamense* el único pez presente en todos los lances, mientras que el escorpenido *Sebastes* sp., fue la especie con mayor peso total.

## PARTICIPANTES

Jefe de campaña: Heriberto Santana Hernández			
Componente			
Hidroacústico	Plantónico e Hidroacústico	Biológico-Pesquero	Tecnológico
Héctor Villalobos Ortiz	Raymundo Avendaño	Alfonso Medellín Ortiz	Alejandro Balmori Ramírez
Jean Jacques Levenez	Roxana de Silva	Mauricio Montoya	Heriberto Santana Hernández
Violeta E. González Maynes	Julio C. Parra Alanís	Jorge Payán Alejo	Alejandro Valdés Pelayo
Juan Roberto F. Vallarta Zárate	Orso Angulo Campillo	Gabriel Aldana Flores	Gabriel Aldana Flores
Fernando Manini Ramos	Ecatl Manuel Muñoz	Orso Angulo Campillo	Vicente Moreno Borrego
Uriel Rubio Rodríguez		Alejandro Valdés Pelayo	Jorge Payán Alejo
			J. Antonio Tapia Nolasco



## 4.2 CRUCERO BIPO-1407 COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.

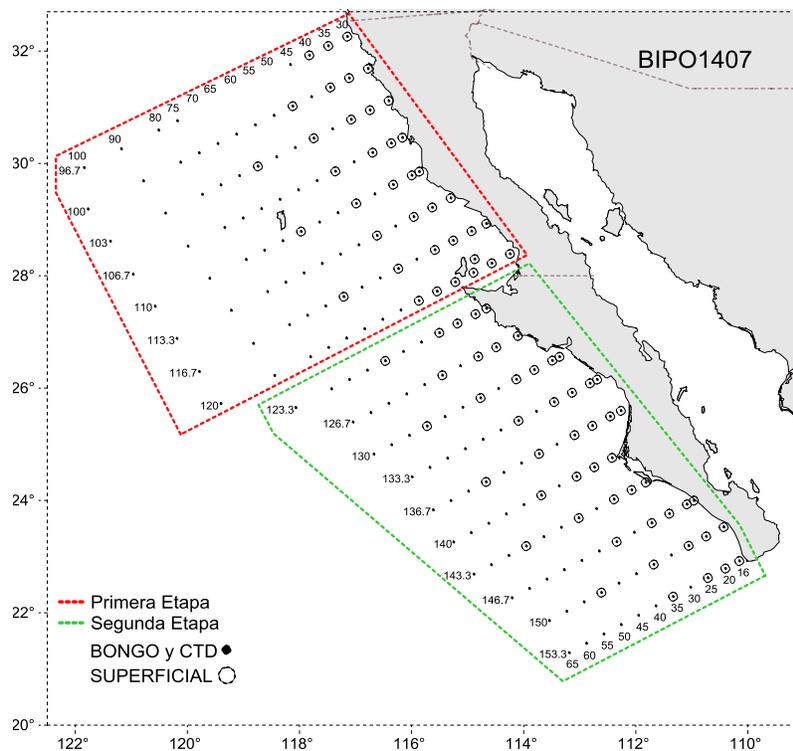
PROYECTO INTERDISCIPLINARIO (CICIMAR, CIBNOR, CICESE, UAS, SEMAR, INAPESCA, ENTRE OTROS)

La campaña BIPO-1407 inició con la prospección de la Zona Económica Exclusiva frente a la costa Occidental de la Península de Baja California, desde la frontera norte entre México y Estados Unidos hasta el límite sur de la península. Este crucero forma parte del proyecto de investigación del Instituto Nacional de Pesca, denominado **Pesca Exploratoria y Desarrollo Tecnológico en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano**, con el objetivo de identificar recursos pesqueros, evaluar su potencial y determinar la tecnología de captura adecuada para su explotación comercial sustentable. Para la realización de la prospección se llevaron a cabo actividades definidas en los componentes Hidroacústico, Oceanográfico, Planctónico, Tecnológico y Biológico.

Las actividades del crucero se llevaron a cabo del 8 de julio al 7 de septiembre de 2014, mismas que iniciaron desde la fecha de zarpe del puerto de Mazatlán, Sin., tomando rumbo con destino al Puerto de Ensenada, B. C. y finalmente arribando en su regreso al puerto de Mazatlán, Sin. Las actividades formales del crucero iniciaron el día 14 de julio desde la línea fronteriza con Estados

Unidos, finalizando el día 4 de septiembre de 2014, con un plan básico de 216 estaciones hidrológicas distribuidas en 18 transectos perpendiculares a la costa.

Debido a la extensión de la zona a prospectar y con el objeto de asegurar un volumen de diésel para la operación de la embarcación, fue necesario dividir la campaña en dos etapas. Al finalizar, la primera etapa, se navegó al puerto de Ensenada, en donde se abasteció de combustible para complementar la segunda etapa de la campaña (Fig. 1).

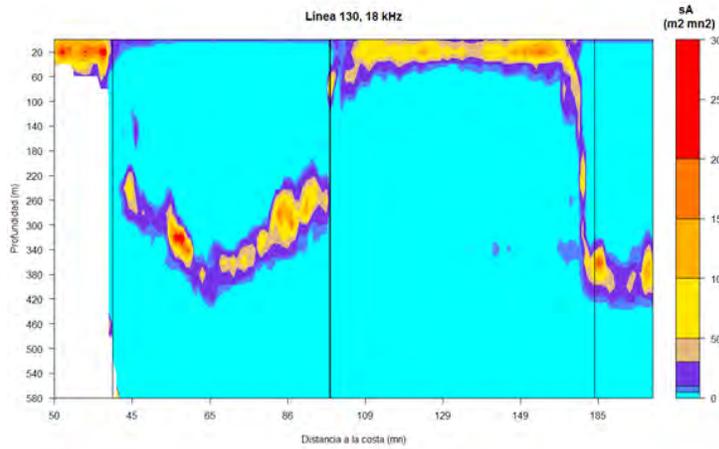
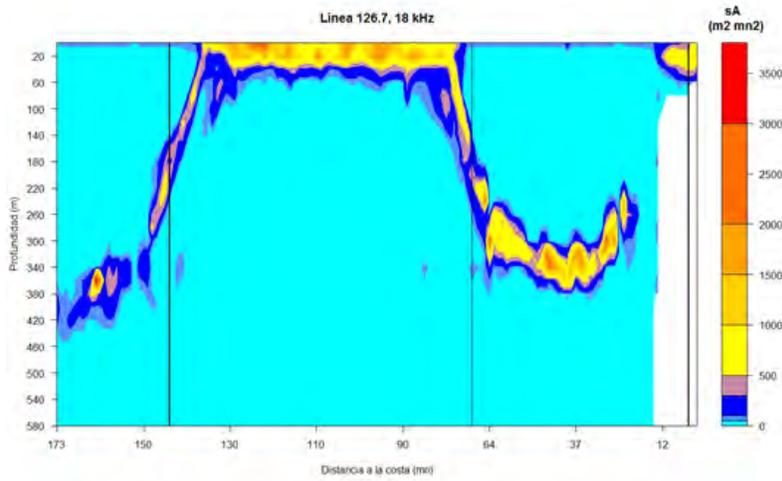
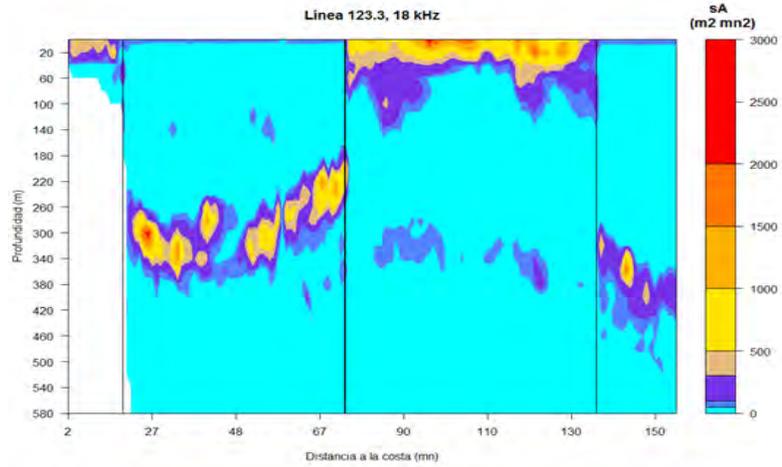


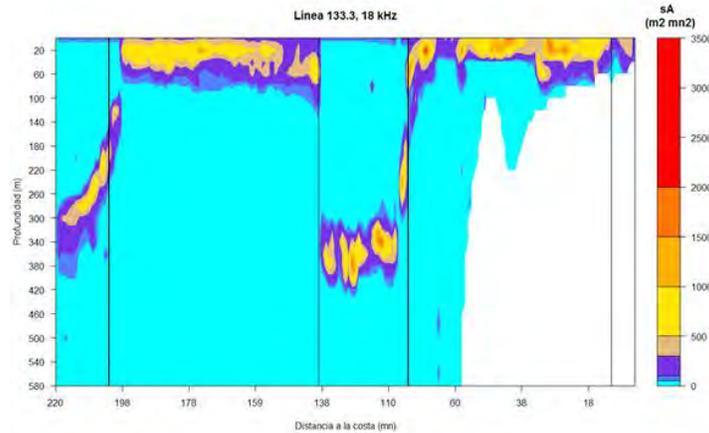
**Figura 1.** Plan básico de estaciones de muestreo del barco BIPO-INAPESCA en la costa occidental de la península de Baja California. Los polígonos muestran las dos etapas del crucero BIPO-1407.

Se presenta de manera detallada las actividades y algunos resultados relevantes de cada una de las áreas de investigación de este crucero.

### Componente Hidroacústico

En los 18 transectos, se registró información con ecosondas MultiHaz EA600 (formato RAW) y EK60 (formato RAW y HAC). Durante los primeros 25 días del crucero, se realizaron correcciones en los archivos en formato HAC, para el análisis de las imágenes en el posproceso. En los transectos 123.3, 126.7, 130 y 133.3 se calculó el coeficiente de retrodispersión por milla náutica ( $s_A$ , en  $m^2 mn^2$ ) por capa de profundidad en intervalos de 20 m, desde 5 hasta 600 m y unidades de muestreo elemental (ESUs) de 1 mn (Fig. 2). De las cinco frecuencias verticales disponibles (18, 38, 70, 120 y 200 kHz), en la de 18 kHz se observó el mayor número de detecciones.





**Figura 2.** Eointegración por capa de profundidad de los transectos 123.3, 126.7, 130 y 133.3 para la frecuencia de 18 kHz y un nivel umbral de detección de -80 dB. Las líneas verticales representan la salida (línea delgada) y la puesta del sol (línea gruesa).

## Componente Oceanográfico

En el componente oceanográfico las actividades se dividieron en: registro de variables ambientales, muestreos continuos e hidrocalas.

*Variables ambientales.* Para la caracterización química del ambiente marino, en 212 estaciones hidrológicas se tomaron 949 muestras para determinar clorofila  $\alpha$  y nutrientes, 124 muestras para evaluar fitoplancton, 82 muestras para la determinación de sus componentes por el método de HPLC y 8 muestras para determinar carbono inorgánico disuelto. En las 212 estaciones se determinó la absorción de luz en la columna de agua. Se realizaron además 13 experimentos de productividad primaria *in-situ* y 9 experimentos de productividad primaria en laboratorio para la

determinación de la curva irradiancia-productividad y se determinó la concentración de oxígeno en 694 muestras de agua de mar por el método de micro-Winkler.

*Mediciones continuas.* Se realizaron dos muestreos con flujo continuo de agua superficial de mar, en uno de ellos se determinó la presión parcial de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y en el océano. En el otro muestreo continuo, se utilizó un termosalinómetro para determinar la temperatura y salinidad del agua de mar superficial. En conjunción con un fluorómetro Turner se midió la concentración de clorofila en el océano. Es importante señalar que se requirió hacer una calibración con muestras a concentración conocida de clorofila para determinar la relación entre la señal de voltaje de salida del instrumento con la concentración de clorofila en el océano.

*Hidrocalas.* Se realizaron 210 lances de CTD (Conductivity, Temperature, Depth) para la determinación de los perfiles verticales de temperatura, salinidad y otras propiedades del agua de mar en 193 estaciones. En los primeros 4 lances se utilizó únicamente el CTD cableado para la adquisición de datos en tiempo real, en los que se observó que los datos eran erróneos, probablemente por defectos en los sensores. Por lo que se decidió adherir un CTD autónomo a la jaula de metal para descenderlo junto al CTD cableado para el resto de los lances. Lo anterior, con la finalidad de adquirir datos confiables de temperatura y salinidad con el CTD autónomo y poder disparar las botellas Niskin de manera remota y en tiempo real por medio del CTD cableado. A partir del lance 158 fue necesario el uso de la roseta autónoma ya que se tuvieron

problemas técnicos con la unidad de cubierta del CTD cableado. Este problema no impidió la toma de datos y de muestras de agua de mar para el resto de las estaciones.

Con un procesado preliminar realizado a bordo del BIPO se determinó que el CTD autónomo adherido funcionó y registró datos de manera correcta. Los parámetros que se perfilaron con el CTD autónomo fueron conductividad, temperatura, profundidad, salinidad, oxígeno, pH, y fluorescencia.

El día 25 de agosto, se registró un fallo en la unidad de cubierta dejando imposibilitada la utilización de la Roseta, por lo que fue necesario solicitar el permiso para hacer uso de la Roseta propia del buque para la obtención de muestras de agua. Se realizó un lance de prueba con las 24 botellas Niskin instaladas para asegurar que su funcionamiento fuera el correcto, observándose que el cierre remoto de las mismas era el esperado. Con lo anterior se procedió a sujetar el CTD autónomo a la jaula de metal y que el cierre de las botellas se realizará programando la Roseta por el sensor de presión. No obstante, se presentaron problemas en el uso del software que controla el cierre de botellas, proceso que consume 30% de la batería y que se tiene que recargar después de cada lance.

Los perfiles verticales de temperatura y salinidad de la línea 123.3 obtenidos a partir del procesamiento preliminar de los datos se muestran en las *figuras 3 y 4*.

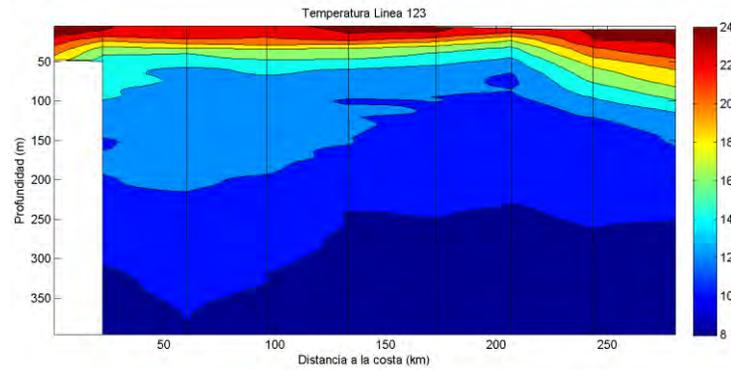


Figura 3. Perfil de temperatura en el transecto 123.3, el lado izquierdo de la imagen es el más cercano a la costa.

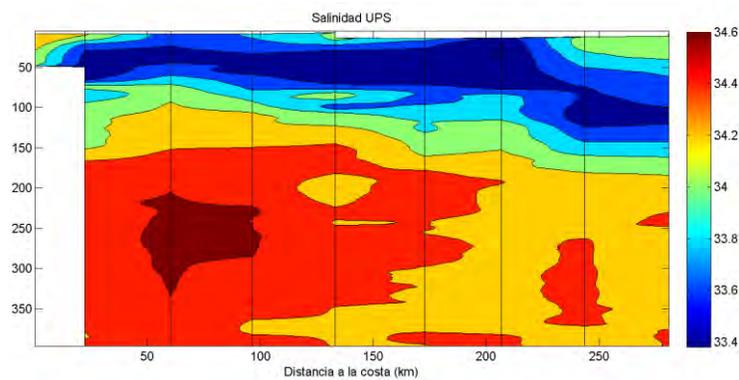


Figura 4. Perfil de salinidad en UPS en el transecto 123.3, el lado izquierdo de la imagen es el más cercano a la costa.

### Componente Planctónico

La recolecta de plancton se realizó con red Bongo (505  $\mu\text{m}$ ) y red superficial cónica simple (505  $\mu\text{m}$ ). La red Bongo se utilizó en 186 lances en las 214 estaciones programadas. Cinco muestreos de plancton en el mismo número de estaciones se suspendieron debido a la marejada provocada por la intensidad del viento que superó los 25 nudos de velocidad. Sin embargo, se llevaron a cabo dos lances en los que se tomaron muestras adicionales a las planeadas originalmente, al este y oeste de Isla Guadalupe.

Los arrastres superficiales con red cónica simple de un metro de diámetro se realizaron en las 87 estaciones programadas para ello.

Cabe hacer mención que se cancelaron 23 estaciones hidrológicas debido a la limitante de tiempo en la conclusión del crucero y por el paso de los huracanes Marie y Norberto.

*Zooplankton.* Los resultados obtenidos con la red Bongo muestran larvas de peces mesopelágicos de las familias Myctophidae y Phosichthyidae, principalmente. También se identificaron organismos en etapa adulta como las langostillas (*Pleuroncodes planipes*). En los arrastres superficiales con red cónica se registraron larvas de peces pelágicos menores de las familias Clupeidae y Engraulidae, e inclusive se obtuvo un ejemplar juvenil de atún (familia Scombridae) en el transecto 153.3 cercano a Cabo San Lucas. En estaciones costeras de manera aislada se identificaron larvas de langosta y larvas de cefalópodos (calamares y pulpos).

Los volúmenes de zooplankton (VZ) en la red Bongo tuvieron un promedio de 134 ml/1000 m<sup>3</sup> sin contabilizar dos valores extremos localizados en el transecto 103.3 (Fig. 5). En puntos alejados de la costa al norte del área de estudio y cerca de la costa desde bahía Tortugas hasta el Golfo de Ulloa, se registraron VZ de 500 a 1000 ml/1000 m<sup>3</sup>. El valor promedio del VZ en la red cónica superficial fue de 364 ml/1000 m<sup>3</sup>, identificándose valores altos desde Tijuana hasta Punta Baja y frente a la laguna de San Ignacio y Golfo de Ulloa.

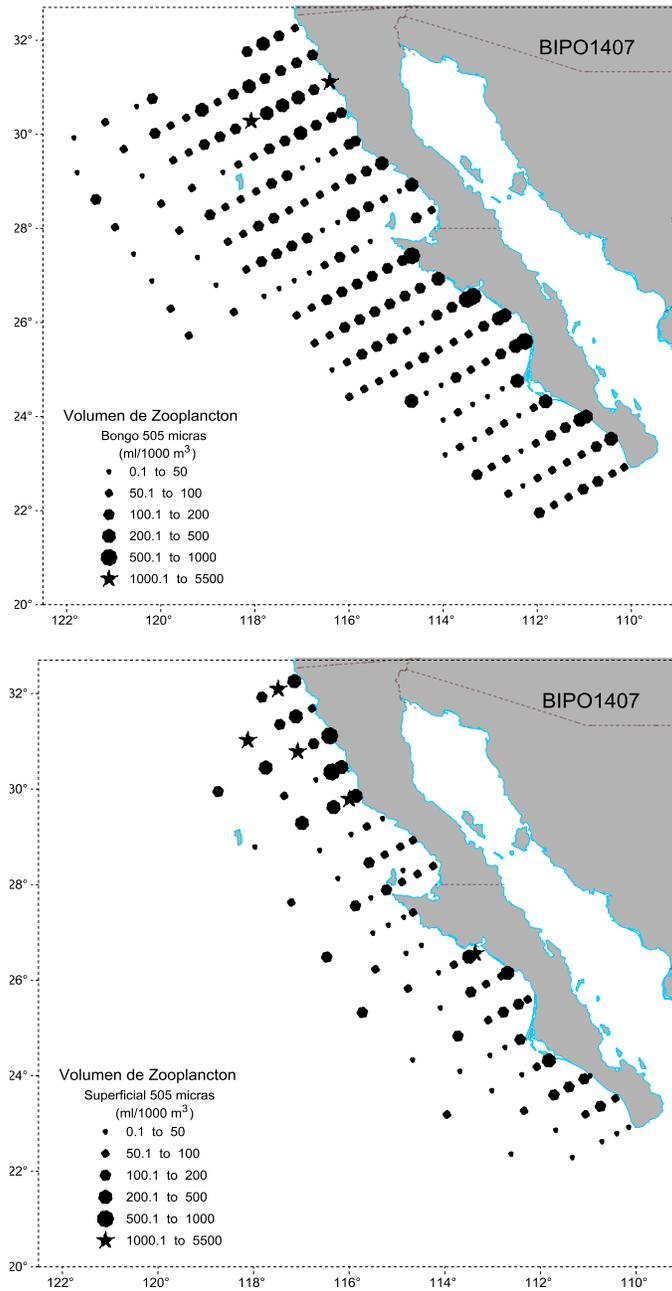


Figura 5. Distribución de volúmenes de zooplancton de red Bongo y red cónica superficial en la costa occidental de la península de Baja California, durante el crucero BIPO-1407.

## Componente Tecnológico

Los lances de pesca tienen como finalidad identificar a los organismos que producen los ecos registrados por la ecosonda MultiHaz EK60, por lo que se realizaron de acuerdo con la estrategia adaptativa diseñada para tratar de muestrear todo los tipos de detección presentes ya sea de media agua o de fondo.

Los lances de pesca se realizaron utilizando dos tipos de redes, una de arrastre de media agua y otra de arrastre de fondo. La red de media agua es una red de cuatro tapas con una longitud de relinga superior de 110 pies y el tamaño de la malla del copo de la red es de ½ pulgada. La red de arrastre de media agua es una red de 2 tapas con una longitud de relinga superior de 105 pies y el tamaño de la malla del copo es de 3 pulgadas. El desplazamiento de las redes durante los arrastres fue monitoreado desde el buque con la instalación en la red de los sonares (ITI y PI50), para conocer la geometría y posición de la red durante el lance.

Los lances de pesca fueron solicitados por el laboratorio de acústica, iniciado las maniobras de pesca cuando el buque da media vuelta sobre el transecto identificado para el arrastre. La duración del lance fue en promedio de una hora y media considerando la instalación de los sensores de pesca (ITI o PI50) y ecosonda de red con cámara de red video (FX80). El tipo de red y la

profundidad a la que la red trabajó se definió de acuerdo a la información generada en las ecosondas.

Durante el crucero BIPO-1407 se realizaron 12 lances, de los cuales 10 fueron de media agua y 2 de fondo (Tabla 1). Los lances se llevaron a cabo a diferentes profundidades desde 37 m hasta 650 m. La red se largó a una velocidad de 4 nudos, la proporción del cable largado con respecto a la profundidad de las redes fue de 2.8 metros de cable por cada metro de profundidad de la red, las dos redes se arrastraron a una velocidad constante de 3 nudos.

La geometría y la posición de la red son parámetros importantes que incrementan la probabilidad de éxito en los lances de pesca, por lo que se colocaron sensores PI para determinar su abertura en la punta de alas de la red. La abertura horizontal promedio de la red de media agua fue de 53 pies y la abertura horizontal de la red de fondo fue de 68 pies. Conjuntamente se colocó un sensor ITI de temperatura y profundidad en medio de la relinga superior, para ver la posición de la red con respecto al buque y la profundidad a la cual trabaja el equipo.

**Tabla 1.** Características de los lances de redes de media agua y de fondo, y la captura obtenida durante el crucero BIPO-1407.

Lance	Fecha	Tipo de red	Prof. (m)
1	16/07/2014	Media agua	130
2	17/07/2014	Media agua	630
3	18/07/2014	Media agua	220
4	18/07/2014	Media agua	37
5	19/07/2014	Media agua	37
6	19/07/2014	Media agua	186
7	20/07/2014	Fondo	270
8	22/07/2014	Media agua	264
9	25/07/2014	Media agua	85
10	26/07/2014	Fondo	300
11	27/07/2014	Media agua	270
12	31/07/2014	Media agua	120

*Pesca de calamar con máquinas calamareras.* De manera simultánea a las actividades de las estaciones oceanográficas, se realizaron lances de pesca experimental utilizando la maquinilla haladora eléctrica de estribor. Al llegar a la estación en horario nocturno se dio inicio a las actividades de pesca, el procedimiento consistió en dar 15 min de luz al lugar donde se detuvo la embarcación, una vez completado el tiempo, se procedió a operar el arte de pesca. Se utilizó una maquinilla como ayuda a la pesca, programada para que operara la línea de poteras a diferentes profundidades, con un tiempo de calado de un minuto. A la par de estar operando el equipo automatizado, una persona realizó pesca con una línea de mano (una potera) lo que se consideró como testigo e indicador de la profundidad y el tiempo de calado de la línea múltiple de poteras.

Siguiendo el plan de crucero BIPO-1407 y los lances de rutina de la roseta, se realizaron actividades de pesca exploratoria de calamar, obteniendo los siguientes resultados.

*Pesca de calamar con potera, línea múltiple y de mano.* Se realizó pesca exploratoria de calamar en 22 estaciones ubicadas a profundidades de 80 y 4000 m. La captura estuvo integrada de 10 ejemplares de camalar en tallas de 17 a 26 cm de longitud de manto (Fig. 6) y un peso total de 2.3 kg (no se registró el peso individual debido al tamaño y al movimiento del buque), obtenidos en 192 lances con la maquinilla y 70 de la forma manual. Los ejemplares fueron transferidos para su identificación al Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) del INAPESCA de La Paz, Baja California Sur.

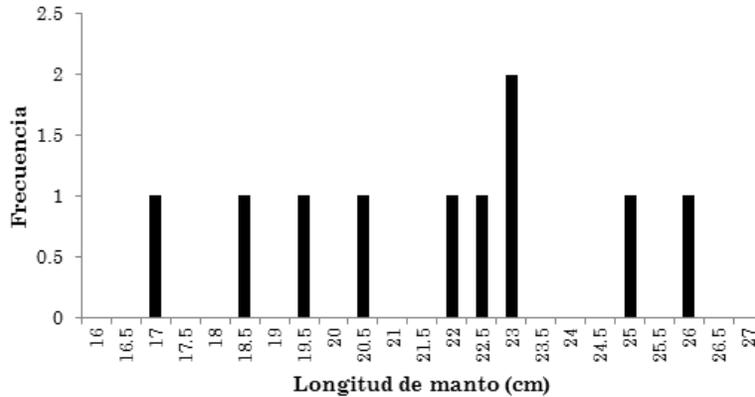


Figura 6. Longitud de manto de calamar capturado con potera, durante el crucero BIPO-1407.

Como actividades paralelas a los lances de pesca, se repararon y caracterizaron las redes de arrastre de fondo y media agua, así como las líneas de poteras, con lo que se elaboró los planos técnicos de estas artes de pesca.

1.- Reparación de la red de arrastre de fondo. La reparación consistió en identificar las partes dañadas de la red, valorar el estado del daño y la confección de las secciones. Se reparó la tapa superior en las secciones del cielo, bordes laterales y relinga superior (parte central).

2.- Reparación de la red de arrastre de media agua. Se realizó una verificación de la tapa superior, encontrando una ruptura en la sección del cielo en la parte central de la relinga, la cual fue reconstruida y encabalgada.

3.- Caracterización de la red arrastre de media agua. Al no contar con un esquema o plano de la red, se recabaron las características principales de cada pieza que conforman la red y el bolso, contando el número de mallas en los bordes (superior en inferior), altura de la pieza e identificando el tipo de corte, obteniendo un bosquejo a mano alzada.

4.- Caracterización del aparejamiento de la red de arrastre de media agua. Con la finalidad de obtener la máxima eficiencia operativa de la red y obtener un esquema de armado se verificó el aparejamiento. Previo a la verificación se realizaron cálculos de bridas y patentes, basados en la longitud, abertura vertical y horizontal de la red. Se encontró que dichos componentes se encuentran en el límite inferior óptimo para el funcionamiento de la red y se recabó la información de las longitudes de bridas y patentes, además de los elementos de unión.

5.- Caracterización de la red arrastre de fondo. Al no contar con un esquema o plano de la red, se recabaron las características principales de cada pieza que conforman la red y el bolso, contando el número de mallas en los bordes (superior en inferior), altura de la pieza e identificando el tipo de corte, obteniendo un bosquejo a mano alzada.

6.- Caracterización del aparejamiento de la red de arrastre de fondo. Con el objetivo de obtener la máxima eficiencia operativa de la red y recabar el esquema de armado, se verificó el aparejamiento. Previo a la verificación se realizaron cálculos de bridas y patentes, basados en la

longitud, abertura vertical y horizontal de la red. Se observó, que el aparejamiento no corresponde al que se utiliza en redes de arrastre fondo que son remolcadas por popa.

7.- Aparejamiento de la red de arrastre de fondo. Con los resultados obtenidos en la caracterización, se decidió aparejar de nuevo el sistema de pesca, siguiendo un esquema prototipo obtenido mediante el cálculo.

8.- Elaboración de plano técnico y esquemas de aparejamiento de las redes de arrastre de fondo y media agua. Con la información recabada en las caracterizaciones, se elaboraron los planos técnicos y esquemas de los sistemas de pesca de arrastre utilizados para pesca exploratoria en el BIPO-INAPESCA.

9.- Caracterización de líneas de poteras. Con el objetivo de conocer las dimensiones del arte de pesca, se procedió a medir las longitudes de línea, entre potera y la longitud total de la línea. Se verificaron cuatro líneas de poteras, en cuatro tambores, en dos maquinillas colocadas en las inmediaciones de la popa a babor y estribor. Se obtuvo un bosquejo a mano alzada de las líneas.

10.- Elaboración de plano técnico de las líneas múltiples de poteras. Con los datos recabados en la caracterización, se elaborará el plano y esquemas que permitan observar el armado del arte de pesca y sus principales características.

**Tabla 2.** Actividades del área de tecnología de capturas realizadas a bordo del BIPO-INAPESCA, durante el crucero BIPO-1407.

No.	Actividad	Avance (%)
1	Reparación de la red de arrastre de fondo	100
2	Reparación de la red de arrastre de media agua	100
3	Caracterización de la red arrastre de media agua	100
4	Caracterización del aparejamiento de la red de arrastre de media agua	100
5	Caracterización de la red arrastre de fondo	100
6	Caracterización del aparejamiento de la red de arrastre de fondo	100
7	Aparejamiento de la red de arrastre de fondo	100
8	Elaboración de plano técnico y esquemas de aparejamiento de las redes de arrastre de fondo y media agua	90
9	Caracterización de líneas múltiple de poteras	100

---

10	Elaboración de plano técnico de la líneas de poteras múltiple	50
----	---	----

11	Pesca de calamar con línea múltiple de poteras	En proceso
----	--	------------

**Nota:** Los esquemas y planos de las artes de pesca, serán proporcionados al archivo general del buque y al jefe de crucero, una vez terminados.

## Componente Biológico

Se realizaron 10 lances de pesca de media agua y 2 de fondo, capturando un total de 29 especies. Los lances se realizaron a profundidades entre 30 y 300 m. El lance con mayor diversidad de especies fue el efectuado cerca de Isla San Martín, frente a las costas de San Quintín (21 especies).

Cabe resaltar la presencia de larvas filosomas en todos los lances de pesca realizados a más de 50 millas náuticas de la costa.

**Lance 9: 25 de julio de 2014.**





Especie	Núm. de organismos	Peso (kg)
<b>Moluscos</b>		
<i>Loligo opalescens</i>	2	0.1
<i>Octopus sp.</i>	1	1
<b>Crustáceos</b>		
Cangrejo araña rojo (Majidae)	3	1.46
<i>Pandalus platyceros</i>	1	0.12
<i>Paralithodes californiensis</i>	8	4.4
<i>Sicyonia ingentis</i>	13	1.28
<b>Peces</b>		
<i>Daector schmittii</i>	1	0.2
<i>Hydrolagus colliei</i>	2	1.36
Macrouridae	5	0.3
<i>Merluccius productus</i>	18	9
Moridae	10	0.5
<i>Paralichthys californicus</i>	3	0.38
Paralichthyidae	40	1.1
Pleuronectidae	28	3
<i>Raja inornata</i>	4	1.08
<i>Sebastes sp.</i>	16	1.7
<i>Xeneretmus ritteri</i>	2	0.1

Cabe resaltar la presencia de larvas filosomas en todos los lances de pesca realizados a más de 50 millas náuticas de la costa.

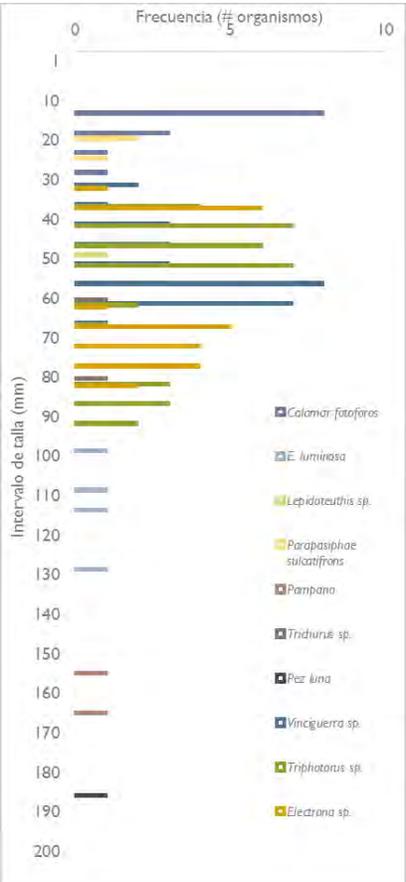
**Lance 11: 27 de julio de 2014.**

Especie	LT (mm)	Núm. de organismos
<b>Invertebrados</b>		
Ctenóforos		5
Holoturidae		1
<i>Gonatus</i> sp.1	28	2
<i>Gonatus</i> sp.2	38	
<b>Crustáceos</b>		
Larva filosoma		1

Se capturaron además, aprox. 40 kg de equinodermos, principalmente erizos de profundidad y galletas de mar.

Especie	Núm. de organismos
<b>Invertebrados</b>	
Ctenóforos	50
Holoturoidae	50
<b>Moluscos</b>	
Calamar con fotóforos	13
<i>Eucleoteuthis luminosa</i>	4
<b>Crustáceos</b>	

Larvas filosomas	8
<i>Lepidoteuthis</i> sp.	1
<i>Squilla</i> sp.	75
<b>Peces</b>	
<i>Electrona</i> sp.	23
Larva leptocéfala	1
Pámpano	2
<i>Parapasiphae sulcatifrons</i>	3
Molidae	1
<i>Trichiurus</i> sp.	2
<i>Triphoturus</i> sp.	78
<i>Vinciguerria</i> sp.	28





Lance 12: 31 de julio de 2014.

Se capturaron 3 especies de cefalópodos, 3 especies de crustáceos y 6 especies de peces, principalmente mictófididos. El peso total de la captura fue de 1.5 kg; el calamar *E. luminosa*, el pez luna y el pámpano representaron más de 50% del peso de la muestra.



Lance 13: 01 de agosto de 2014.

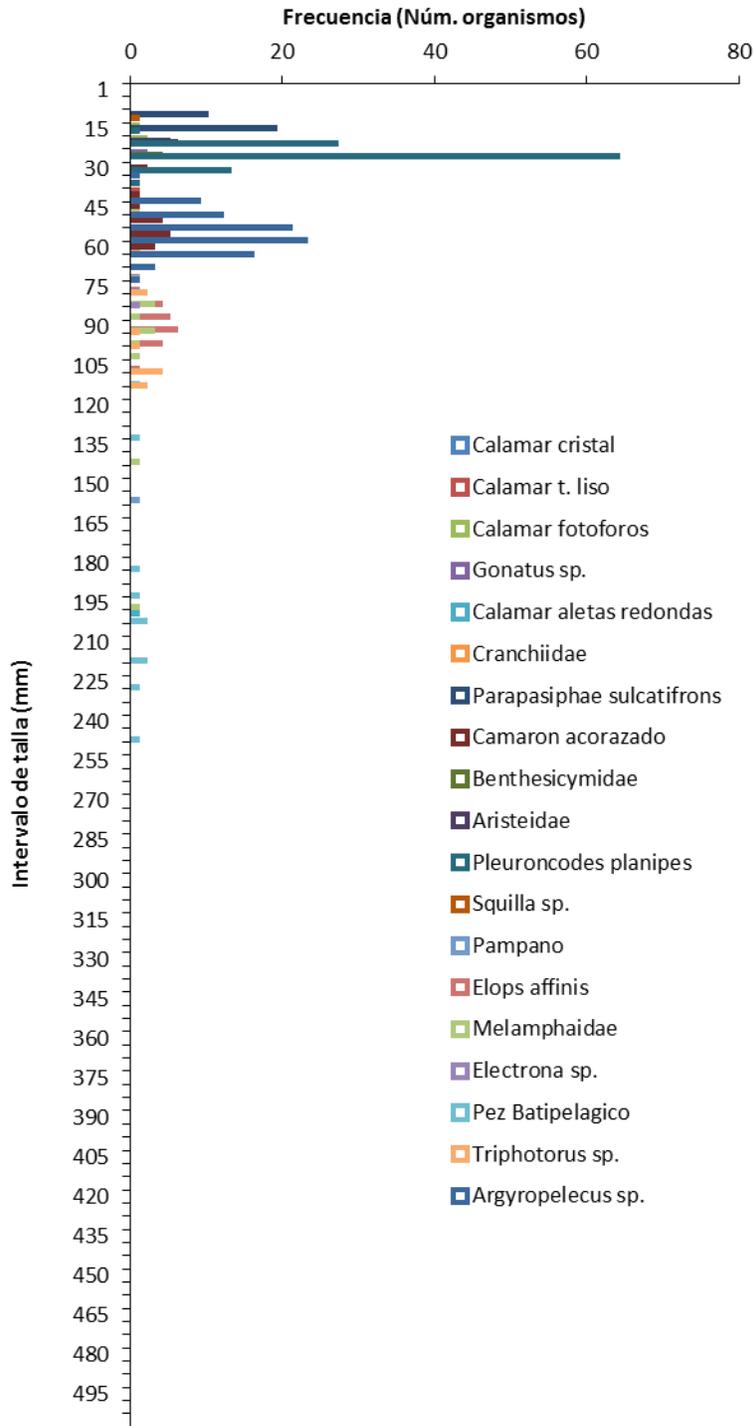
Lance con mayor diversidad (21 especies). Se identificó al calamar *Vampyroteuthis infernalis* mediante las estructuras que permanecieron intactas (manto, aletas y pico).

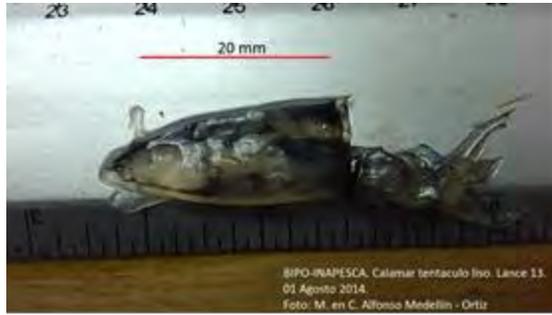
Especie	Núm. de organismos
<b>Moluscos</b>	
Calamar aletas redondas (Posible Joubiniteuthidae)	1
Calamar cristal	1
Calamar tentáculo liso	1
Calamar con fotóforos	3
Cranchiidae	1
<i>Gonatus</i> sp.	2
<i>Vampyroteuthis infernalis</i>	1
<b>Crustáceos</b>	
Aristeidae	21
Camarón acorazado	16
Benthescymidae	6
Larvas filosomas	4
<i>Parapasiphae sulcatifrons</i>	34
<i>Pleuroncodes planipes</i>	106
<i>Squilla</i> sp.	1
<b>Peces</b>	
<i>Argyropelecus</i> sp.	209
<i>Electrona</i> sp.	2
<i>Elops affinis</i>	22
Melamphidae	12
Pámpano	1

---

Pez batipelágico	11
<i>Triphoturus</i> sp.	17

---

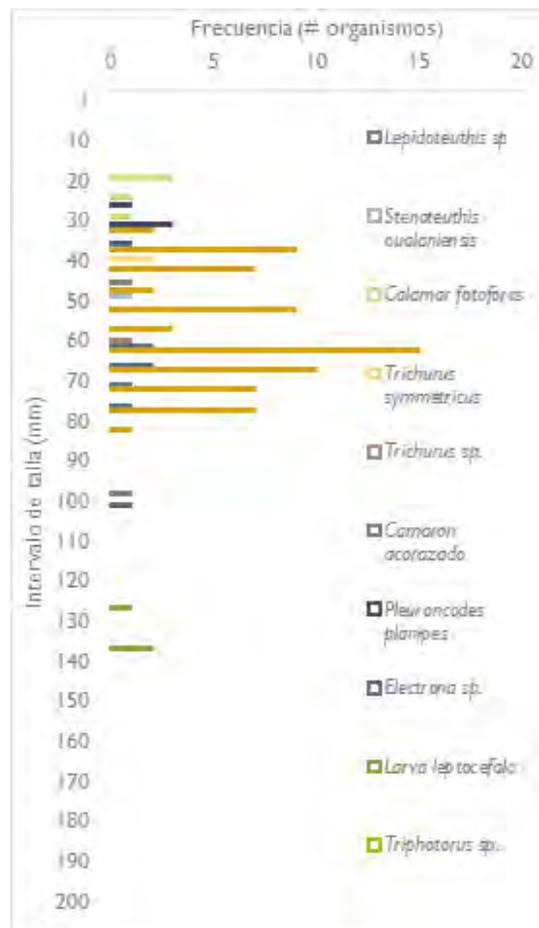




Lance 14: 02 de agosto de 2014.

Especie	Núm. de organismos
<b>Invertebrados</b>	
Ctenóforos	34
Holoturidae	1
<b>Moluscos</b>	
Calamar con fotóforos	5
<i>Stenoteuthis oualaniensis</i>	1
<b>Crustáceos</b>	
Camarón acorazado	1
<i>Lepidoteuthis</i> sp.	1
Eufáusidos	42
<i>Pleuroncodes planipes</i>	
<i>Squilla</i> sp.	23

Larvas filosomas	21
<b>Peces</b>	<b>7</b>
<i>Electrona</i> sp.	8
Larva leptocéfala	3
<i>Trachurus symmetricus</i>	2
<i>Trichiurus</i> sp.	1
<i>Triphoturus</i> sp.	104







## PARTICIPANTES

Jefe de campaña: Heriberto Santana Hernández			
Componente			
Hidroacústico	Oceanográfico y Planctónico	Biológico-Pesquero	Tecnológico
Héctor Villalobos Ortiz Violeta González Juan Roberto Vallarta Zárate Jorge Payán Marcia Yolanda Valenzuela Sergio Paúl Padilla Galindo Francisco Ulises Uribe José Pablo Santos Molina	Raymundo Avendaño Luis Eraso Miranda Ahtziri Romero José Luis Cadena Carol Corral Burgos Luz María Martínez Fuentes Andrés Arturo Aguiar Deneb Saldierna Calapiz Jorge Arturo Castro Yoshiki Leonell Rojas León José Antonio Tapia Homar Verdugo Zurisaday Ramírez Martín de la Cruz	Alfonso Medellín Ulises Uribe Alejandro Valdez Fernando Manini Antonio Tapia Armando Hernández López	Sergio Paúl Padilla Galindo Alejandro Valdez Pelayo José Pablo Santos Molina Armando Hernández L. José Antonio Tapia Heriberto Santana H. Francisco Ulises Uribe

### 4.3 CRUCERO BIPO- 1412 COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA.

PROYECTO INTERDISCIPLINARIO (CICIMAR, CIBNOR, CICESE, UABCS, INAPESCA, ENTRE OTROS)

El crucero BIPO-1412, se realizó en la costa Occidental de la Península de Baja California, del 22 de noviembre al 23 de diciembre de 2014, como parte del proyecto de investigación Pesca

## Exploratoria y Desarrollo Tecnológico en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Mexicano.

Los objetivos de esta campaña fueron:

*Componente hidroacústico:* Continuar con la identificación de las especies susceptibles de aprovechamiento comercial y establecer la dinámica de sus poblaciones mediante los sistemas hidroacústico y lances de pesca de control.

*Componente tecnológico:* Experimentar el uso de artes de pesca para evaluar su comportamiento dinámico durante las faenas de pesca, de manera que sea posible evaluar su eficiencia operativa y funcional, su eficiencia de captura y selectividad e identificar los problemas técnico-operativos para su uso comercial.

*Componente oceanográfico:* Continuar con la obtención de información sobre los principales factores oceanográficos (físicos, químicos y geológicos) que inciden en la presencia y/o ausencia de los recursos pesqueros.

*Componente biológico pesquero:* Identificar las especies susceptibles de aprovechamiento comercial y establecer sus características biológicas y dinámica de sus poblaciones mediante el muestreo físico de los organismos capturados y análisis biológico pesqueros.

El plan de básico de estaciones de muestreo para esta campaña fue diseñado para realizar investigación en 86 estaciones hidrológicas distribuidas en 12 transectos perpendiculares a la costa (Fig. 1).

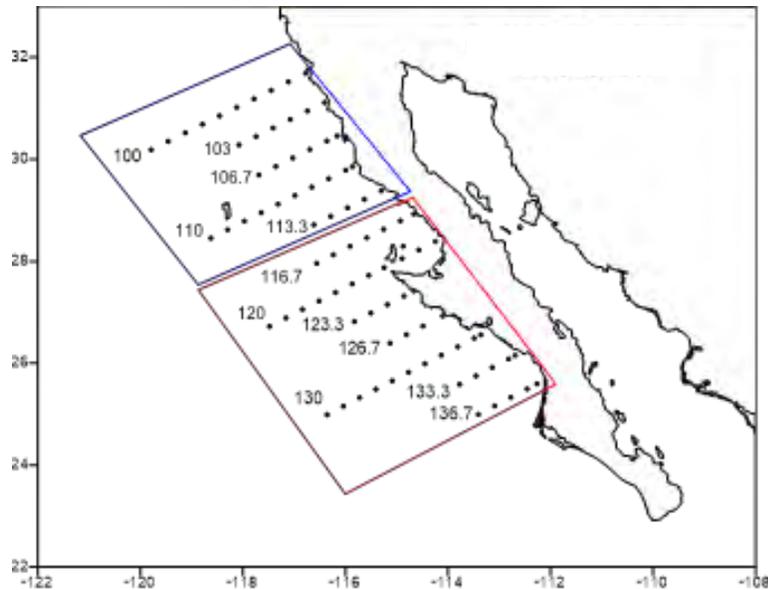


Figura 1. Plan básico de estaciones de muestreo y transectos durante la campaña BIPO-1412. El polígono azul indica la primera semana de actividades y el polígono rojo indica la segunda semana de actividades.

### Componente Hidroacústico

El registro de datos acústicos inició el 22 de noviembre de 2014 a las 09:12, partiendo del Puerto de Mazatlan, Sinaloa, con rumbo al Puerto de La Paz, Baja, California, Sur; durante este trayecto se evaluaron diferentes configuraciones de las ecosondas EK60, EM302 y EA600; así como su

sincronización con la unidad *K-sync*, con el fin de encontrar aquella que mejore la densidad del muestreo acústico. Durante los días 23 al 26 de noviembre, se realizaron varios intentos por calibrar la ecosonda EK60, sin embargo, las condiciones ambientales, principalmente viento y corrientes no permitieron realizar la calibración. En los días subsecuentes se continuaron los registros durante el trayecto del puerto de La Paz, B.C.S., hacia el puerto de Ensenada, Baja California, donde se zarpó del muelle fiscal y se dió inicio a la campaña de investigación el día 2 de diciembre de 2014.

Al 19 de diciembre de 2014 se cubrieron los 12 trasectos de la campaña BIPO-1412 (de norte a sur: 100, 103.3, 106.7, 110, 113.3, 116.7, 120, 123.3, 126.7, 130, 133.3, 136.7), con poco más de 2,308 mn navegadas (Fig. 2). En los 12 transectos se realizaron 85 estaciones hidrológicas, cuya información se encuentra en archivos crudos (RAW) que totalizan 51 GB de datos, y 19.2 GB de archivos en formato HAC, en los cuales se trabajó en la corrección de fondo y eliminación de ruido. Información que permitió realizar un lance de pesca de control con red de arrastre de media agua, mismo que fue abortado por fallas con el winche de babor. Este lance fue motivado por la migración vertical de los organismos dentro de los 40 a 110 m, esta agregación se muestra en el ecograma de “referencia” (Fig. 3a), mientras que el ecograma “en pesca” es la imagen registrada durante el lance (Fig. 3b).

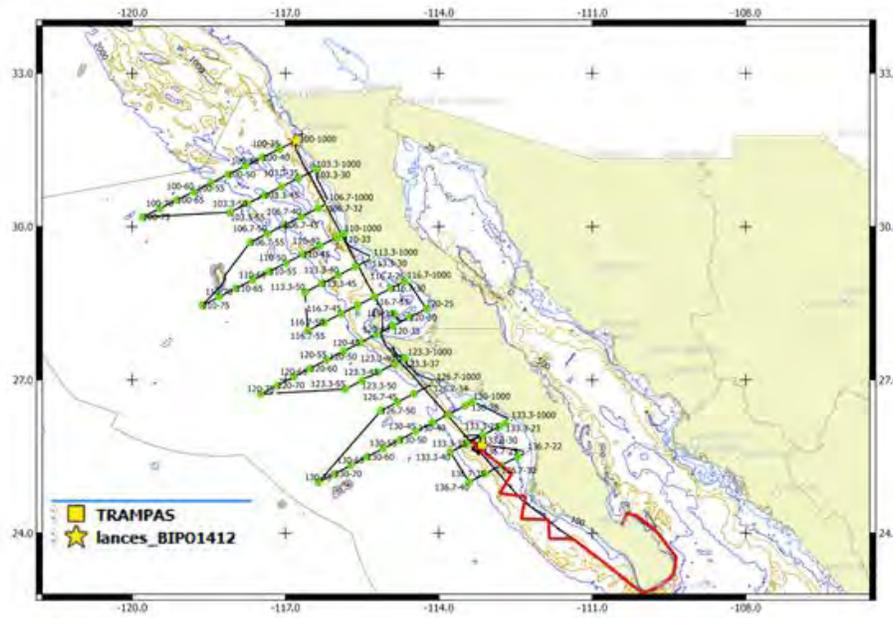


Figura 2. Derrotero final de la campaña BIPO-1412.

a)

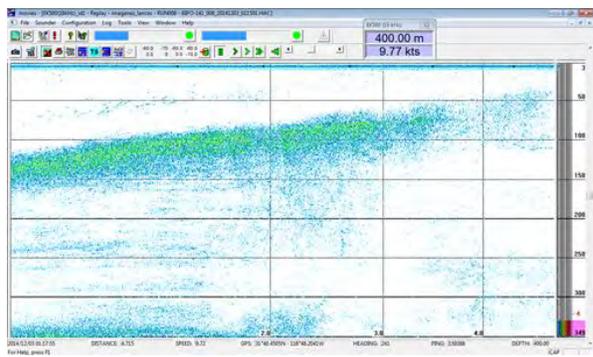


Figura 3. a) Imagen de referencia, b) Imagen en pesca (frecuencia 18 kHz).

Durante la prospección se observaron otras ecodetecciones que probablemente estaban asociadas a sardina, cuyos ecogramas se presentan en la *figura 4*, sin embargo, debido a la imposibilidad para realizar más lances de pesca de control, esto no pudo ser verificado.

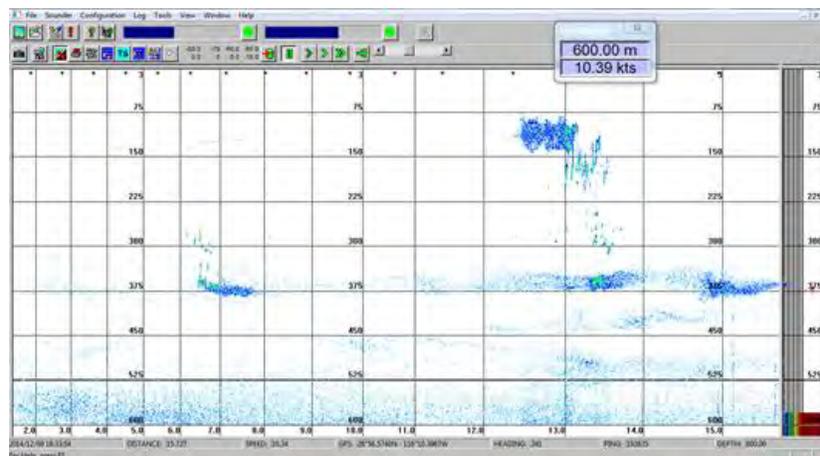


Figura 4. Ecodetecciones durante la prospección (frecuencia 18 kHz).

El 19 de diciembre se realizó una operación de pesca con trampas, las cuales fueron colocadas sobre un bajo localizado alrededor de los  $25^{\circ} 41.92$  y  $-113^{\circ} 09.15$  (Fig. 5).

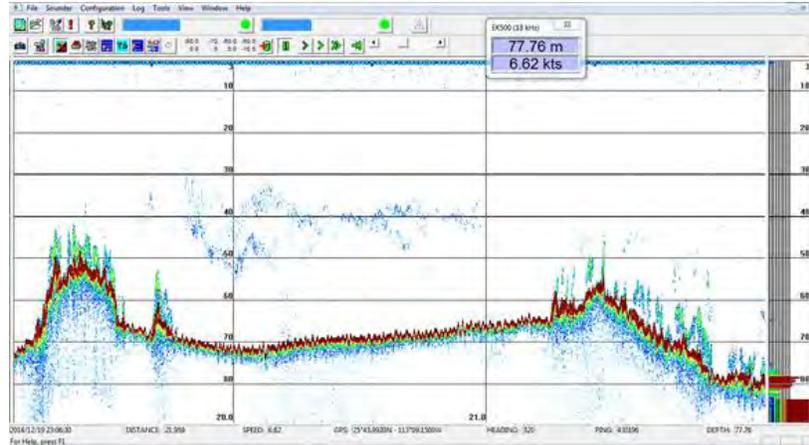


Figura 5. Ecograma del sitio de la operación de pesca con trampas.

Con la ecosonda Multihaz EM302, se realizó un sondeo batimétrico en intertransectos del derrotero (fig. 6), para evaluar diferentes configuraciones entre los disparos de las ecosondas EK60, EA600 y EM302, por medio de la unidad de sincronización *K-sync*, con ello se identificó la configuración que mejora la densidad del muestreo acústico, tanto en aguas someras como profundas (Tabla1). El sondeo batimétrico se realizó a lo largo de las 905 millas náuticas navegadas desde el puerto de La Paz, B.C.S. hasta el puerto de Ensenada, B.C. (Fig. 2), lo que da un total de 62.3 GB de datos crudos, los cuales serán procesados mediante el software *CARIS HIPS 8.1*.

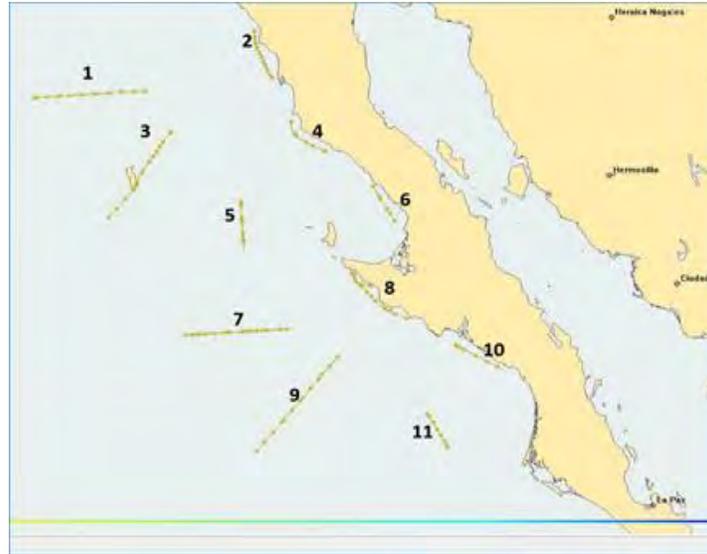


Figura 6. Intertransectos levantados batimétricamente con la ecosonda MultiHaz EM-302, durante el crucero BIPO-1412.

Tabla 1. Longitud de los intertransectos en la costa Occidental de la península de Baja California, durante el crucero BIPO-1412.

Someros (mn)	Profundos (mn)
42	104
45	95
40	45
50	99
52	108
	44

En el primer trayecto del haz de la sonda, la ecosonda EM302 mostró la configuración del fondo marino (*background*), la cual correspondió a la típica plataforma continental de la península de Baja California (Fig. 7).

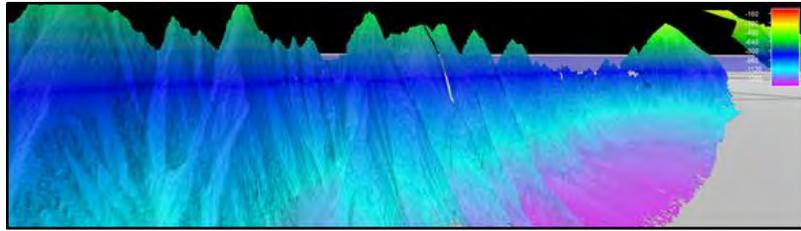


Figura 7. Batimetría de la costa al este de Isla Guadalupe, realizada con la ecosonda EM302.

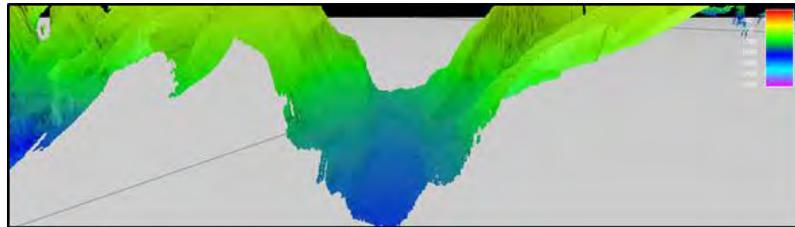
Durante el crucero se observó que la configuración ideal en el software *K-Sync* para la navegación en aguas someras fue la 17, en esta configuración se mostraron periodos de tiempo activo muy cortos, y se evitó el ruido acústico en la ecosonda pesquera EK60.

La batimetría registrada por la ecosonda mostró imágenes muy variadas, no obstante se pudo apreciar un cañón submarino con profundidades superiores a 4,000 metros localizado en la parte central este, aproximadamente a 1 mn de la costa de Isla Guadalupe (Fig. 8).

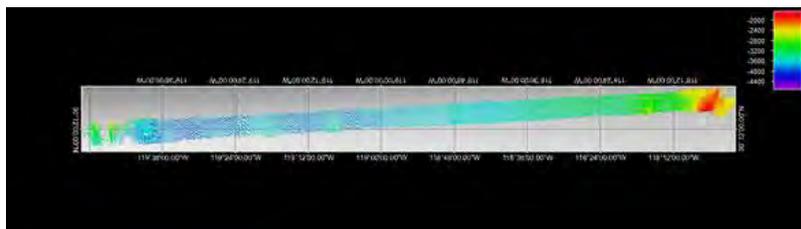
a)



b)



c)

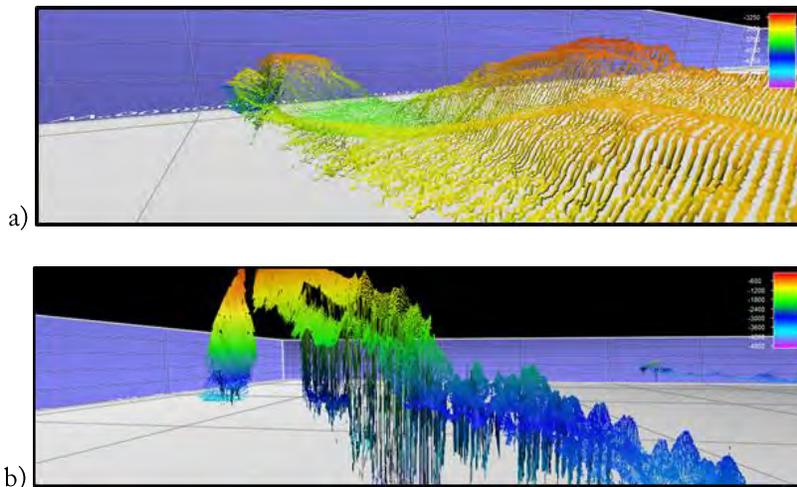


**Figura 8.** a) Cordillera submarina en 3D ubicada frente a Los Cabos, B.C.S.; b) Cañón submarino en 3D que alcanza más de 4,000 m de profundidad ubicado frente a San José del Cabo, B.C.S.; c) Vista en 2D del intertransecto 1 aproximadamente a 205 mn al suroeste de Ensenada B.C.

Es importante señalar que antes del inicio de cada intertransecto se empleó el perfilador de velocidad de sonido (Mca. Applied Microsystems), con el propósito de proporcionar al sistema EM302 los datos de la variación de la velocidad del sonido en la columna de agua. Dicho aspecto es de suma importancia para la calidad de los datos a procesar, ya que sin ello no serviría como dato batimétrico. Los datos batimétricos están contenidos en alrededor de

50 GB. Los archivos con extensión \*.all, se desplegaron en la plataforma FLEDERMAUS, con la cual se obtuvo una representación preliminar del Modelo Digital del Terreno recorrido (Fig. 8).

Al analizar la información obtenida por la ecosonda MultiHaz EM302, se observó que la calidad a detalle de los datos batimétricos en los intertranchos profundos no fue la óptima, mientras que los datos someros presentaron mejor calidad. Las deficiencias en la información pueden observarse, por ejemplo, en la distancia que existe entre una sonda y otra (Fig. 9a) o datos erróneos que no corresponden al relieve del fondo marino (Fig. 9b), sin embargo en los intertranchos de menor profundidad (<200 m), se observó con mayor detalle la forma del relieve (Fig. 9c).



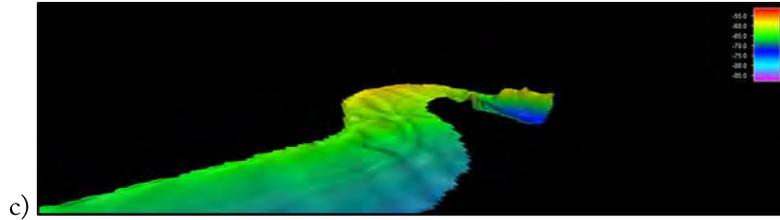


Figura 9. a) Vista en 3D de un tramo del intertransecto recorrido (>3,000 m), al noroeste de Bahía de San Sebastián Vizcaíno B.C. Nótese la distancia entre una sonda y otra; b) Vista en 3D de un tramo del intertransecto recorrido (>3,000 m) trazado cerca de Isla Guadalupe, B.C.; c) Vista en 3D de un tramo del intertransecto recorrido (<200 m) frente a Ensenada, B.C.

En el intertransecto 1 se realizaron pruebas para determinar la influencia de la velocidad durante la adquisición de datos batimétricos en aguas profundas. Se prospectó a 5 nudos de velocidad, observándose una notable mejoría en la adquisición de datos con la ecosonda MultiHaz EM302. Se concluyó que la velocidad de navegación más adecuada en zonas profundas (>1,000 m) es de 5 y 6 nudos. Durante los levantamientos más someros (<500 m) la velocidad recomendada es de 8 y 9 nudos.

### Componente Oceanográfico

*Plancton.* Las actividades oceanográficas estuvieron integradas por muestreo de plancton, mediciones continuas, e hidrocalas.

Se realizaron 54 lances con la red Bongo. Esta red presenta una apertura de malla de 505  $\mu\text{m}$ , sujeta a aros de 71 cm de diámetro, con flujómetros oceanográficos de la marca General Oceanics para la cuantificación del flujo de agua filtrado. Por otra parte, se realizaron arrastres superficiales en las 54 estaciones programadas, con una red cónica simple de un metro de diámetro.

En las muestras oceánicas se identificaron larvas de peces mesopelágicos principalmente (familias Myctophidae y Phosychthyidae). Además, se observaron individuos adultos de langostillas (*Pleuroncodes planipes*) tanto en la red Bongo como en la superficial.

En cada una de las 86 estaciones de muestreo se registró la temperatura superficial del mar (TSM), mediante el uso del termómetro de mercurio y la salinidad superficial a través del termosalinómetro. La distribución de la TSM mostró un gradiente latitudinal con valores bajos de temperatura al norte (transecto 100 a transecto 120) ( $18^{\circ}\text{C}$  a  $20.5^{\circ}\text{C}$ ) y cerca de la costa ( $18^{\circ}\text{C}$  a  $19.5^{\circ}\text{C}$ ) y valores altos de temperatura al sur (transecto 123.3 a transecto 136.7) ( $20.5^{\circ}\text{C}$  a  $23^{\circ}\text{C}$ ) (Fig. 10).

La distribución de la salinidad superficial también mostró un gradiente latitudinal norte-sur y costa-océano, con valores bajos al norte y en zona oceánica (transecto 100 a transecto

113.3) (33.35 a 33.85 ‰) y valores altos de salinidad superficial al sur (trayecto 120 a trayecto 136.7) tanto en la zona costera como oceánica (33.85 a 34.45 ‰) (Fig. 10).

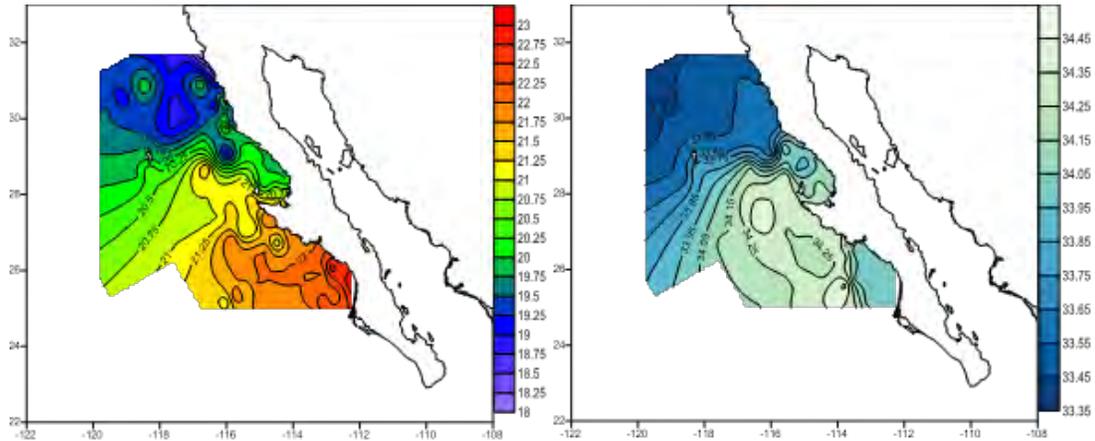


Figura 10. Distribución de temperatura y salinidad superficial en la costa occidental de la península de Baja California, durante el trayecto BIPO-1412.

*Mediciones continuas.* De manera simultánea se llevó a cabo un muestreo con flujo continuo de la temperatura y salinidad superficial del agua del mar, mediante las mediciones tomadas con un termosalinómetro, en conjunción con un fluorómetro Turner, para la cuantificación de concentración de clorofila en el océano. En ambos muestreos se registró la información hasta el día 16 de diciembre de 2014, dado que el contenedor de aireador se fracturó, lo que impidió continuar con las mediciones anteriormente mencionadas. La información registrada durante la campaña será procesada posteriormente.

*Hidrocalas.* En cada una de las 86 estaciones hidrológicas se realizaron lances con CTD (Conductivity, Temperature, Depth), mismos que se realizaron para la determinación de los perfiles verticales de temperatura, salinidad, concentración de clorofila y oxígeno en la columna de agua. Los datos de las hidrocalas de los lances realizados, se registraron con el software REDAS V.5.59 y se encuentran almacenados en el servidor Matriz del buque, mismos que serán procesados posteriormente para sus correspondientes análisis.

### **Componente Tecnológico**

Las actividades en el área de tecnología de capturas, se iniciaron con un lance de pesca de identificación con el sistema de pesca de arrastre de media agua (lance cancelado por avería en el winche de pesca). De manera simultánea con los lances de la roseta con CTD, se efectuaron actividades de pesca oportuna de calamar con poteras. Anexo al plan de crucero, se consideró realizar lances de pesca experimental con palangre de deriva tiburonero y trampas del tipo trapezoidal.

#### *Lance de pesca de arrastre*

Se realizó un lance de pesca de identificación con una red de arrastre de media agua, sobre la detección de un blanco entre 70 m y 100 m de profundidad, para ello se procedió a

realizar las maniobras que conlleva a la operación del sistema de pesca de arrastre y colocación de sensores (ITI y PI50) para el monitoreo geométrico, posición de trabajo y captura de la red. Una vez detenida la prospección acústica, la embarcación se enfiló hacia punto geográfico donde fue detectado el blanco, con lo que se dio inicio a la maniobra de enganche de la red a las puertas de arrastre. Finalizada la actividad de enganche, se procedió al largado del equipo, siendo en ese momento cuando se presentó una avería en el freno principal del winche de pesca, el cual es accionado por el sistema neumático. Debido a dicha avería, se determinó cancelar el lance de pesca de identificación, por lo que la red fue cobrada y adujada en su tambor, previo al retiro de los sensores.

#### *Pesca de calamar con potera, línea múltiple y de mano*

Se realizaron 26 estaciones de muestreo (Fig. 11), en las que se realizaron 256 lances con maquinilla y 166 de la forma manual en profundidades de calado de 20 a 250 m.

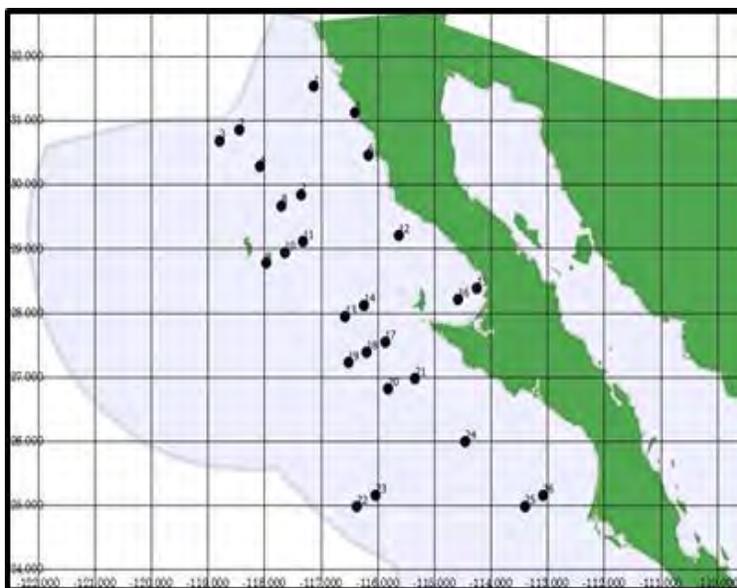


Figura 11. Lances de pesca de calamar con maquinilla haladora eléctrica y poteras en la costa oeste de la península de Baja California, durante el crucero BIPO-1412.

Tabla 2. Estaciones en las que se realizaron lances de pesca de calamar durante el crucero BIPO-1412.

Estación		Posición		Estación		Posición	
Calamar	BIPO 1412	Latitud	Longitud	Calamar	BIPO 1412	Latitud	Longitud
1	100-35	31.5190	-117.1140	14	116.7-50	28.1260	-116.2370
2	100-55	30.8520	-118.4570	15	120-25	28.3880	-114.2450
3	100-60	30.6850	-118.7920	16	120-30	28.2210	-114.5710
4	103.3-55	30.2800	-118.0790	17	120-50	27.5550	-115.8700
5	103.3-30	31.1140	-116.4080	18	120-55	27.3880	-116.1940
6	106.7-30	30.4580	-116.1640	19	120-60	27.2210	-116.5170
7	106.7-50	29.8580	-117.3600	20	123.3-55	26.8169	-115.8270
8	106.7-55	29.6920	-117.6910	21	123.3-50	26.9835	-115.5060
9	110-65	28.7870	-117.9730	22	130-75	24.9897	-116.3590
10	100-60	28.9530	-117.6450	23	130-70	25.1564	-116.0420
11	110-55	29.1200	-117.3160	24	130-45	25.9897	-114.4510
12	113.3-35	29.2150	-115.6320	25	136.7-40	26.1564	-114.1310
13	116.7-55	27.9600	-116.5620	26	136.7-35	26.3230	-113.8110

Se realizaron lances de pesca oportuna (experimental) de calamar, utilizando una maquinilla haladora eléctrica. En la estación oceanográfica en horario nocturno, se llevaron a cabo los lances experimentales, el procedimiento consistió en dar 15 min de luz al lugar donde se detuvo el buque, al finalizar éste, se procedió a operar la línea múltiple, la cual constó de 22 poteras separadas entre sí a una distancia de 1.60 m (Fig. 12). Para la operación de la línea múltiple, se utilizó una maquinilla como ayuda a la pesca, programada para que realizara lances a diferentes profundidades, con un tiempo máximo de permanencia de un minuto. Al tiempo de estar operando el equipo automatizado, una persona realizó pesca con una línea de mano (una potera) que sirvió como testigo e indicador de la profundidad de pesca, así como del tiempo de calado de la línea múltiple de poteras.

Pese al esfuerzo realizado en la captura de calamar, no fue posible recolectar ejemplares.

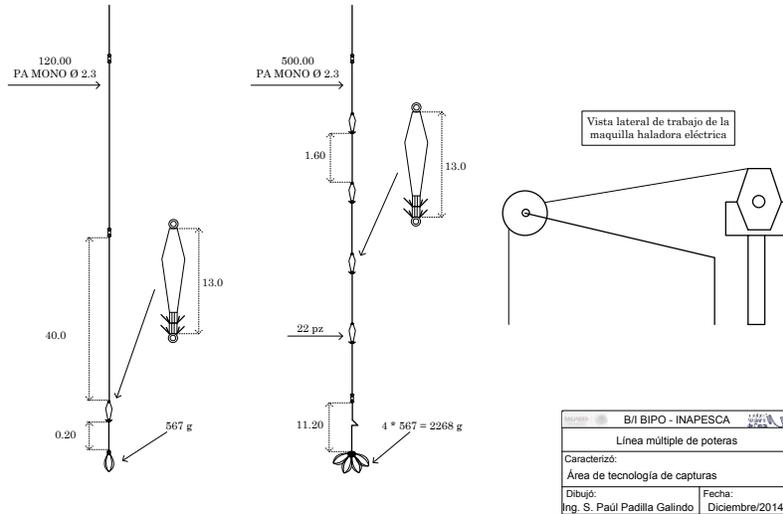


Figura 12. Esquemas de las características de las líneas (manual y múltiple) de poteras.

*Lance de pesca experimental con palangre*

Como complemento al plan básico de estaciones de crucero BIPO-1412, se decidió realizar dos lances de pesca experimental con palangre de deriva a 140 km aproximadamente de la costa (parte central) del Golfo de Ulloa en Baja California Sur, aproximadamente 60 mn mar adentro (Fig. 13, Tabla 3).

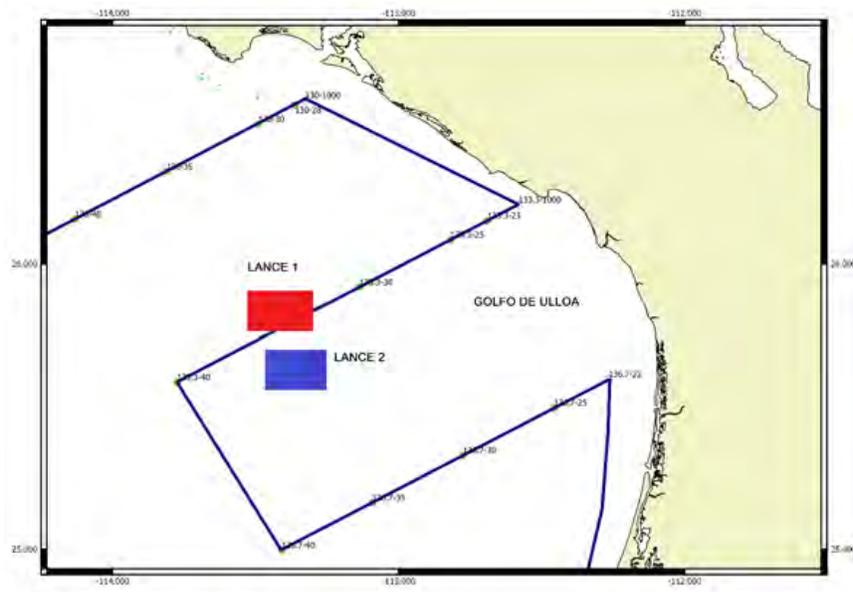


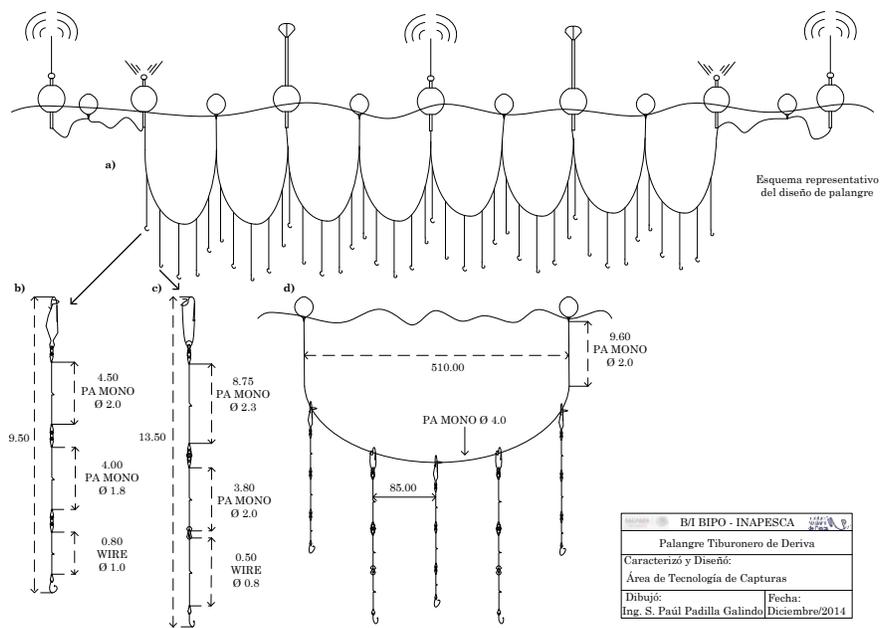
Figura 13. Ubicación de las áreas de pesca y posición de los lances de pesca experimental con palangre en el Golfo de Ulloa, Baja California Sur, durante el crucero BIPO-1412.

Tabla 3. Coordenadas de inicio de maniobras de lance de palangre

N° DE LANCE	LATITUD INICIAL	LONGITUD INICIAL	AREA BARRIDA (NM <sup>2</sup> )
1	25° 53.7628 N	-113° 30.2632	44
2	25° 41.1790 N	-113° 21.8979	38

El palangre de deriva está constituido por 200 anzuelos dividido en dos tipos de anzuelos: 1) circular del número 16/0 (Mustad), aparejado a una línea de 9.5 m de longitud y; 2) recto del número 9/0 (Swordfish), aparejado a una línea de 13.5 m de longitud. La carnada utilizada fue sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*), colocándola entera debido al tamaño

(promedio de 150 mm), cada anzuelo fue encarnado con al menos dos y hasta cinco individuos. Para el desarrollo del experimento se consideró alternar cada tipo de anzuelo (p. ej. circular, recto, circular, recto), divididos en 40 canastas o secciones, la cual consta de cinco anzuelos cada una. Cabe señalar que el reinal que apareja el anzuelo circular es un diseño prototipo para la pesca de tiburón en México y el otro es de origen Español. En la configuración del palangre se utilizaron equipo de monitoreo a distancia, como: cinco radio boyas, dos reflectores de radar y cuatro lámparas de destello (Fig. 14).



**Figura 14.** Palangre experimental de deriva tiburonero. a) Diseño de armado; b) Reinal experimental con anzuelo circular; c) Reinal comercial con anzuelo recto; d) Dimensiones de la canasta, distancia entre reinales y longitud de orinque.

La maniobra dio inicio a las 18 horas con un tiempo aproximado de largado de 2 horas y se levantó al siguiente día a las 8 horas; el tiempo total de muestreo de cada lance fue de 12 horas aproximadamente.

La maniobra de largado del sistema de pesca fue por popa a una de velocidad de 4 nudos, para ello se utilizó una maquilla haladora hidráulica que mueve el carrete que contiene la línea madre del palangre, misma que da paso al enganche de los reinales ya encarnados a una distancia promedio de 85 m. Una vez calado el sistema de pesca, se dejó a la deriva por 12 horas aproximadamente en horario nocturno, concluido el tiempo, se procedió a recuperar el palangre por la banda de estribor de la embarcación y dar inicio a la maniobra de cobrado. La captura fue depositada en el área denominada “pantano” del buque para obtención de datos biométricos e identificación de especies.

#### *Lance de pesca experimental con trampas*

Paralelo a la actividad de palangre, en la región del Golfo de Ulloa, Baja California Sur aproximadamente 55 mn mar adentro (Fig. 15), se realizaron dos lances de trampas de tipo trapezoidal para peces demersales (Tabla 4), en cada lance se utilizaron 2 trampas. Las dos trampas se encarnaron con sardina Monterrey, la faena de pesca de cada lance duró 6 horas.

Previo al calado de las trampas, se realizó un barrido acústico con la ecosonda EK60, con la que se determinó y eligió la ubicación de la zona de pesca.

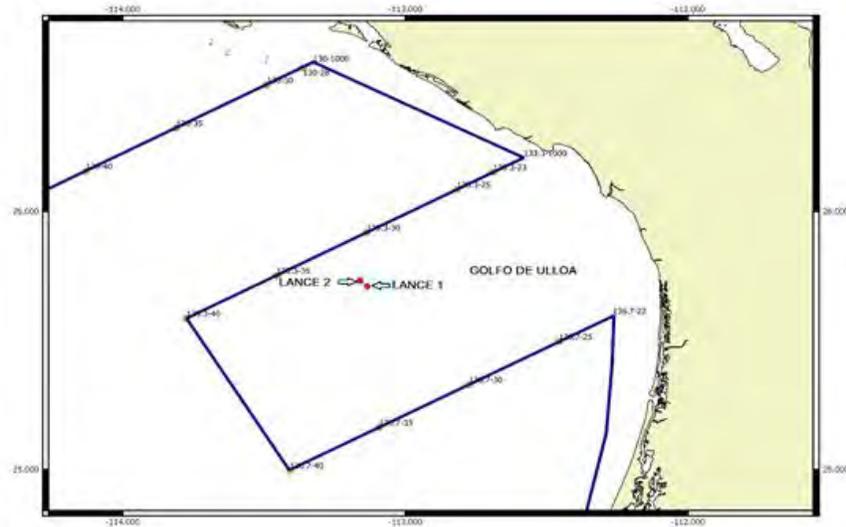
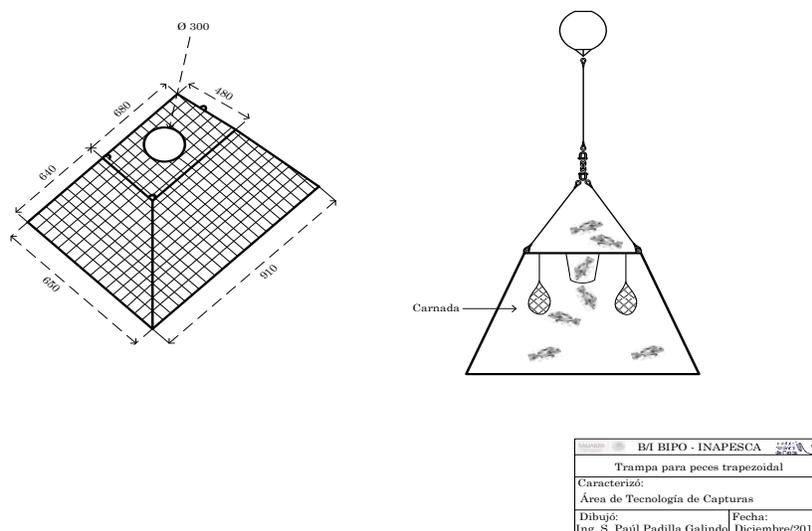


Figura 15. Posición de los lances de pesca experimental con trampas de tipo trapezoidal en el Golfo de Ulloa, Baja California Sur.

Tabla 4. Coordenadas de inicio de maniobras de lance de trampas.

Núm. de lance	Núm. de trampa	Latitud inicial	Longitud inicial
1	1	25° 42.5326 N	-113° 08.0891
1	2	25° 42.6316 N	-113° 08.1361
2	1	25° 43.8083 N	-113° 09.5849
2	2	25° 43.9922 N	-113° 09.6166

Las trampas de tipo trapezoidal, están construidas con malla galvanizada cuadrangular de 5 x 5 cm, una sola abertura circular en el panel superior de 30 x 25 cm (diámetro superior e inferior), con un peso de 28 kg (Fig. 16). Una de las trampas fue modificada con malla de polietileno de 5.08 cm, reduciendo el diámetro inferior (17 cm) de la abertura, con la finalidad de incrementar la retención de la captura.



**Figura 16.** Dimensiones y forma de trabajo de la trampa del tipo trapezoidal utilizada para la captura de peces.

Las pruebas consistieron en calar las trampas a una profundidad de 50 m como primera prueba y como segunda prueba, a los 85 m de profundidad. La maniobra de calado y cobrado de las trampas, se efectuaron por la banda de estribor del buque. Para el cobrado se utilizó el winche hidrográfico y pórtico. Las trampas fueron encarnadas con sardina

Monterrey (*Sardinops caerouleus*) con cuatro cebos de un kilo. Una vez colocadas en el fondo, se revisaron a las seis horas de reposo en horario nocturno. La captura obtenida fue depositada en el área denominada “pantano” del buque para la obtención de datos biométricos e identificación.

Se concluye que los lances de pesca de palangre y trampas pueden mejorarse, teniendo el material y equipo adecuado para realizar maniobras de calado y cobrado.

### Componente Biológico

#### *Lance de pesca de arrastre*

No se obtuvo captura en este lance.

#### *Lance de pesca experimental de calamar con poteras*

No se obtuvo captura de calamar.

#### *Lance de pesca experimental con palangre de pelágicos mayores*

La captura total obtenida del lance experimental fue de 747.80 kg de 23 organismos, entre los cuales destacan tres grupos: tiburones, picudos y rayas (Fig. 17), con una talla promedio de 205.76 cm, 166.13 cm y 66.5 cm, respectivamente.

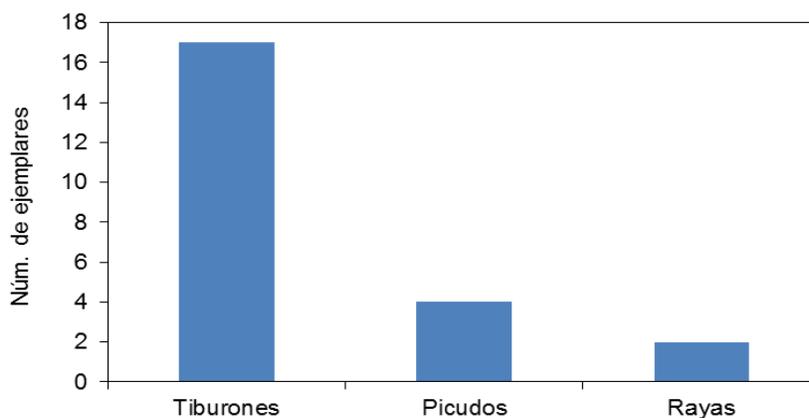


Figura 17. Número de ejemplares por grupo en la captura del lance experimental.

El anzuelo circular presentó mayores capturas (Tabla 5) respecto al anzuelo recto (utilizado comúnmente por la flota industrial) resultados que se pueden considerar como punto de partida para realizar investigaciones a gran escala en la zona del Golfo de Ulloa. La composición de la captura obtenida incluye a cinco especies de tiburón, dos especies de picudos y una especie de raya.

**Tabla 5.** Composición de la captura obtenida en los lances experimentales de palangre tiburonero durante la campaña BIPO-1412.

Nombre común	Nombre científico	Núm. ind.	Peso (kg)	Peso (%)	CPUE
Tiburón azul*	<i>Prionace glauca</i>	6	222.6	29.76	1.50
Tiburón zorro pinto	<i>Alopias vulpinus</i>	5	254	33.93	1.25
Cornuda prieta	<i>Sphyrna zygaena</i>	5	106	14.17	1.25
Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>	3	70.5	9.42	0.75
Raya látigo	<i>Pteroplatytrygon violacea</i>	3	13.9	1.86	0.75
Rémora	<i>Remora remora</i>	2	0.15	0.02	0.50
Rémora	<i>Remora brachyptera</i>	2	0.07	0.01	0.50
Marlin rayado*	<i>Kajikia audax</i>	1	43.6	5.83	0.25
Tiburón zorro prieto	<i>Alopias superciliosus</i>	1	22.4	2.99	0.25
Tiburón mako	<i>Isurus oxyrinchus</i>	1	14.8	1.98	0.25

\*En estos ejemplares se recolectaron dos rémoras en cada uno.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) obtenida en los dos lances experimentales, fue de 6.25 individuos por cada cien anzuelos, destacando tres especies de tiburón: *Prionace glauca*, *Alopias vulpinus* y *Sphyrna zygaena*, que en conjunto obtienen un valor de CPUE= 4.00 ind./100 anzuelos, seguidos por *Xiphias gladius* con una CPUE= 0.75 ind./100 anzuelos.

*Estructura de tallas de pesca con palangre.* En el primer lance se capturaron peces que forman dos grupos de tallas; el primero de ellos con tallas menores a 60 cm correspondieron a dos especies *Remora brachyptera*, con una longitud media de 17 cm y el batoideo *Pteroplatytrygon violacea* con tallas de 45-60 cm. El segundo grupo de tallas estuvo conformado por peces de las especies *Kajikia audax*, *Prionace glauca*, *Alopias superciliosus* y *Alopias vulpinus*, esta última presentó las mayores tallas, entre 277-295 cm de longitud total (Fig. 18).

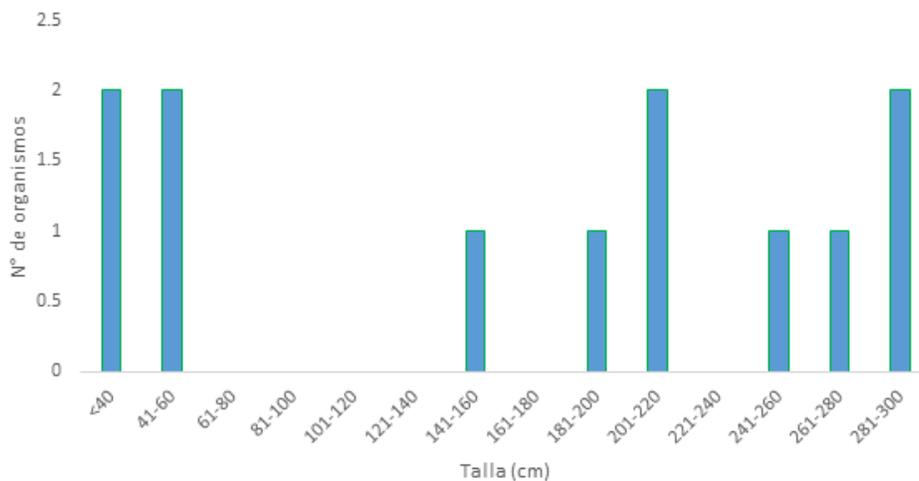


Figura 18. Estructura de tallas de la captura del primer lance con palangre.

Durante el segundo lance el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*, fue el más abundante de la captura, cuyas tallas oscilaron entre 150-180 cm. El segundo lugar en captura lo obtuvieron las especies *P. glauca* y *X. gladius* con 3 ejemplares cada uno, de los cuales la longitud total de *P. glauca* osciló entre 190-215 cm. La máxima talla se observó en *A. vulpinus* con 285

cm. En este lance también se obtuvieron dos ejemplares de *Remora remora* con una longitud total promedio de 213 mm, las cuales se encontraron adheridas a un ejemplar de *P. glauca*. Además fue capturado un organismo hembra de *Isurus oxyrinchus* (Fig. 19).

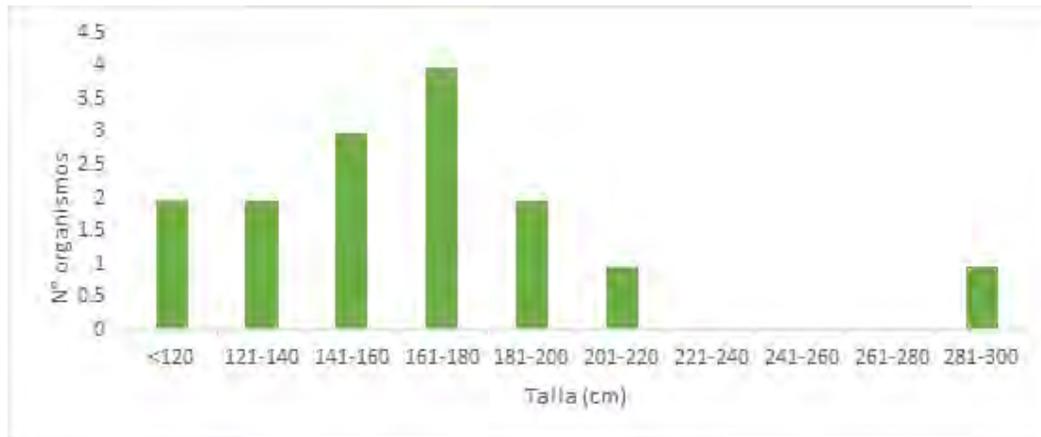


Figura 19. Estructura de tallas de la captura del segundo lance con palangre.

#### *Lance de pesca experimental con trampa para peces demersales*

Los resultados del primer lance con trampas, fue de cero capturas. Sin embargo, para el segundo lance, la captura fue de tres individuos de la especie *Caulolatilus princeps* (Pierna), con peso total de 1.17 kg con un intervalo de 32 a 38 cm de LT y una longitud promedio de 34.5 cm para la trampa sin modificar. Un solo ejemplar de *Cephaloscyllium ventriosum* (Pejegato) de 82.5 cm de LT y 3.60 kg, fue retenido en la trampa modificada (Fig. 20). Cabe señalar que la maniobra de recuperación de la trampa modificada, se complicó, lo que puede provocar el escape de los individuos atrapados.

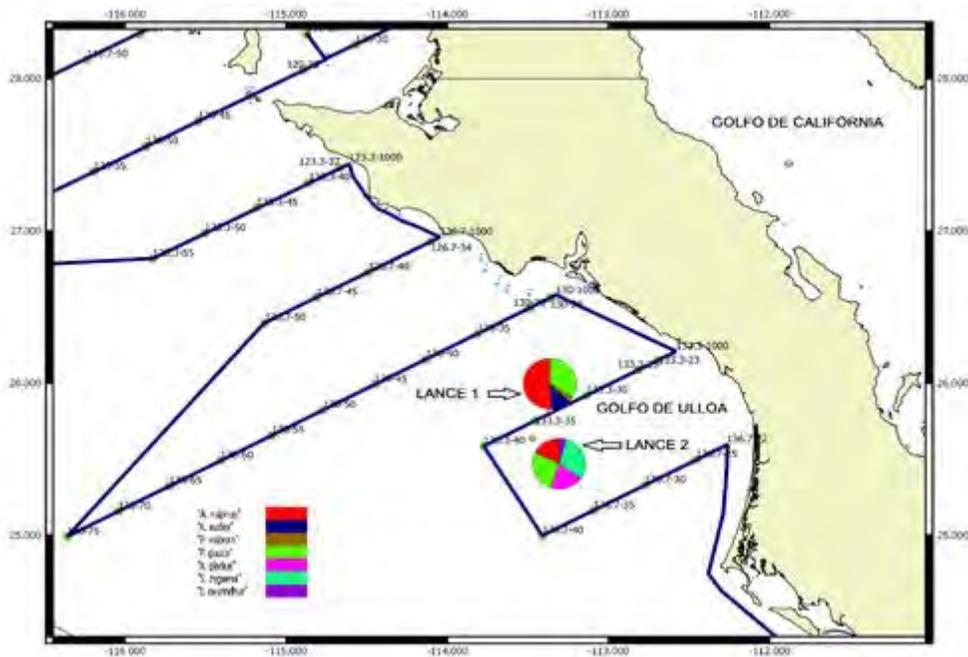


Figura 20. Ubicación de lances de palangre con trampas y su porcentaje de captura por especie.

*Estructura de edades.* Se recolectaron otolitos de *C. princeps* obtenidos en las trampas para posteriormente realizar la lectura de las marcas de crecimiento. La información de la estructura de edades de las muestras se extrapolará a la captura total del lance respectivo y se presentará en forma gráfica.

Después de cada operación de pesca, los organismos fueron identificados de acuerdo a claves taxonómicas especializadas para peces de la región. Posterior a la identificación se elaboró la biometría de cada ejemplar recolectado, en la que registro la longitud patrón (LP)

y longitud total (LT) con un ictiómetro ( $\pm 1$  mm). Se determinó el sexo, el estado de madurez sexual y contenido estomacal mediante observaciones macroscópicas.

*Estructura de peso corporal con palangre y trampas.* El peso de cada organismo capturado se registró con una báscula digital ( $\pm 0.1$  g), así como la frecuencia de aparición en intervalos acordes al peso máximo de cada especie. En el primer lance, se capturó 400.72 kg y en el segundo lance 347.954 kg y en la trampa se obtuvieron 4.767 kg (Fig. 20).

En el primer lance, el 49.7% correspondió a *A. vulpinus*, seguido de *P. glauca*. En el segundo lance *S. zygaena* fue la más abundante y *P. glauca* estuvo en el segundo lugar.

Mientras que en la trampa *C. ventriosum* obtuvo el 75% (Fig. 21).

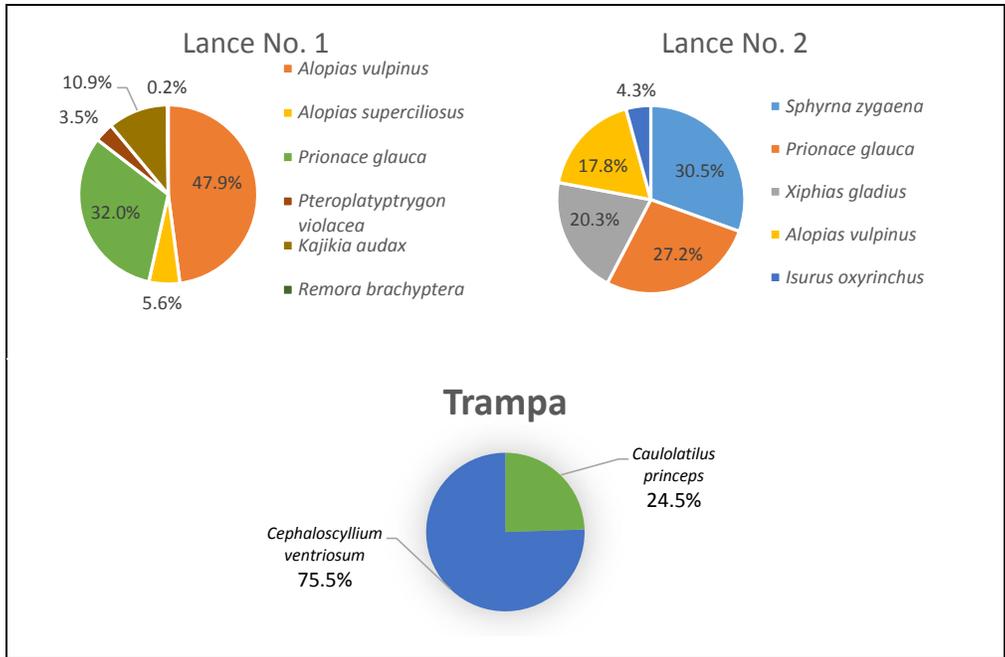


Figura 21. Captura por especie en el lance con palangre y con trampa.

*Estado de madurez.* El estado de madurez de cada especie, se determinó mediante un examen visual de las gónadas, utilizando la escala morfocromática propuesta por Holden y Raitt (1975), la cual contempla 5 estadios de desarrollo: (I) inmaduro, (II) en desarrollo o recuperación, (III) en maduración, (IV) maduro, (V) en desove o desovado.

De los 10 organismos capturados durante el primer lance, 2 fueron machos (*A. vulpinus* y *A. superciliosus*), los 8 organismos restantes fueron hembras. De *A. vulpinus* se observaron 2 hembras maduras en escala de madurez 3 y 4, respectivamente, ésta última con dos crías, las cuales presentaron un peso total de 2.27 kg y una talla de 73 y 77 cm. Para *P. glauca* se

observó una hembra madura en estadio 4, con 63 crías, las que presentaron un peso total de 4.54 kg, y un peso aproximado de 72 g cada feto, los cuales se analizaron macroscópicamente (Fig. 22).

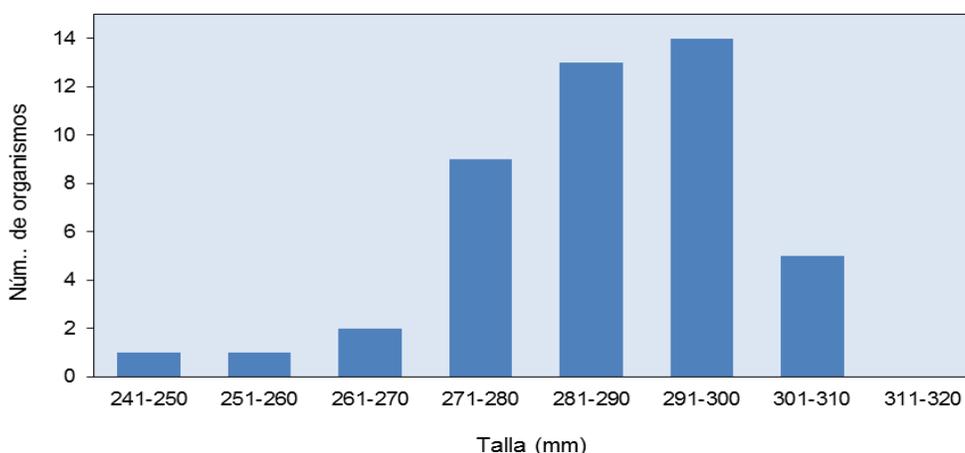


Figura 22. Estructura de tallas de los organismos neonatos de *P. glauca* en el primer lance con palangre.

En el segundo lance, la captura estuvo conformada por 5 machos y 8 hembras. Todos los machos fueron inmaduros (estadio I), mientras que de las hembras 5 resultaron inmaduras, una en desarrollo (estadio II) y dos maduras (IV). Las hembras maduras estaban grávidas y correspondieron a la especie *P. glauca*, de una de ellas se obtuvieron 46 fetos (56.7% machos y 43.4% hembras), con un peso total de 3.32 kg (0.72 kg cada uno), cuya longitud osciló entre 240 y 310 mm. La otra hembra presentó dos fetos, uno de ellos macho mientras el otro se preservó dentro de la bolsa uterina que se encontraba (Fig. 23).

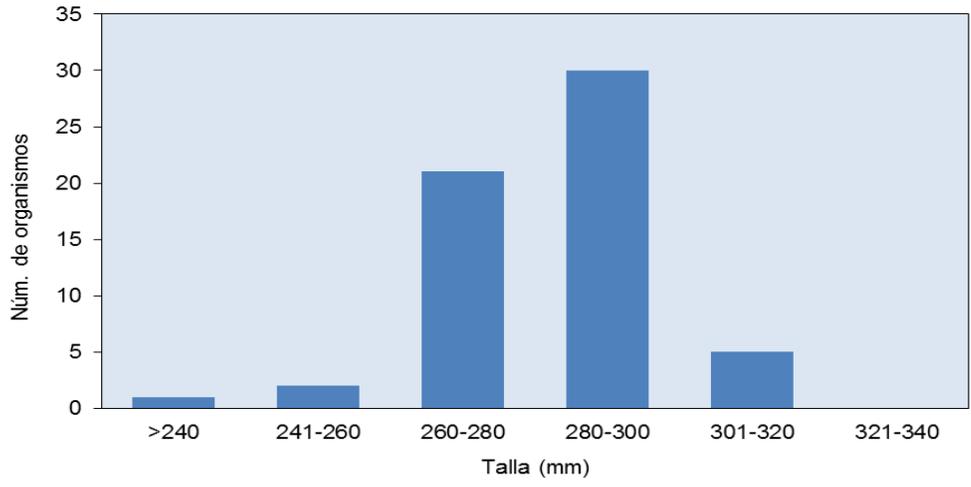


Figura 23. Estructura de tallas de los organismos neonatos de *P. glauca* en el segundo lance con palangre.

## Anexo 1.

### ACTIVIDADES DE PESCA CON PALANGRE



Maniobra del lance de palangre realizada en el BIPO-1412.



Anzuelos utilizados en la maniobra del lance de palangre realizada en el BIPO-1412.



Sardina monterrey, utilizada como carnada durante las maniobras de palangre en el BIPO-1412.

## ACTIVIDADES DE PESCA CON TRAMPA



Trampa tipo trapezoidal. Se observan capturados ejemplares de blanquillo fino *Caulolatilus princeps*.



Vista lateral de *Caulolatilus princeps*.



Vista dorsal de *Cephaloscyllium ventriosum*.

## PARTICIPANTES

<b>Jefe de campaña:</b> Heriberto Santana Hernández			
Componente			
<b>Hidroacústico</b>	<b>Oceanográfico</b>	<b>Biológico-Pesquero</b>	<b>Tecnológico</b>
Violeta González Juan Roberto Vallarta Zárate Jorge Payán Ember Aybar Méndez Uriel Rubio Rodríguez Juan Antonio Ortíz Muñiz Francisco Javier Ramírez Sario	Andrés A. Aguiar Abaroa Carol Corral Burgo Betzaida L. Santillán Lugo Jesús A.Valdivieso Aguirre Ma. Isabel Miranda Marín Diego López Andrés.	Alejandro Valdez Pelayo Nadia W. Rodríguez Caballero	Sergio Paúl Padilla Galindo Heriberto Santana H. José A. Tapia Nolazco

### 5. ACCIONES A REALIZAR

Con base en la información generada en los Cruceros de Prospección, el responsable de la etapa de evaluación, con apoyo de los responsables de cada Componente y el visto bueno de la Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Pacífico del INAPESCA, definirá periodos de crucero, sitio de zarpe y atraque, zonas de pesca y equipos de pesca a utilizar en cada caladero potencial realizando lances de pesca en cada zona durante la temporada fría y cálida.

A partir del informe del Componente Bioeconómico de la Etapa Prospectiva, en los caladeros que se registre una captura significativa de algún recurso desde el punto de vista

económico, se realizarán mayor cantidad de lances de pesca y registro de datos biológico-pesquero.

El Componente Biológico-Pesquero y Planctónico enfocará sus actividades a la evaluación de los recursos objetivo y complemento de información que requiera adicional a la colectada en la etapa prospectiva.

El Componente Oceanográfico realizará sus actividades en los caladeros de pesca en los que opere el Componente Tecnológico.

Durante esta etapa se dará prioridad a la ejecución del Componente Tecnológico; sin embargo, el Componente Hidroacústico seguirá operando de manera sistemática dado su carácter automático en el registro de datos.

Dependiendo de las abundancias de los recursos potenciales y la cantidad y posición geográfica de los caladeros potenciales de pesca, se podrá contemplar e instrumentar la incorporación de más buques de pesca del sector industrial, en esquema de pesca de fomento, durante el periodo de dos años que contempla esta etapa.

## CRONOGRAMA ACTIVIDAD DEL BUQUE

Id.	CRUCEROS	TAREAS	Comienzo	Fin	Duración	2014				2015				2016				2017				2018				2019	Comienzo
						T1	T2	T3	T4	T1																	
1	Entrega de Buque I/O INAPESCA	Entrega en Vigo, España y travesía al Puerto de Mazatlán, Sinaloa. México	22/12/2013	12/02/2014	7.57s																					22/12/2013	
2	Abanderamiento de Buque I/O INAPESCA		23/04/2014	23/04/2014	.14s																					23/04/2014	
3	<b>Cruceros de Calibración - prospección</b>	Diseño de muestreo y transectos de Calibración - prospección	30/05/2014	31/12/2015	83s																					30/05/2014	
4	1406	Calibración - prospección	30/05/2014	18/06/2014	2.86s																					30/05/2014	
5	1407	Calibración - prospección	15/07/2014	24/08/2014	5.86s																					15/07/2014	
6	1412	Calibración - prospección	22/11/2014	23/12/2014	4.57s																					22/11/2014	
7	<b>Cruceros de prospección</b>	CAMPAÑA DE CAPACITACION PARA LA CALIBRACION DE EQUIPOS CIENTIFICOS IMPARTIDO POR PERSONAL DE KONSBERG 2015	08/05/2015	18/05/2015	1.57s																					08/05/2015	
8	Programado	COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA	01/08/2015	23/09/2015	7.71s																					01/08/2015	
9	Programado	CRUCERO ALTO GOLFO DE CALIFORNIA	25/09/2015	24/10/2015	4.29s																					25/09/2015	
10	Programado	CAMPAÑA PACIFICO SUR	01/11/2015	20/12/2015	7.14s																					01/11/2015	
11	<b>Cruceros de Evaluación</b>	Definición de periodos de crucero, sitio de zarpe y atraque, zonas de pesca y equipos de pesca a utilizar en cada caladero potencial realizando lances de pesca en cada zona durante la temporada fría y cálida.	01/01/2016	01/12/2018	152.29s																					01/01/2016	

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem 1995  
Guía de FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico-Oriental.  
Vol. 1.

Hulbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments.  
Ecological Monographs 54: 187-211.