

# **INSTITUTO NACIONAL DE PESCA**

## **PROCESO DE INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS BIOACUÁTICOS Y SU AMBIENTE (IRBA)**

**ESTIMACIÓN HIDROACÚSTICA DE LOS PRINCIPALES PECES  
PELÁGICOS PEQUEÑOS EN EL ECUADOR Y SU DISTRIBUCIÓN  
GEOESPACIAL, DURANTE MARZO DE 2019  
(INP 19-03-01PV)**

Álvaro Romero<sup>1</sup>, Evelyn Landívar<sup>2</sup>, Gabriela Ponce<sup>2</sup>, Mario Hurtado<sup>1</sup>, Ángel Muñoz<sup>1</sup> y  
Viviana Jurado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesca

<sup>2</sup>Cámara Nacional de Pesquería

## RESUMEN EJECUTIVO

En el marco de la alianza público-privada entre el INP, la SRP, la CNP, y pescadores independientes y agremiados, se llevó a cabo del 6 al 23 de marzo de 2019 el tercer crucero de prospección hidroracústica y pesca comprobatoria frente a la costa ecuatoriana, con énfasis en los Peces Pelágicos Pequeños (PPP), con el apoyo logístico de ocho barcos de pesca comercial (red de cerco con jareta) y 13 lanchas de fibra de vidrio (transporte de pesca). El crucero se ejecutó durante el periodo de veda de marzo de 2019, autorizado por la SRP mediante Oficio Nro. MPCEIP-SRP-2019-0329-O de marzo 06 de 2019.

El área de estudio fue dividida en dos zonas: “Zona Sur” (Fase 1: 6 a 12 de marzo), comprendida desde la frontera con Perú hasta Salango (Prov. de Manabí), y “Zona Norte” (Fase 2: 16 a 23 de marzo), comprendida desde Salango hasta Pedernales (Prov. de Manabí). En cada fase estuvieron activos cuatro barcos. Las embarcaciones de pesca comprobatoria se dividieron en oceánicos que realizaron pesca fuera de las 8 mn y costeros dentro de las 8 mn.

La prospección acústica se realizó a bordo de (dos) barcos pesqueros comerciales, equipados con un ecosonda científica portátil (SIMRAD EY60). La biomasa estimada de PPP fue de 1 128 776 t y una abundancia de 14.1 mil millones de individuos. La zona sur registró la mayor abundancia y biomasa con ca. 10 mil millones individuos y 747 811 t, respectivamente; en la zona norte la abundancia estimada fue de 3.6 mil millones de ejemplares con una biomasa de 380 965 t.

La mayor abundancia de PPP (macarela, botella, pinchagua, chuhueco, picudillo, sardina redonda y anchoa) fueron registradas en áreas localizadas en los alrededores de la Isla Santa Clara, Frente a Playas, Chanduy y por San Lorenzo de Manabí. La distribución vertical fue registrada entre 5 hasta 290 m. La densidad promedio en el área de estudio fue de 151 t mn<sup>-2</sup>, siendo la zona sur la que registró mayor densidad acústica con 182 t mn<sup>-2</sup> y para la zona norte fueron 100 t mn<sup>-2</sup>, en cuanto al Golfo de Guayaquil fue de 195 t mn<sup>-2</sup>.

El 92% de la biomasa estimada de PPP fue localizada fuera de las 8 millas, mientras que entre la milla 6 a 8, de 4 a 6 y de 0 a 4 acumularon el 4, 2 y 2%, respectivamente.

Se efectuaron 34 lances de pesca comprobatoria, de los cuales 26 fueron efectivos y 8 fallidos, capturando un total de 125 toneladas, compuestas especies pelágicas (78%) y no pelágicas (22%).

La TSM registró valores entre 25.5°C y 28.9°C, temperaturas típicas de la estación húmeda, en cuanto a la Z20, se encontró distribuida superficialmente en las estaciones más alejadas de la costa, llegando a máximo 30 m de profundidad, y la capa de mezcla presentó poca amplitud (8 a 15 m), presumiblemente debido a los valores de viento registrados. Se evidenció la presencia de aguas más frías (<18 °C) a partir de niveles de 40 m en el área de estudio.

## ÍNDICE

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>                                                   | <b>4</b>  |
| 1.1. Objetivo General                                                    | 5         |
| 1.2. Objetivos Específicos                                               | 5         |
| <b>2. METODOLOGÍA</b>                                                    | <b>6</b>  |
| 2.1. Área de Estudio                                                     | 6         |
| 2.2. Biomasa, abundancia y distribución geoespacial                      | 7         |
| 2.2.1. Acústica                                                          | 7         |
| 2.2.2. Pesca comprobatoria                                               | 10        |
| 2.3. Condiciones oceanográficas                                          | 10        |
| 2.3.1. Oceanografía física                                               | 11        |
| <b>3. RESULTADOS</b>                                                     | <b>11</b> |
| 3.1. Estimación de biomasa, abundancia y distribución geoespacial        | 11        |
| 3.1.1. Macarela ( <i>Scomber japonicus</i> )                             | 13        |
| 3.1.2. Botella ( <i>Auxis</i> sp.)                                       | 14        |
| 3.1.3. Sardina redonda ( <i>Etrumeus teres</i> )                         | 15        |
| 3.1.4. Pinchagua ( <i>Opisthonema</i> spp.)                              | 16        |
| 3.1.5. Picudillo ( <i>Decapterus macrosoma</i> )                         | 17        |
| 3.1.6. Chuhueco ( <i>Cetengraulis mysticetus</i> )                       | 18        |
| 3.1.7. Género Anchoa                                                     | 19        |
| 3.1.8. “Otras Especies”                                                  | 20        |
| 3.2. Estimación de la biomasa por millas de los peces pelágicos pequeños | 21        |
| 3.3. Pesca comprobatoria                                                 | 22        |
| 3.4. Condiciones oceanográficas Física                                   | 22        |
| 3.5.1 Temperatura superficial del mar (TSM)                              | 22        |
| 3.5.2 Anomalías de TSM (ATSM)                                            | 23        |
| 3.5.3 Salinidad superficial del mar (SSM)                                | 23        |
| 3.5.4 Masas de agua                                                      | 23        |
| 3.5.5 Velocidad del Viento                                               | 26        |
| <b>4. DISCUSIÓN</b>                                                      | <b>28</b> |
| <b>5. CONCLUSIONES</b>                                                   | <b>29</b> |
| <b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>                                                   | <b>30</b> |
| <b>7. ANEXOS</b>                                                         | <b>32</b> |

## 1. INTRODUCCIÓN

Los principales recursos de peces pelágicos pequeños (PPP) de interés económico en el Ecuador, comprende macarela (*Scomber japonicus*), botella (*Auxis* sp.), picudillo (*Decapterus macrosoma*), sardina redonda (*Etrumeus teres*), pinchagua (*Opisthonema* spp.) y chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*). Estas especies desde aproximadamente cinco décadas destacan su presencia en los desembarques que realiza la flota cerquera sardinera a lo largo de la costa continental ecuatoriana. La actividad pesquera pelágica se concentra mayormente en el Golfo de Guayaquil y en las áreas adyacentes a la costa, registrando una captura anual promedio de un millón de toneladas en la década de los 80's, mientras que en los 90's fue de 350 000 t (Cucalon-Zenck et al., 2000), en la actualidad, este promedio está alrededor de 260 000 t.

Estos recursos son utilizados para la producción de harina de pescado y aceite, enlatados y congelados para consumo humano, llegando a estar dentro de los primeros puestos que aportan al Producto Interno Bruto (PIB), convirtiéndose en una fuente de desarrollo económico y social de suma importancia para nuestro país.

Para la evaluación de los recursos PPP, el Instituto Nacional de Pesca (INP) lleva a cabo campañas de investigación a través de cruceros de prospección hidroacústica, con el fin de estimar la biomasa y abundancia probable mediante metodologías que correlacionan las estimaciones acústicas con los muestreos biométricos; el primero genera una idea de la cantidad de peces dentro de cada cardumen detectado, mientras que el segundo permite conocer la composición (peso y talla por especie) de cada cardumen, alcanzando de esta forma determinar la cantidad de peces en términos de número de individuos (abundancia) y peso en toneladas (biomasa).

En la actualidad, los cruceros de investigación se han venido realizando bajo el marco de alianza público-privada entre el INP, la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP), Cámara Nacional de Pesquerías (CNP) y pescadores independientes y agremiados, que para este último, se emplean las embarcaciones previamente equipadas con instrumentos científicos y personal técnico, con la finalidad de conocer la condición actual en cuanto a la composición, distribución, biomasa y abundancia de las principales especies de peces pelágicos pequeños sobre la plataforma y talud continental ecuatoriano, realizando las prospecciones acústicas sobre transectas ya establecidos y lances de pesca comprobatoria distribuidos sobre toda el área de estudio.

Bajo esta alianza se realizaron durante el 2018, dos cruceros de prospección (marzo y noviembre), en el primero se estimó un aproximado de 1.4 millones de toneladas mientras que el segundo fue de 1.5 millones de toneladas aproximado de PPP, determinando que la botella y macarela fueron las especies que aportaron mayormente en la biomasa (Romero et al., 2018).

Con el fin de incrementar los conocimientos del recurso de PPP en cuanto a aspectos poblacionales (biomasa, abundancia, distribución geoespacial), aspectos reproductivos e interacción con las condiciones ambientales en el mar ecuatoriano, se ejecutó del 06 al 23 de marzo del presente año el tercer crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria con barcos pesqueros comerciales, al que se lo denominó **INP 19-03-01 PV**, con el apoyo de ocho barcos pesqueros comerciales (red de cerco con jareta) y 13 lanchas de fibra de vidrio (transporte de pesca); esta campaña fue realizada durante el periodo de veda de marzo de 2019, y fue autorizada por la SRP mediante Oficio Nro. MPCEIP-SRP-2019-0329-O del 06 de marzo de 2019.

El objetivo principal de esta campaña de investigación fue el de determinar la distribución espacial (representada en millas náuticas cuadradas), biomasa (en toneladas) y abundancia (en número de individuos), de las principales especies de Peces Pelágicos Pequeños por métodos hidroacústicos en la zona centro-sur de la costa ecuatoriana (desde Pedernales hasta frontera con Perú), que es donde operan gran parte de los barcos que se dedican a la captura de estas especies; Se colectaron datos de parámetros ambientales para determinar si existen cambios en los patrones, generando conocimiento que robustezca las medidas de ordenamiento existentes sean estos a corto, mediano y largo plazo. De igual manera, se analizaron los ecotrazos correspondientes a otras especies no pelágicas que actualmente están soportando el esfuerzo de la flota cerquera costera.

## **OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo General**

Estimar la biomasa, abundancia relativa y distribución espacial de las principales especies de peces pelágicos pequeños en aguas ecuatorianas y su relación con variables oceanográficas y físicas.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar de manera directa la biomasa y abundancia de las principales especies de peces pelágicos pequeños por método hidroacústico.
- Determinar áreas de distribución y concentración de las principales especies de peces pelágicos pequeños.
- Determinar los parámetros biométricos y biológicos (peso, talla, sexo, estadio de madurez y peso de la gónada) de las principales especies de peces pelágicos pequeños provenientes de la pesca comprobatoria.
- Determinar biomasa, abundancia y distribución espacial de reclutas y/o juveniles de peces pelágicos pequeños.
- Valorar las anomalías térmicas existentes frente a la costa ecuatoriana, tanto en la superficie como en la subsuperficie.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Área de Estudio**

Se prospectó un área total de 19 381 km<sup>2</sup> desde la latitud 00°10'N hasta la latitud 03°20'S (cerca de la frontera entre Ecuador y Perú), entre la costa ecuatoriana y el meridiano 81°18'O, cubriendo todo el perfil costero entre las líneas de batimetría de 10 hasta los 1000 m de profundidad, realizando 22 transectas perpendiculares a la costa y paralelas entre sí.

El área de estudio fue dividida en dos zonas: “Zona Sur” (Fase 1: 6 a 12 de marzo), comprendida desde la frontera con Perú hasta Salango (Prov. de Manabí), y “Zona Norte” (Fase 2: 16 a 23 de marzo), comprendida desde Salango hasta Pedernales (Prov. de Manabí).

Durante el crucero se colectó información acústica para determinar las marcas de peces pelágicos pequeños presentes en 22 transectas, complementándolo con datos de 34 lances de pesca comprobatoria sobre cardúmenes identificados durante la prospección (figura 1). Así como también información oceanográfica de 24 estaciones oceanográficas, distribuida sobre el área de estudio (Anexo 1).

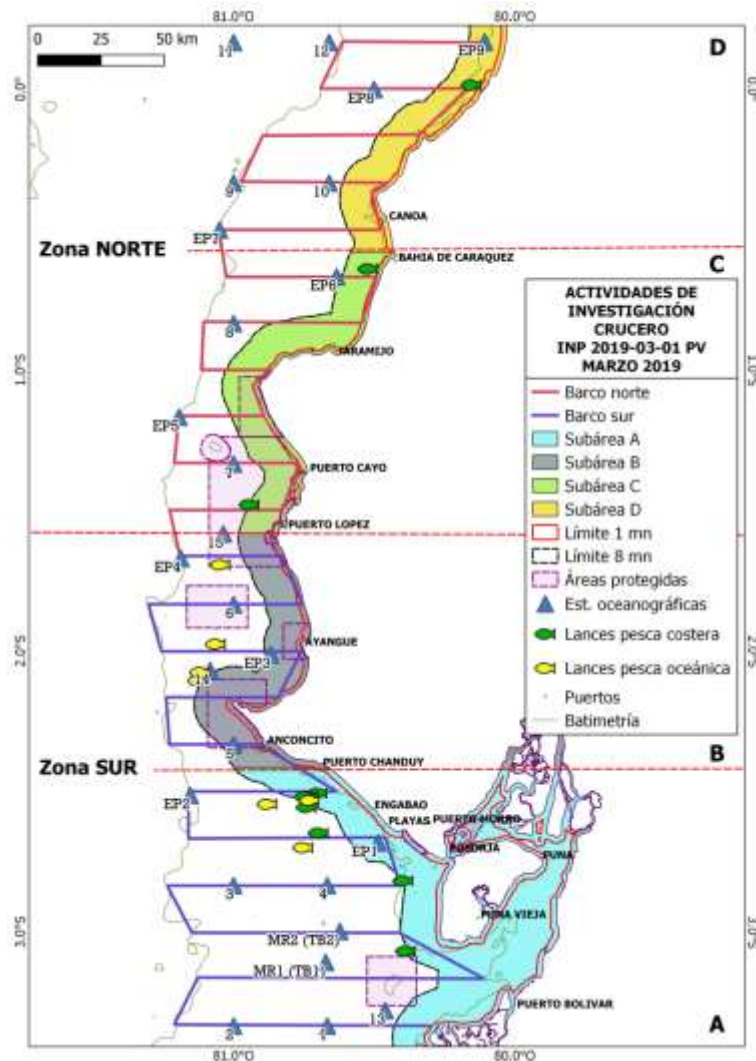


Figura 1. Área de estudio y actividades de investigación durante el crucero, marzo 2019.

## 2.2. Biomasa, abundancia y distribución geoespacial

### 2.2.1. Acústica

La prospección hidroacústica se realizó a bordo de dos barcos pesqueros comerciales, denominados para este caso como “científicos”: B/P Caripe y B/P Patillo; las características de los barcos se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Características generales de las embarcaciones “científicas”, crucero marzo 2019.**

| <i>Nombre de embarcación</i> | <i>B/P Caripe</i>        | <i>B/P Patillo</i>          |
|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <b>Matrícula</b>             | P-00-00903               | P-04-0908                   |
| <b>Eslora</b>                | 35.38 m                  | 331.13 m                    |
| <b>Manga</b>                 | 7.68 m                   | 7.75 m                      |
| <b>Puntal</b>                | 3.66 m                   | 3.68 m                      |
| <b>TRN</b>                   | 59.08 t                  | 58.35 t                     |
| <b>Potencia</b>              | 705 HP                   | 490 HP                      |
| <b>Ecosonda científica</b>   | EY60 SIMRAD, 120 KHz     | EY60 SIMRAD, 120 KHz        |
| <b>Fase/Zona</b>             | 1/Sur (6 al 12 de marzo) | 2/Norte (15 al 22 de marzo) |

Los barcos denominados científicos llevaron una ecosonda científica portátil SIMRAD EY60 con la frecuencia de 120 KHz. El diseño del sistema de muestro acústico consistió en realizar 22 transectas paralelas entre sí, y con orientación Este - Oeste y Oeste – Este respecto a la costa, entre los veriles de 10 a 1000 m de profundidad, de las cuales 11 correspondieron a la Zona Sur y 11 a la Zona Norte. La separación entre transectas fue de 10 mn y la unidad básica de muestreo (UBM) fue de 1 mn.

La calibración de la ecosonda acústica se realizó según las especificaciones de su fabricante (SIMRAD, 1992); el resultado de la calibración se encuentra en el Anexo 2. Los ecogramas obtenidos fueron grabados hasta 500 m de profundidad y procesados mediante la herramienta LP (Landívar y Ponce, 2018) en R Studio para obtener el coeficiente de dispersión náutica (NASC, Nautical Area Scattering Coefficient), necesario para estimar la biomasa y abundancia de las especies en estudio. Los ecotrazos fueron extraídos por cada milla náutica (1 UBM) y se consideraron como datos de entrada para la ejecución de la rutina; la profundidad fue fijada en 400 m y el coeficiente de absorción en 40.4 dB/km (Anexo 2). Los resultados que se obtienen corresponden a longitud, latitud, profundidad promedio y NASC promedio de las marcas de peces pelágicas seleccionadas. La incertidumbre asociada a los resultados de valores NASC se consideró en la metodología propuesta por esta rutina.

Para la discriminación de cardúmenes registrados por especie, se consideró el tipo de ecotrazos y/o características, y la composición de las capturas de pesca comprobatoria y capturas reportada por la flota de peces pelágicos pequeños asociados a los puntos más cercanos del muestreo acústico.

Para la estimación de la abundancia (Número de peces) y biomasa (volumen en toneladas) se utilizó el método de estimación por Áreas Isoparalitorales (AIP) y aplicando lo recomendado por MacLennan y Simmonds (1992), lo que permitió calcular el número de peces detectados por UBM a partir de la ecointegración (NASC). Se aplicó la ecuación de Fuerza de Blanco (TS/talla) mediante la ecuación empírica propuesta por Foote (1987):

$$TS = 20 \log L - b_{20}$$

Donde;  $L$  es la longitud del pez en cm y  $b_{20}$  (en dB) es un factor dependiente de las características reflectivas del blanco (basándose en la similitud morfológica por especie).

En la tabla 2 se muestra las ecuaciones para la frecuencia 120 kHz utilizadas para las diferentes especies evaluadas en este estudio.

**Tabla 2. Ecuaciones TS para las diferentes especies evaluadas, crucero marzo 2019.**

| Especies        | Ecuación            | Talla                      |
|-----------------|---------------------|----------------------------|
| Botella         | $TS=20\log L-70.80$ | por individuo ( $L$ en cm) |
| Macarela        | $TS=20\log L-70.80$ | por individuo ( $L$ en cm) |
| Pinchagua       | $TS=20\log L-74.10$ | por individuo ( $L$ en cm) |
| Sardina redonda | $TS=20\log L-74.10$ | por individuo ( $L$ en cm) |
| Chuhueco        | $TS=20\log L-74.10$ | por individuo ( $L$ en cm) |
| Picudillo       | $TS=20\log L-74.10$ | por individuo ( $L$ en cm) |
| Anchoa          | $TS=20\log L-77.50$ | por individuo ( $L$ en cm) |
| Gallineta       | $TS=20\log L-70.80$ | por individuo ( $L$ en cm) |
| Hojita          | $TS=20\log L-77.50$ | por individuo ( $L$ en cm) |
| Carita          | $TS=20\log L-77.50$ | por individuo ( $L$ en cm) |
| Chazo           | $TS=20\log L-77.50$ | por individuo ( $L$ en cm) |

La densidad o número de peces ( $\rho$ ) se calculó según la ecuación  $\rho = \text{NASC}/\sigma$ , donde  $\sigma = 4 \pi 10 \text{TS}/10$ , mientras que la Biomasa fue calculada para cada transecta en base al peso promedio ( $W$ ) de cada pez, la cual se estimó con la siguiente ecuación  $W = a L^b$ ; donde,  $a$  y  $b$  son constantes y  $L$  es la longitud del pez, que puede ser longitud furcal (LF) o longitud total (LT), dependiendo de la especie, ésta fue obtenida mediante el análisis biométrico de las muestras de pesca comprobatoria y del monitoreo de los desembarques de febrero-abril 2019 (Anexo 3).

|                     |                       |              |
|---------------------|-----------------------|--------------|
| Botella (g)         | $= 0.0011 L^{3.8041}$ | ( $L$ en cm) |
| Macarela (g)        | $= 0.0042 L^{3.3860}$ | ( $L$ en cm) |
| Gallineta (g)       | $= 0.0010 L^{3.7806}$ | ( $L$ en cm) |
| Sardina Redonda (g) | $= 0.0013 L^{3.7687}$ | ( $L$ en cm) |
| Pinchagua (g)       | $= 0.0048 L^{3.2261}$ | ( $L$ en cm) |
| Picudillo (g)       | $= 0.0361 L^{2.6610}$ | ( $L$ en cm) |
| Chazo (g)           | $= 0.0140 L^{3.0072}$ | ( $L$ en cm) |
| Chuhueco (g)        | $= 0.0024 L^{3.5462}$ | ( $L$ en cm) |
| Hojita (g)          | $= 0.0115 L^{2.8793}$ | ( $L$ en cm) |
| Carita (g)          | $= 0.0124 L^{2.9811}$ | ( $L$ en cm) |
| Rollizo (g)         | $= 0.0026 L^{3.4319}$ | ( $L$ en cm) |

Una vez calculada el área  $A$  por cada AIP, se estimó la biomasa con la siguiente ecuación  $B = \rho \cdot A \cdot w$ .

### 2.2.2. Pesca comprobatoria

Para la pesca comprobatoria se utilizaron 6 barcos pesqueros comerciales: En cada Fase estuvieron activos tres barcos. Los B/P y fibras participantes en esta campaña se detallan en la Tabla 3. Los B/P se dividieron de acuerdo a su función; siendo oceánicos los que realizaron pesca comprobatoria fuera de las 8 mn y los costeros los que realizaron pesca comprobatoria dentro de las 8 mn; El B/P Alzomar contaba con una red de cerco con jareta y doble relinga (antifango), mientras que las demás embarcaciones utilizaron la red de cerco con jareta tradicional.

Tabla 3. Embarcaciones participantes crucero INP 2019-03-01PV, marzo 2019.

| Fase | Zona  | Nombre de embarcación  | Matrícula  | Función para el crucero | Fecha inicio | Fecha fin |
|------|-------|------------------------|------------|-------------------------|--------------|-----------|
| 1    | SUR   | B/P PIQUERO            | P-00-00904 | Pesquero oceánico       | 6/3/2019     | 13/3/2019 |
|      |       | B/P ALZOMAR            | P-04-00170 | Pesquero costero        | 7/3/2019     | 9/3/2019  |
|      |       | Siempre Luis           | B-06-0230  | Transporte de pesca     | 7/3/2019     | 9/3/2019  |
|      |       | Calamar I              | B-00-14122 | Transporte de pesca     | 7/3/2019     | 9/3/2019  |
|      |       | B/P NARCISO MARCILLO I | P-06-07301 | Pesquero costero        | 10/3/2019    | 12/3/2019 |
|      |       | Pepe leo               | B-04-07614 | Transporte de pesca     | 10/3/2019    | 12/3/2019 |
|      |       | El afortunado          | B-06-06369 | Transporte de pesca     | 10/3/2019    | 12/3/2019 |
|      |       | Eulid y Elian          | B-06-08074 | Transporte de pesca     | 10/3/2019    | 12/3/2019 |
|      |       | Monserate              | B-06-06267 | Transporte de pesca     | 10/3/2019    | 12/3/2019 |
| 2    | NORTE | B/P MARIA EMILIA       | P-00-00632 | Pesquero oceánico       | 16/3/2019    | 18/3/2019 |
|      |       | B/P BETSABET II        | P-04-00928 | Pesquero costero        | 16/3/2019    | 19/3/2019 |
|      |       | Siempre Paola          | B-04-08155 | Transporte de pesca     | 16/3/2019    | 19/3/2019 |
|      |       | Regalo de Dios II      | B-04-05979 | Transporte de pesca     | 16/3/2019    | 19/3/2019 |
|      |       | Fabricio I             | B-05-03792 | Transporte de pesca     | 16/3/2019    | 19/3/2019 |
|      |       | B/P ROSA MARIA         | P-04-00065 | Pesquero costero        | 20/3/2019    | 23/3/2019 |
|      |       | Por siempre Stefanny   | B-04-09856 | Transporte de pesca     | 20/3/2019    | 23/3/2019 |
|      |       | Jairo                  | B-04-07953 | Transporte de pesca     | 20/3/2019    | 23/3/2019 |
|      |       | x100pre Monserate V    | B-04-09000 | Transporte de pesca     | 20/3/2019    | 23/3/2019 |
|      |       | Sagrada Familia        | B-04-08635 | Transporte de pesca     | 20/3/2019    | 23/3/2019 |

Los lances de pesca fueron efectuados tanto en la parte costera como en la parte oceánica con la finalidad de corroborar la información acústica levantada, para lo cual se realizaron análisis biológicos de las muestras representativas de los cardúmenes capturados. Esta información también es necesaria para obtener la composición y talla de las especies capturadas por lances de pesca tanto oceánicos como costeros y conocer si existe alguna diferencia significativa entre ambas capturas.

- Arte de pesca

Para los lances de pesca comprobatorias se utilizó la red de cerco de jareta construido de material poliamida multifilamento PA multifilamento con grosor de hilo de 210/24 en la sección del cuerpo y 210/36 en la sección del cabecero, sus dimensionamientos fluctuaron:

- 250 a 550 bz de largo por 55 bz de alto
- Luz o claro de malla: 28 mm (1 ⅛ pulgada) en la sección del cuerpo y cabecero
- Aparejamiento del antifango en la cenefa de plomo

### 2.3. Condiciones oceanográficas

Los datos colectados corresponden a 24 estaciones oceanográficas realizadas durante la campaña de prospección acústica INP 19-03-01-PV.

### 2.3.1. Oceanografía física

Se utilizó un equipo CTD marca Sea-Bird, el cual está diseñado para obtener información de la columna de agua, y con el que se obtuvieron datos de temperatura, salinidad y densidad, entre 0 y 110 metros de profundidad.

Adicionalmente, se calcularon los niveles de capa de mezcla y Z20 a partir de los registros de temperatura de CTD para cada estación y para complementar la información se utilizaron datos satelitales (NOAA y HYCOM) obteniendo la distribución superficial de anomalías de temperatura del mar, nivel medio del mar y nivel de Z20. Se obtuvo el gradiente de la termoclina para los perfiles de temperatura en cada estación > 30 m, a través del cociente entre las temperaturas de 20 °C y la última temperatura registrada por cada perfil, como lo indica la siguiente fórmula:

$$\text{Gradiente de termoclina} = \left[ \frac{20^{\circ}\text{C} - (\text{última temperatura}^{\circ}\text{C})}{[Z(\text{última temperatura}^{\circ}\text{C}) - Z(20^{\circ}\text{C})]} \right] \times 10$$

Los porcentajes de las masas de agua presentes durante el crucero fueron calculados utilizando las masas de agua tipo, observadas en Cucalón (1983).

### 2.4. Estimación de límites de confianza

Tomando como guía el protocolo técnico para la evaluación acústica de las áreas de distribución y abundancia de recursos pelágicos (Castillo et al., 2009), publicado por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), se calcularon los límites de confianza (LC) para la biomasa total calculada durante esta campaña, para lo cual se utilizó la fórmula de Bazigos (1976):

$$LC = B \pm 1.96 \frac{\sqrt{\frac{\sum \left[ \left( \frac{s_j^2}{n_j} \right) (A_j^2) \right]}{\sum [NASC_j \cdot A_j]} \cdot \frac{[\sum A_j]^2}{\sum (A_j)}}}{\sum (A_j)} \cdot 100$$

- B:** biomasa o abundancia total de la evaluación (ton)  
**Sj<sup>2</sup>:** varianza de estrato j  
**Nj:** número UB, en el j-ésimo estrato  
**Aj:** área del j-ésimo estrato en millas náuticas cuadradas  
**NASCj:** coeficiente náutico de dispersión acústica promedio en el j-ésimo estrato

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Estimación de biomasa, abundancia y distribución geoespacial

Se estimó una biomasa de PPP de aproximadamente 1 128 776 t y una abundancia de 14.1 mil millones de individuos. La zona sur registró la mayor abundancia y biomasa con ca. 10 mil millones individuos y 747 811 t, respectivamente; para la zona norte la abundancia estimada fue de 3.6 mil millones de individuos con una biomasa de 380 965 t (Tabla 4 y 5).

Tabla 4. Biomasa (t) de PPP calculada por transecta, durante marzo de 2019.

| Zona                  | Transecta | Latitud | Longitud Inicial | Longitud Final | Botella | Macarela | S. redonda | Pinchagua | Picudillo | Chuhueco | Anchoa | Biomasa (t) |
|-----------------------|-----------|---------|------------------|----------------|---------|----------|------------|-----------|-----------|----------|--------|-------------|
| SUR                   | 1         | -3.33   | -80.32           | -81.21         | 19,628  | 0        | 0          | 2,712     | 0         | 19,085   | 5,166  | 46,591      |
|                       | 2         | -3.17   | -80.13           | -81.12         | 120,703 | 110,144  | 9,869      | 58,039    | 41,227    | 71,268   | 68,512 | 479,762     |
|                       | 3         | -3.00   | -80.41           | -81.14         | 18,033  | 11,841   | 0          | 3,859     | 5,948     | 0        | 0      | 39,681      |
|                       | 4         | -2.83   | -80.41           | -81.23         | 6,037   | 5,006    | 0          | 0         | 1,612     | 0        | 0      | 12,655      |
|                       | 5         | -2.66   | -80.47           | -81.14         | 17,480  | 6,920    | 0          | 0         | 5,087     | 0        | 0      | 29,487      |
|                       | 6         | -2.50   | -80.64           | -81.16         | 5,770   | 0        | 0          | 0         | 0         | 0        | 0      | 5,770       |
|                       | 7         | -2.33   | -80.91           | -81.22         | 1,433   | 0        | 2,692      | 0         | 0         | 161      | 0      | 4,287       |
|                       | 8         | -2.17   | -80.86           | -81.23         | 4,195   | 0        | 6,336      | 0         | 0         | 5,415    | 0      | 15,945      |
|                       | 9         | -2.00   | -80.77           | -81.24         | 14,077  | 0        | 0          | 3,318     | 0         | 0        | 0      | 17,394      |
|                       | 10        | -1.83   | -80.77           | -81.30         | 0       | 13,420   | 2,673      | 2,618     | 0         | 0        | 2,645  | 21,355      |
|                       | 11        | -1.66   | -80.84           | -81.18         | 33,669  | 0        | 41,216     | 0         | 0         | 0        | 0      | 74,884      |
| Subtotal (zona Sur)   |           |         |                  |                | 241,026 | 147,331  | 62,785     | 70,545    | 53,873    | 95,929   | 76,323 | 747,811     |
| NORTE                 | 12        | -1.50   | -80.83           | -81.21         | 4,827   | 0        | 2,531      | 3,132     | 0         | 2,163    | 1,053  | 13,707      |
|                       | 13        | -1.33   | -80.77           | -81.21         | 18,981  | 15,985   | 0          | 0         | 7,187     | 0        | 0      | 42,154      |
|                       | 14        | -1.16   | -80.90           | -81.19         | 19,045  | 22,721   | 11,509     | 0         | 7,740     | 0        | 0      | 61,015      |
|                       | 15        | -1.00   | -80.88           | -81.11         | 16,785  | 3,664    | 4,756      | 7,735     | 0         | 0        | 0      | 32,939      |
|                       | 16        | -0.83   | -80.56           | -81.09         | 15,779  | 13,031   | 12,858     | 10,738    | 13,266    | 0        | 0      | 65,673      |
|                       | 17        | -0.67   | -80.49           | -81.02         | 6,772   | 7,049    | 1,241      | 0         | 2,146     | 711      | 0      | 17,919      |
|                       | 18        | -0.50   | -80.49           | -81.04         | 21,879  | 0        | 0          | 2,032     | 0         | 0        | 0      | 23,911      |
|                       | 19        | -0.33   | -80.46           | -80.96         | 10,933  | 0        | 80         | 19,339    | 27,414    | 33,875   | 0      | 91,641      |
|                       | 20        | -0.16   | -80.34           | -80.89         | 0       | 0        | 0          | 11,611    | 0         | 3,142    | 0      | 14,753      |
|                       | 21        | 0.00    | -80.18           | -80.68         | 2,331   | 1,018    | 4,242      | 517       | 2,230     | 1,560    | 242    | 12,140      |
|                       | 22        | 0.17    | -80.11           | -80.61         | 5,113   | 0        | 0          | 0         | 0         | 0        | 0      | 5,113       |
| Subtotal (zona Norte) |           |         |                  |                | 122,446 | 63,468   | 37,217     | 55,103    | 59,984    | 41,451   | 1,295  | 380,965     |
| Totales               |           |         |                  |                | 363,472 | 210,798  | 100,002    | 125,648   | 113,857   | 137,381  | 77,618 | 1,128,776   |
| %                     |           |         |                  |                | 32      | 19       | 9          | 11        | 10        | 12       | 7      | 100         |

Tabla 5. Abundancia en millones de individuos de PPP, durante el crucero de marzo del 2019.

| Zona                  | Transecta | Latitud | Longitud Inicial | Longitud Final | Botella | Macarela | S. redonda | Pinchagua | Picudillo | Chuhueco | Anchoa | Abundancia |
|-----------------------|-----------|---------|------------------|----------------|---------|----------|------------|-----------|-----------|----------|--------|------------|
| SUR                   | 1         | -3.33   | -80.32           | -81.21         | 77      | 0        | 0          | 24        | 0         | 220      | 327    | 649        |
|                       | 2         | -3.17   | -80.13           | -81.12         | 473     | 1,040    | 84         | 523       | 796       | 823      | 4,337  | 8,075      |
|                       | 3         | -3.00   | -80.41           | -81.14         | 71      | 112      | 0          | 35        | 115       | 0        | 0      | 332        |
|                       | 4         | -2.83   | -80.41           | -81.23         | 24      | 47       | 0          | 0         | 31        | 0        | 0      | 102        |
|                       | 5         | -2.66   | -80.47           | -81.14         | 69      | 65       | 0          | 0         | 98        | 0        | 0      | 232        |
|                       | 6         | -2.50   | -80.64           | -81.16         | 23      | 0        | 0          | 0         | 0         | 0        | 0      | 23         |
|                       | 7         | -2.33   | -80.91           | -81.22         | 6       | 0        | 23         | 0         | 0         | 2        | 0      | 30         |
|                       | 8         | -2.17   | -80.86           | -81.23         | 16      | 0        | 54         | 0         | 0         | 63       | 0      | 133        |
|                       | 9         | -2.00   | -80.77           | -81.24         | 55      | 0        | 0          | 30        | 0         | 0        | 0      | 85         |
|                       | 10        | -1.83   | -80.77           | -81.30         | 0       | 127      | 23         | 24        | 0         | 0        | 167    | 340        |
|                       | 11        | -1.66   | -80.84           | -81.18         | 132     | 0        | 349        | 0         | 0         | 0        | 0      | 481        |
| Subtotal (zona Sur)   |           |         |                  |                | 945     | 1,391    | 531        | 636       | 1,041     | 1,107    | 4,831  | 10,481     |
| NORTE                 | 12        | -1.50   | -80.83           | -81.21         | 19      | 0        | 21         | 28        | 0         | 25       | 67     | 160        |
|                       | 13        | -1.33   | -80.77           | -81.21         | 74      | 151      | 0          | 0         | 139       | 0        | 0      | 364        |
|                       | 14        | -1.16   | -80.90           | -81.19         | 75      | 214      | 97         | 0         | 150       | 0        | 0      | 536        |
|                       | 15        | -1.00   | -80.88           | -81.11         | 66      | 35       | 40         | 70        | 0         | 0        | 0      | 210        |
|                       | 16        | -0.83   | -80.56           | -81.09         | 62      | 123      | 109        | 97        | 256       | 0        | 0      | 647        |
|                       | 17        | -0.67   | -80.49           | -81.02         | 27      | 67       | 11         | 0         | 41        | 8        | 0      | 153        |
|                       | 18        | -0.50   | -80.49           | -81.04         | 86      | 0        | 0          | 18        | 0         | 0        | 0      | 104        |
|                       | 19        | -0.33   | -80.46           | -80.96         | 43      | 0        | 1          | 174       | 530       | 391      | 0      | 1,138      |
|                       | 20        | -0.16   | -80.34           | -80.89         | 0       | 0        | 0          | 105       | 0         | 36       | 0      | 141        |
|                       | 21        | 0.00    | -80.18           | -80.68         | 9       | 10       | 36         | 5         | 43        | 18       | 15     | 136        |
|                       | 22        | 0.17    | -80.11           | -80.61         | 20      | 0        | 0          | 0         | 0         | 0        | 0      | 20         |
| Subtotal (zona Norte) |           |         |                  |                | 480     | 599      | 315        | 497       | 1,159     | 478      | 82     | 3,610      |
| Totales               |           |         |                  |                | 1,425   | 1,990    | 846        | 1,132     | 2,199     | 1,586    | 4,913  | 14,091     |
| %                     |           |         |                  |                | 10      | 14       | 6          | 8         | 16        | 11       | 35     | 100        |

Durante la prospección fueron registradas varias áreas con la mayor abundancia de PPP (macarela, botella, pinchagua, chuhueco, picudillo, sardina redonda y anchoa) localizadas a los alrededores de la Isla Santa Clara, Frente a Playas, Chanduy y por

San Lorenzo de Manabí (Figura 2). La distribución vertical fluctuó desde los 5 hasta 290 m. Adicionalmente, se detectaron varias marcas de peces no pelágicos, tales como gallineta, chazo, carita y hojita; estos también fueron considerados en los estimados totales.

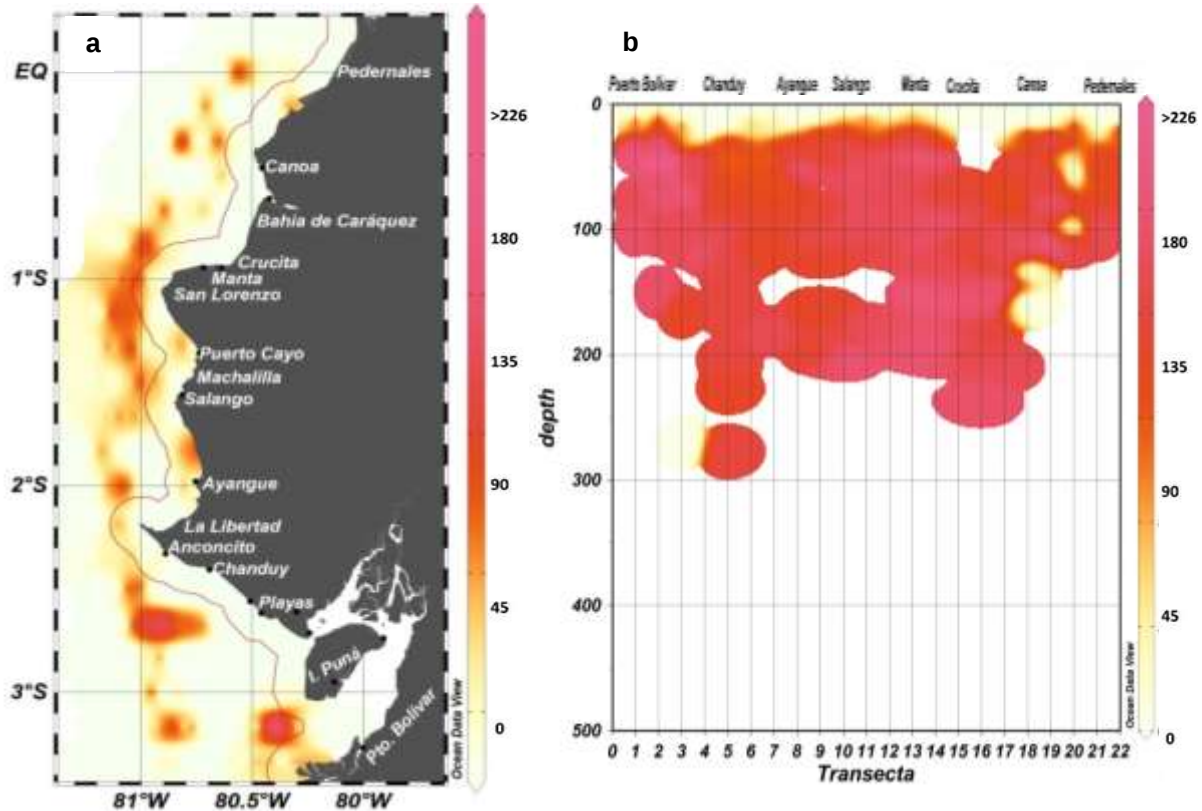


Figura 2. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de PPP, durante el crucero de marzo 2019.

La densidad promedio de peces pelágicos pequeños en toda el área de estudio fue de  $151 \text{ t mn}^{-2}$ , siendo la zona sur la que registró mayor densidad acústica promedio con  $182 \text{ t mn}^{-2}$  y para la zona norte  $100 \text{ t mn}^{-2}$ , lo que respecta al Golfo de Guayaquil fue de  $195 \text{ t mn}^{-2}$ .

### 3.1.1. Macarela (*Scomber japonicus*)

Se registró una biomasa estimada de 210 798 t, siendo la transecta dos (110 144 t) y 14 (22 721 t) con mayor valor de biomasa, ubicadas a la altura de la Isla Santa Clara ( $03^{\circ}15'S$ ) y Cabo San Lorenzo ( $01^{\circ}10'S$ ), respectivamente. La abundancia estimada fue de 1.9 mil millones de individuos, predominando la talla 18 cm LF, lo que representó el 54% del total, con un peso promedio de 106 g; esta especie fue la segunda con mayor biomasa para esta campaña de investigación.

Se observaron dos núcleos de concentración, a 45 mn de la Isla Santa Clara y en los alrededores de la Isla de la Plata. Su distribución horizontal presentó un comportamiento más oceánico a lo largo de toda el área de estudio, y para la zona costera se registra una menor abundancia.

En cuanto a su distribución vertical, estuvo entre 5 y 250 m, con mayor concentración entre los 40 y 120 m. La densidad acústica promedio de esta especie fue de  $28 \text{ t mn}^{-2}$ . Por zona la densidad estuvo entre  $19 \text{ t mn}^{-2}$  y  $36 \text{ t mn}^{-2}$  (zona norte y sur, respectivamente) (Figura 3).

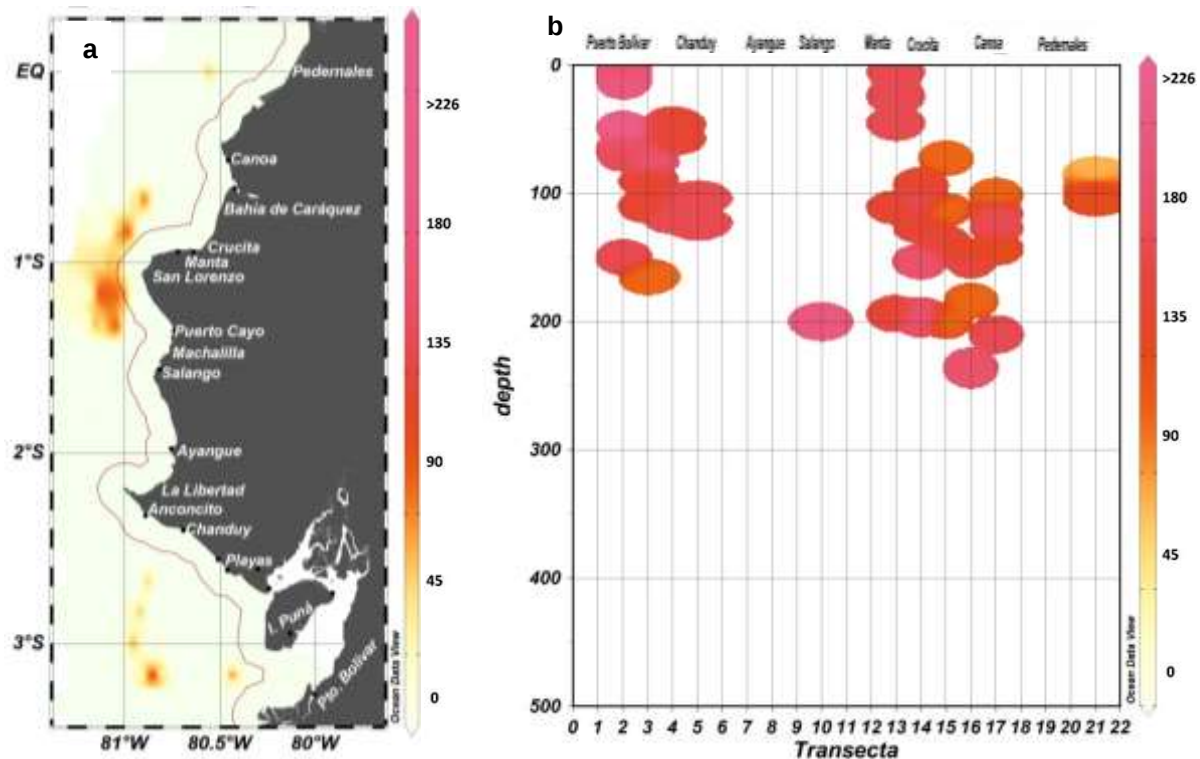


Figura 3. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de *Scomber japonicus* (macarela), durante el crucero marzo 2019.

### 3.1.2. Botella (*Auxis* spp.)

Se estimó una biomasa de 363 472 t, registrando una mayor presencia en las transecta dos (120 703 t) y 11 (33 669 t), con una abundancia estimada de 1.4 mil millones de individuos, predominando las tallas 17 y 28 cm LF, lo que representó el 19 y 18% del total, con un peso promedio de 62 y 352 g para cada talla.

La botella tuvo una mayor concentración frente a Chanduy y Cabo San Lorenzo, presentó una amplia distribución horizontal paralela al perfil costero, se distribuyó mayormente en la parte oceánica y poco en la zona costera. La distribución vertical de esta especie fluctuó entre 10 y 290 m, con una mayor concentración por debajo de los 50 m. La densidad acústica promedio fue de  $49 \text{ t mn}^{-2}$ , en tanto que, por

zona, fue de 36 y 59 t mn<sup>-2</sup>, zona norte y sur, respectivamente (Figura 4).

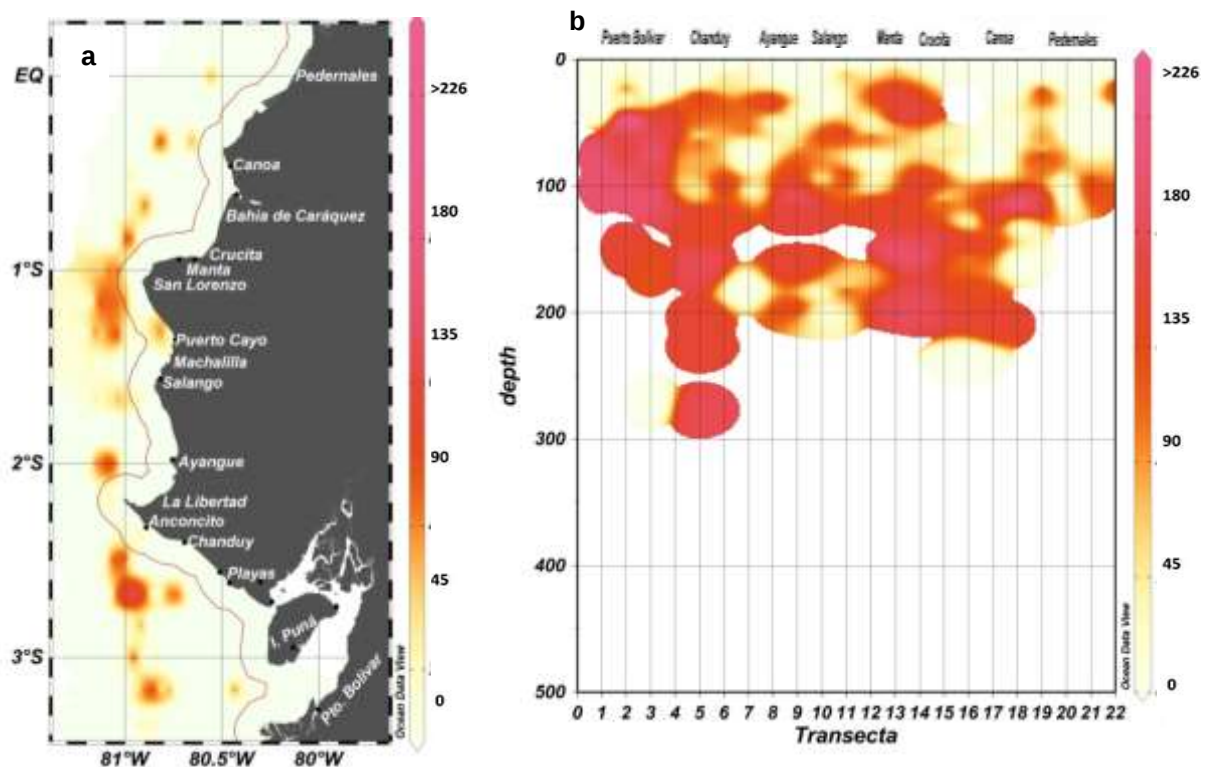


Figura 4. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de *Auxis* spp. (botella), durante el crucero de marzo 2019.

### 3.1.3. Sardina redonda (*Etrumeus teres*)

La biomasa calculada para esta especie fue de 100 002 t, con una abundancia total de 846 millones de individuos, siendo la transecta 11 con la mayor concentración (41 216 t), seguida por la transecta 16 con 12 858 t, ubicadas a la altura de Puerto López y Manta, respectivamente. La talla predominante fue de 21 cm LF equivalente al 43% del total y un peso promedio de 118 g.

Su distribución presentó núcleos aislados y reducidos en tres áreas importantes; alrededor de la Isla de la Plata, frente a San Lorenzo y Pedernales (Figura 5), en tanto que su distribución vertical varió entre 25 y 215 m, con mayor concentración bajo los 70 m de profundidad. La densidad acústica promedio fue de 13 t mn<sup>-2</sup>, y por zona fue de 15 y 11 t mn<sup>-2</sup> (sur y norte, respectivamente).

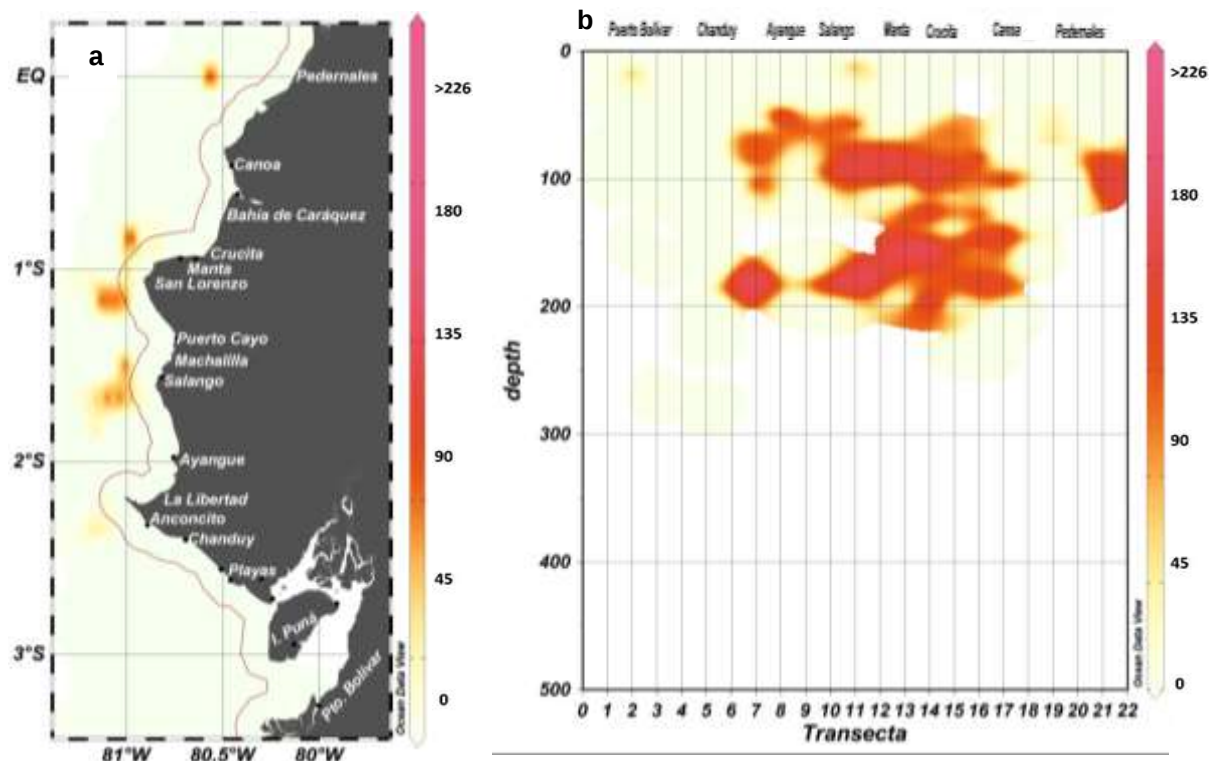


Figura 5. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de *Etrumeus teres* (S. redonda), durante el crucero marzo 2019.

#### 3.1.4. Pinchagua (*Opisthonema* spp.)

La pinchagua alcanzó una biomasa de 125 648 t, siendo las transectas dos y 19 las más representativas (58 039 y 19 339 t, respectivamente), localizadas en los alrededores de la Isla Santa Clara y Cabo Pasado. Su abundancia estimada fue de 1.1 mil millones de individuos, siendo 19 y 20 cm LT las tallas más frecuentes, que acumularon el 32% del total; se registró un peso promedio de 111 g.

Para esta especie se observó una distribución oceánica y costera en igual proporción, presentando la mayor abundancia frente a Ayangue y de manera más dispersa a los alrededores de la Isla de la Plata y a 14 millas de Cabo San Lorenzo. La distribución vertical fluctuó entre los 15 y 120 m de profundidad. La densidad acústica de esta especie fue de 17 t mn<sup>-2</sup>, en tanto que por zona fue de 17 y 16 t mn<sup>-2</sup> (sur y norte, respectivamente) (Figura 6).

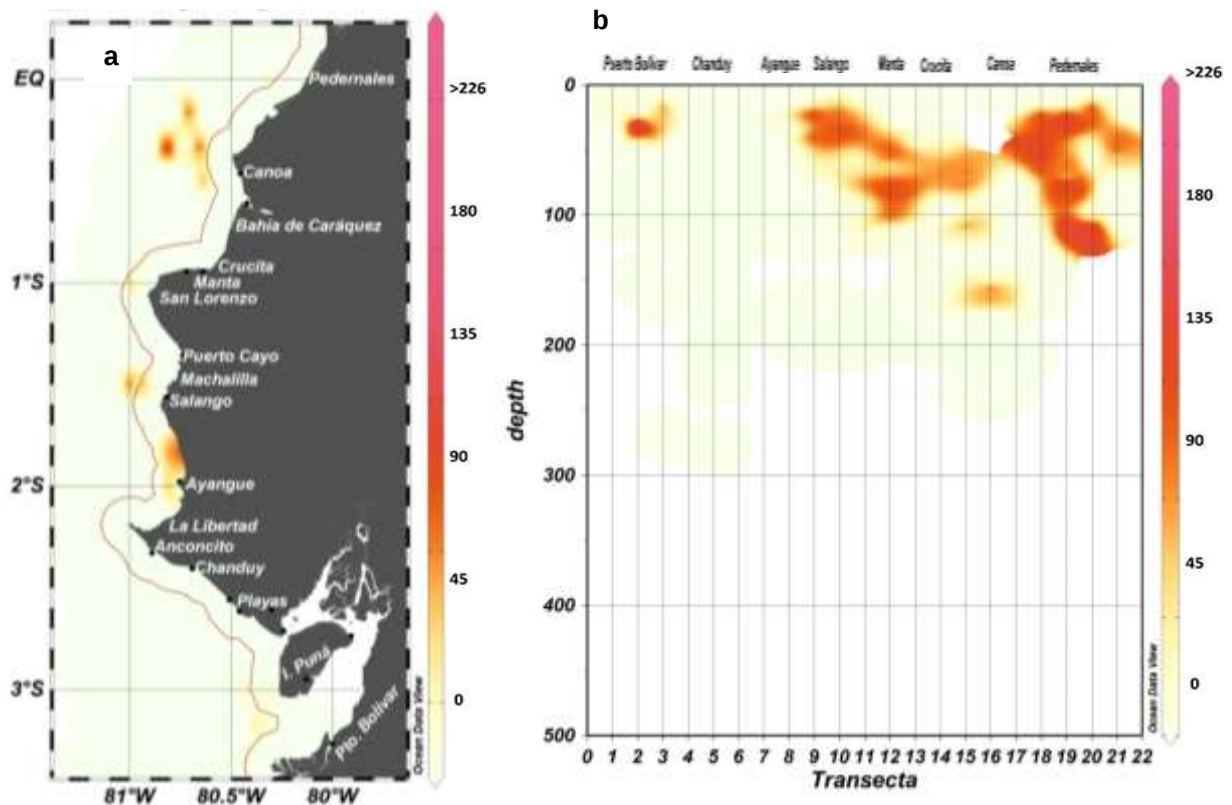


Figura 6. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de *Opisthonema* spp. (pinchagua), durante el crucero marzo 2019

### 3.1.5. Picudillo (*Decapterus macrosoma*)

Se estimó una biomasa de 113 857 t, distribuidas principalmente en las transectas dos (41 227 t) y 19 (27 414 t), correspondientes a 40 y 30 millas de la Isla Santa Clara y frente a Cabo Pasado, respectivamente. La abundancia estimada fue de 2.2 mil millones de individuos, con una talla promedio de 17 cm LF que acumuló el 19% del total, con un peso promedio de 51 g.

Se observaron varios núcleos reducidos y dispersos en su distribución, ubicados principalmente a 30 mn de la Isla Santa Clara y en mayor proporción frente a Cabo San Lorenzo, Cabo Pasado y Pedernales. La distribución vertical estuvo entre 25 y 215 m de profundidad, con mayor concentración por debajo de los 100 m. Se calculó una densidad acústica de  $15 \text{ t mn}^{-2}$ , con  $13 \text{ t mn}^{-2}$  para la zona sur y  $18 \text{ t mn}^{-2}$  para la zona norte (Figura 7).

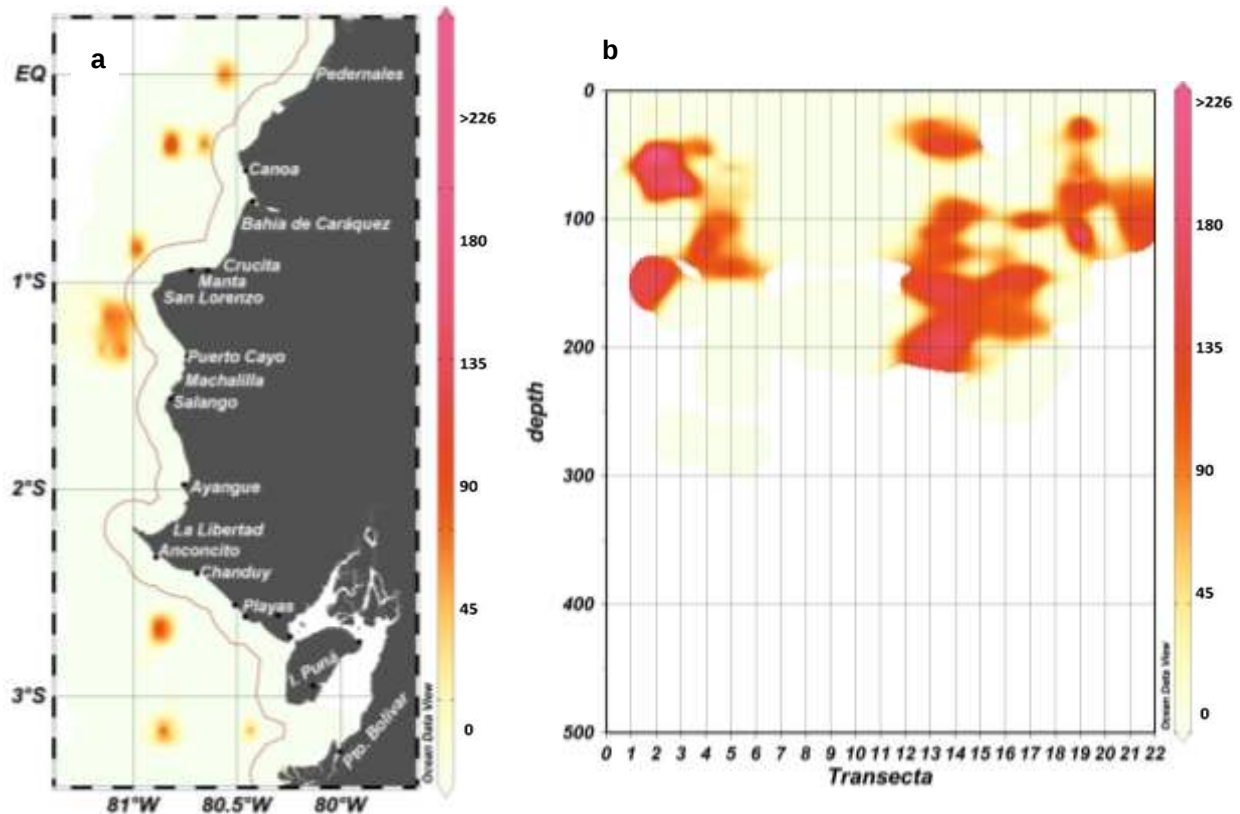


Figura 7. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de *Decapterus macrosoma* (picudillo), durante el crucero de marzo 2019.

### 3.1.6. Chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*)

La biomasa estimada para esta especie fue de 137 381 t, distribuidas principalmente en la transecta dos (71 268 t) y 19 (33 875 t), alrededores de la Isla Santa Clara y frente a Cabo Pasado, respectivamente. Su abundancia estimada fue de 1.6 mil millones de individuos. La talla de 19 cm de LT acumuló el 55% del total de esta especie con un peso promedio de 86 g.

La distribución de esta especie presento varios núcleos de concentración muy distante el uno del otro, ubicados por la Isla Santa Clara, Isla de la Plata, San Clemente, Canoa y cerca de la costa del Matal. La distribución vertical fluctuó entre 15 a 130 m de profundidad, con una densidad acústica de 18 t mn<sup>-2</sup> (Figura 9). La densidad en la zona sur fue de 23 t mn<sup>-2</sup> mientras que en la zona norte fue de 12 t mn<sup>-2</sup> (Figura 8).

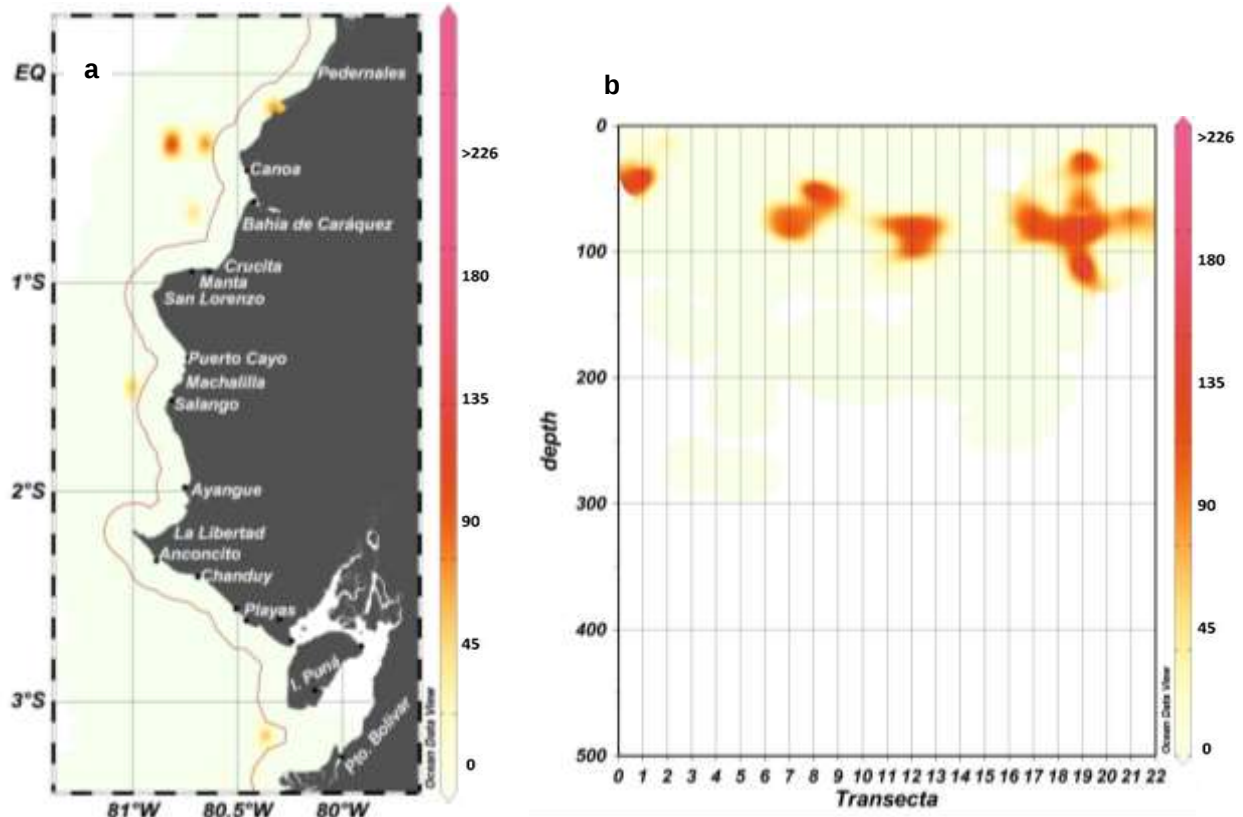


Figura 8. Distribución espacial horizontal (a) y vertical (b) de *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco), durante marzo 2019.

### 3.1.7. Género Anchoa

La biomasa estimada fue de 77 618 t, distribuidas principalmente en la transecta uno y dos (73 678 t), Golfo interior de Guayaquil. Su abundancia estimada fue de 4.9 mil millones de individuos, siendo la especie con mayor abundancia en cuanto a números de individuos. La talla de 10 cm de LT acumuló el 60% del total de esta especie con un peso promedio de 16 g.

Para esta especie se observaron tres núcleos representativos en su distribución, ubicados en el Archipiélago de Jambelí, Olón y alrededores de la Isla de la Plata. La distribución vertical fue de 10 a 70 m de profundidad, con una densidad acústica de  $10 \text{ t mn}^{-2}$ . La densidad en la zona sur fue de  $19 \text{ t mn}^{-2}$  mientras que en la zona norte fue de  $1 \text{ t mn}^{-2}$  (Figura 9).

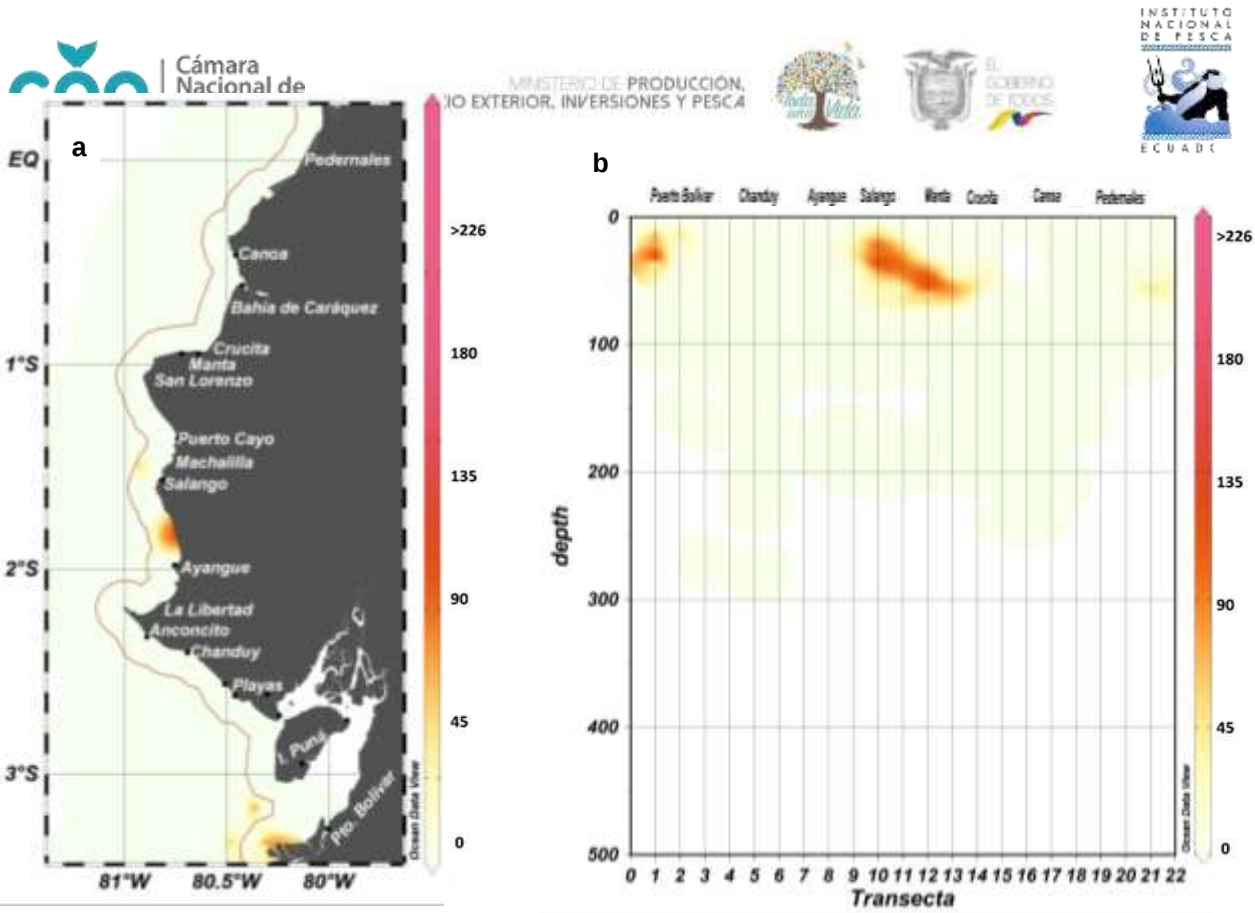


Figura 9. Distribución horizontal (a) y vertical (b) del género *Anchoa*, durante el crucero de marzo 2019.

### 3.1.8. “Otras Especies”

Las especies no pelágicas están consideradas en el grupo denominado “Otras Especies”, tales como gallineta, chazo, hojita y carita, estas acumularon una biomasa de 358 213 t y una abundancia de 5.2 mil millones de individuos (Anexo 3).

La especie de mayor abundancia en este grupo fue la hojita con 152 108 t de biomasa y 2.9 mil millones de individuos, distribuida horizontalmente en el Golfo de Guayaquil con predominancia hacia el sur del área estudio y con una distribución vertical de 3 a 120 m, en tanto que el chazo con 90 602 t de biomasa y 919 millones de individuos, se presentó distribuido verticalmente dentro de los primeros 120 m de profundidad, presentando tres núcleos de concentración ubicados frente a Chanduy, Puerto Cayo y Canoa.

En cuanto a la especie carita, se estimaron 82 769 t de biomasa y 1.0 mil millones de individuos, distribuidos principalmente en zonas costeras hasta 115 m de profundidad; similar distribución que la hojita.

La especie gallineta fue la de menor abundancia, con 32 734 t de biomasa y 201 millones de individuos concentrándose su distribución en el Golfo de Guayaquil, en los Anexos 4 y 5 se registra la biomasa y abundancia de las especies consideradas “otras especies” por transecta, así como su distribución.

### 3.2. Estimación de la biomasa por milla de los peces pelágicos pequeños

Para este enfoque espacial, se realizaron varios cortes longitudinales, que van de 0 a 4, de 4 a 6, y 6 a 8 millas de distancia a la costa y de 8 millas en adelante, con la finalidad de conocer las biomazas disponibles en estas áreas.

Del total estimado de biomasa de PPP en esta campaña de investigación, el 92% se encontraba distribuido fuera de las 8 millas, mientras que entre la milla 6 a 8, de 4 a 6 y de 0 a 4 acumularon el 4, 2, y 2%, respectivamente (tabla 6).

Tabla 6. Distribución de la biomasa de PPP por millas, durante el crucero de marzo 2019

| Especies     | Distancia a la costa |               |               |                  | Total            |
|--------------|----------------------|---------------|---------------|------------------|------------------|
|              | 0-4                  | 4-6           | 6-8           | >8               |                  |
| Botella      | 5.879                | 2.032         | 17.927        | 337.632          | 363.470          |
| Macarela     |                      |               | 10.762        | 200.040          | 210.802          |
| S. redonda   | 111                  | 8.829         | 3.476         | 87.586           | 100.002          |
| Pinchagua    | 5.168                | 3.611         | 4.173         | 112.696          | 125.648          |
| Picudillo    |                      |               | 1.022         | 112.835          | 113.857          |
| Chuhueco     | 3.206                | 5.232         | 2.844         | 126.098          | 137.380          |
| Anchoas      | 4.115                | 687           | 1.018         | 71.798           | 77.618           |
| <b>Total</b> | <b>18.479</b>        | <b>20.391</b> | <b>41.222</b> | <b>1.048.685</b> | <b>1.128.777</b> |
| %            | 2                    | 2             | 4             | 92               | 100              |

De igual manera, se estimó la biomasa por especie con su respectiva distancia a la costa y zona de estudio como lo indica la Tabla 7.

Tabla 7. Distribución de la biomasa de PPP por millas y zona de estudio, durante el crucero de marzo 2019

| Zona                                     | Especies     | Distancia a la costa |               |               |                  | Total            |
|------------------------------------------|--------------|----------------------|---------------|---------------|------------------|------------------|
|                                          |              | 0-4                  | 4-6           | 6-8           | >8               |                  |
| Golfo de Guayaquil                       | Botella      | 4.493                | 0             | 12.025        | 182.933          | 199.451          |
|                                          | Macarela     | 0                    | 0             | 6.872         | 127.690          | 134.562          |
|                                          | S. redonda   | 0                    | 5.811         | 0             | 12.074           | 17.885           |
|                                          | Pinchagua    | 0                    | 0             | 2.812         | 64.519           | 67.331           |
|                                          | Picudillo    | 0                    | 0             | 0             | 54.834           | 54.834           |
|                                          | Chuhueco     | 0                    | 5.232         | 2.844         | 87.774           | 95.850           |
|                                          | Anchoas      | 2.074                | 0             | 0             | 71.559           | 73.633           |
| Puntilla de santa Elena hasta Pedernales | Botella      | 1.386                | 2.032         | 5.902         | 154.699          | 164.019          |
|                                          | Macarela     | 0                    | 0             | 3.890         | 72.350           | 76.240           |
|                                          | S. redonda   | 111                  | 3.018         | 3.476         | 75.512           | 82.117           |
|                                          | Pinchagua    | 5.168                | 3.611         | 1.361         | 48.177           | 58.317           |
|                                          | Picudillo    | 0                    | 0             | 1.022         | 58.001           | 59.023           |
|                                          | Chuhueco     | 3.206                | 0             | 0             | 38.324           | 41.530           |
|                                          | Anchoas      | 2.041                | 687           | 1.018         | 239              | 3.985            |
|                                          | <b>Total</b> | <b>18.479</b>        | <b>20.391</b> | <b>41.222</b> | <b>1.048.685</b> | <b>1.128.777</b> |

### 3.3. Pesca comprobatoria

Se efectuaron 34 lances de pesca comprobatoria sobre cardúmenes detectados (15 oceánicos y 19 costeros), de los cuales, 26 fueron lances efectivos y 8 fueron lances fallidos, capturando un total de 125 toneladas, compuestas por un 78% de especies pelágicas y 22% no pelágicas.

De los 8 lances fallidos, dos correspondieron a capturas descartadas por tratarse de ejemplares juveniles de hojitas (12 a 15 cm LT, aproximadamente); fueron liberados vivos en el agua antes de recoger el arte de pesca, obteniendo una muestra de los peces para su respectivo análisis.

#### 3.2.1 Pesca comprobatoria Oceánica

Los lances fueron realizados sobre profundidades entre 0 y 60 m, siete lances fueron efectivos, obteniéndose una captura total de 67 toneladas, compuesta principalmente de botella, seguido de chazo, pinchagua, carita, gallineta y trompeta (Figura 10a).

La talla promedio de captura de botella fue de 30 cm LF, chazo y pinchagua 25 cm LT y carita 20 cm LT.

#### 3.2.2 Pesca comprobatoria Costera

Se realizaron un total de 19 lances efectivos. La captura total fue de 58 t, representada principalmente por pinchagua, seguido de botella, chuhueco, voladora, anchoa, bonito sierra, hojita, carita y roncador (Figura 10b). La talla de captura promedio de pinchagua fue de 19 cm LT, botella 22 cm LF y anchoa 14 cm LT.

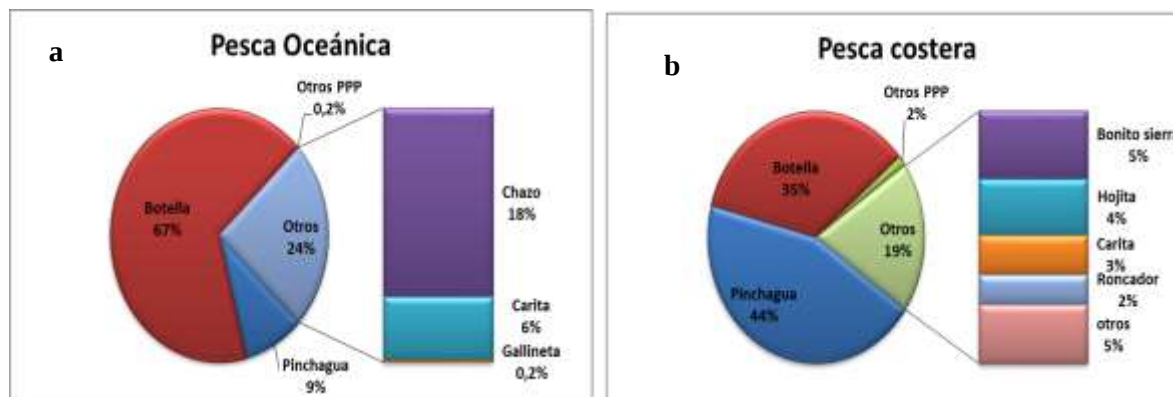


Figura 10. (a) Pesca comprobatoria oceánica y (b) costera, durante el crucero INP 2019-03-01 PV de marzo 2019

### 3.4. Condiciones oceanográficas Física

#### 3.4.1 Temperatura superficial del mar (TSM)

La TSM presentó valores distribuidos entre 25.5 °C y 28.9 °C (Figura 11a). El mínimo de TSM se ubicó a 10 mn fuera de la Isla Santa Clara (estación 13), en tanto que el valor más alto se localizó cerca de la costa, a 4.5 mn de Engabao en la primera

estación establecida durante la prospección (EP1). La TSM promedio del área de estudio tuvo un valor de 27.8 °C, donde predominaron las TSM de 27.1 °C y 28.9 °C.

### 3.4.2 Anomalías de TSM (ATSM)

De acuerdo a la información en la web de Nullschool (2019) los valores de ATSM en los días de ejecución de la campaña de investigación mostraron valores positivos que oscilaron entre +2.1 °C y +2.6 °C, los valores más altos de anomalías fueron registrados en la parte norte del área de estudio, cerca de la línea ecuatorial.

### 3.4.3 Salinidad superficial del mar (SSM)

Por otro lado, los valores de SSM (Figura 11b) tuvieron un promedio de 34.1 UPS en el área de estudio, se registraron valores que oscilaron entre 31.8 UPS (estación EP1) y 35.1 UPS (estación 11 ubicada a 58 mn de la costa de Pedernales). Se presentó un frente halino marcado (< 33.5 UPS) en la zona del Golfo de Guayaquil, zona característica de aguas estuarinas.

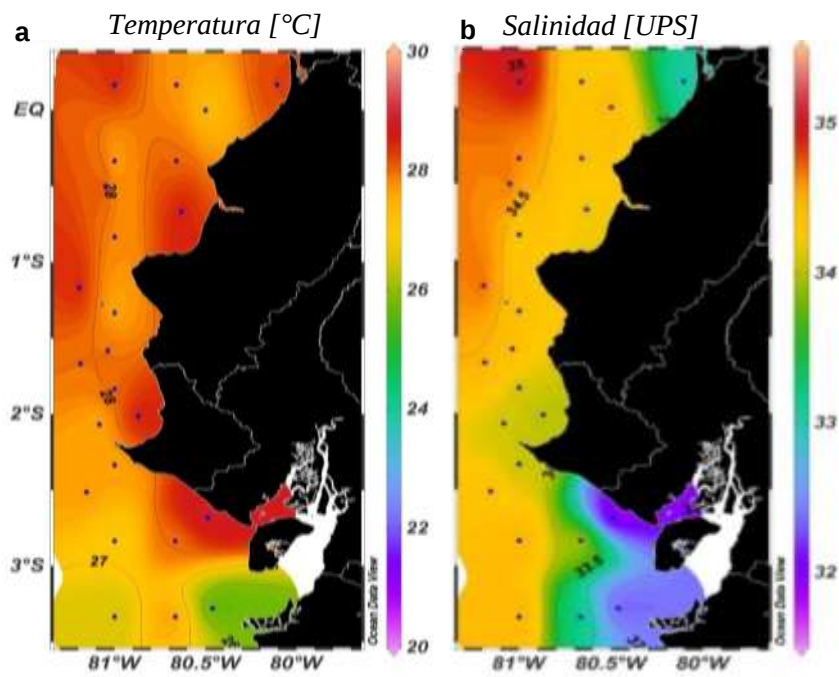


Figura 11. Distribución de Temperatura superficial del mar (a) y Salinidad superficial del mar (b) durante el crucero INP 2019-03-01 PV, marzo 2019.

### 3.4.4 Masas de agua

En la figura 12 se observan los perfiles verticales (hasta 519 m) contruidos con 8 estaciones oceanográficas ubicadas sobre la longitud 81° 00' O. La isoterma de 20 °C (Z20) se ubicó alrededor de los 30 m de manera general en la sección, mientras que la isoterma de 15 °C se encontró entre los 120 m y 150 m de profundidad, siendo ligeramente menos profunda entre las latitudes 2° y 3° S.

Desde los 200 m se encontró una masa de agua subsuperficial que osciló de 13.5 °C a 7.3 °C. En el perfil de salinidad se pueden observar: i) desde la superficie hasta aproximadamente 50 m valores <34.8 UPS, ii) de los 50 a 150 m predominaron valores

cercanos a 35 UPS, y iii) a partir de los 200 m se observaron valores <34.9 UPS (Figura 12b).

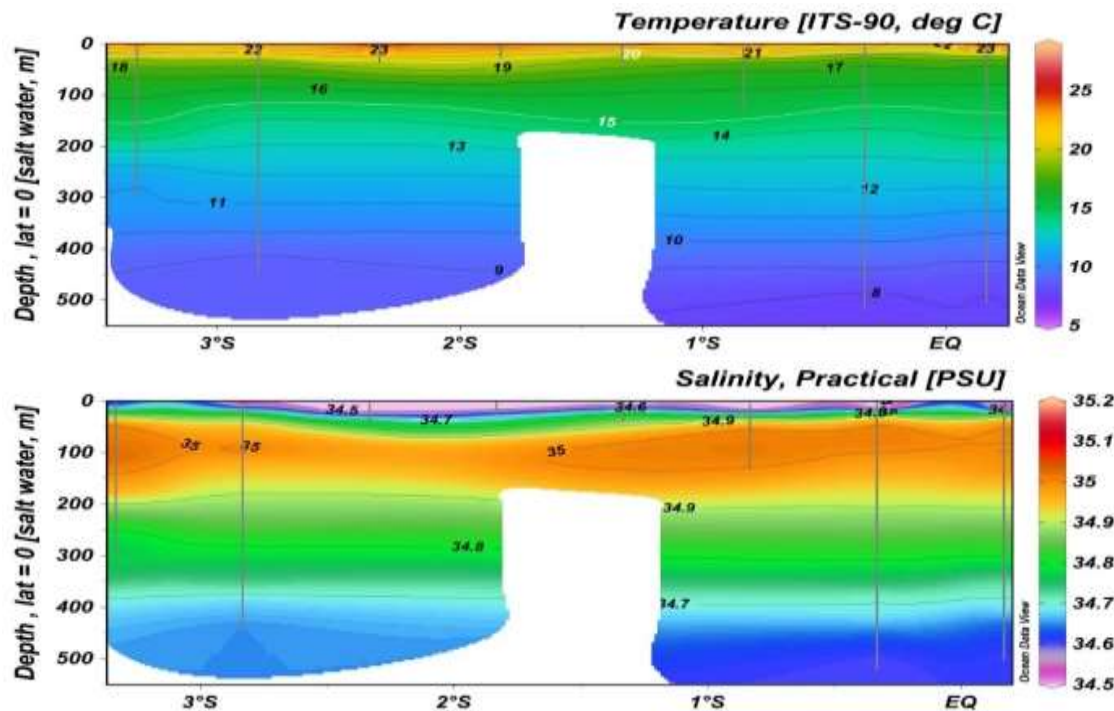


Figura 12. Perfil de temperatura (a) y salinidad (b) en la sección longitudinal 81°00' O, durante el crucero INP 2019-03-01 PV, marzo 2019

De la distribución superficial de masas de agua (Figura 13) se puede aseverar que el Agua Tropical Superficial (ATS) fue predominante desde la longitud 81°00' O hacia la costa (>60%), teniendo mayor proporción en el interior del Golfo de Guayaquil y frente a Pedernales (>90%). El ASTS registró proporciones más importantes (>60%) al noroeste, a 58 mn frente a Pedernales, donde también se ubicó el mínimo de la SSM. El Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) estuvo ausente a nivel de las capas superficiales, siendo observada a partir de los 10 m.

Verticalmente, el ATS se mantuvo en proporciones mayores a 50% sobre los 30 m, el ASTS registró proporciones mayores a 20% hasta los 50 m y a nivel subsuperficial el AESS fue predominante con valores mayores a 60% a partir de los 50 m (Figura 14).

Las masas de agua en general muestran un comportamiento típico de la estación lluviosa en el perfil ecuatoriano en donde debería existir mayor influencia del sistema que proviene de la Bahía de Panamá.

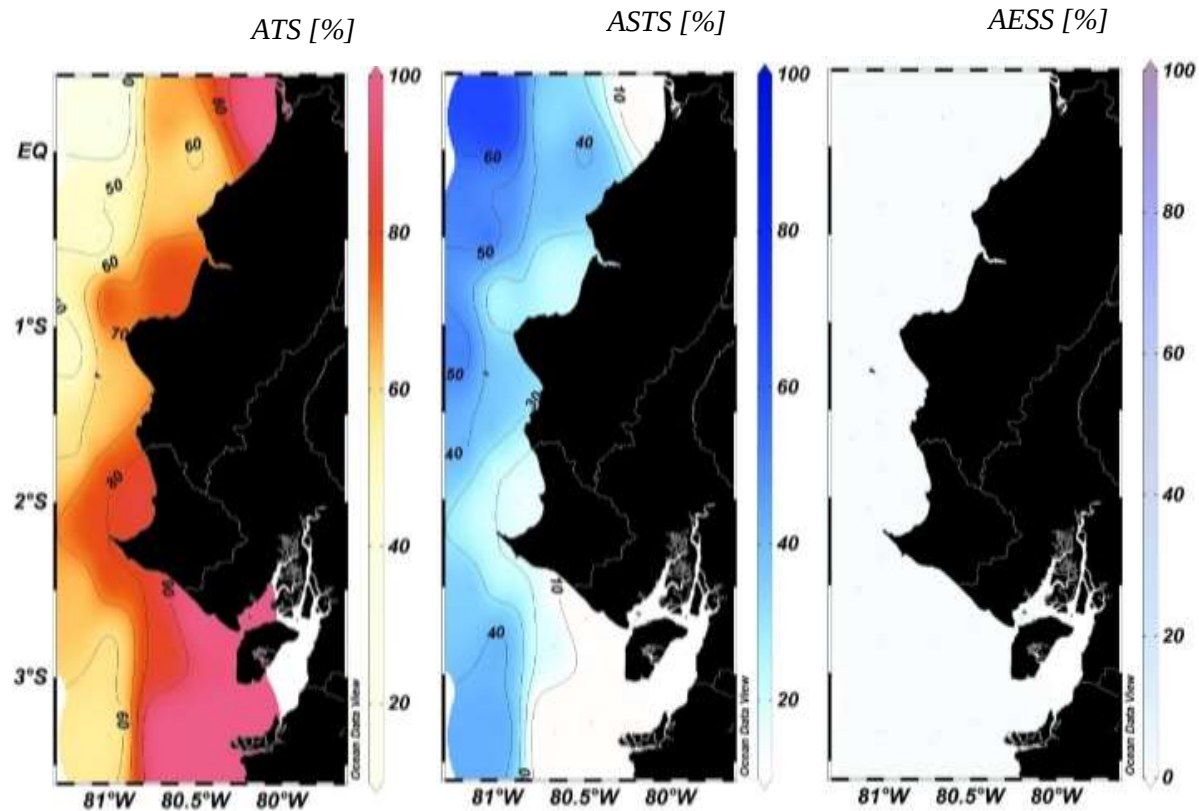


Figura 13. Distribución superficial de la proporción de las masas de agua: Agua Tropical Superficial (ATS), Agua Subtropical Superficial (ASTS) y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), durante el crucero INP 2019-03-01 PV, marzo 2019

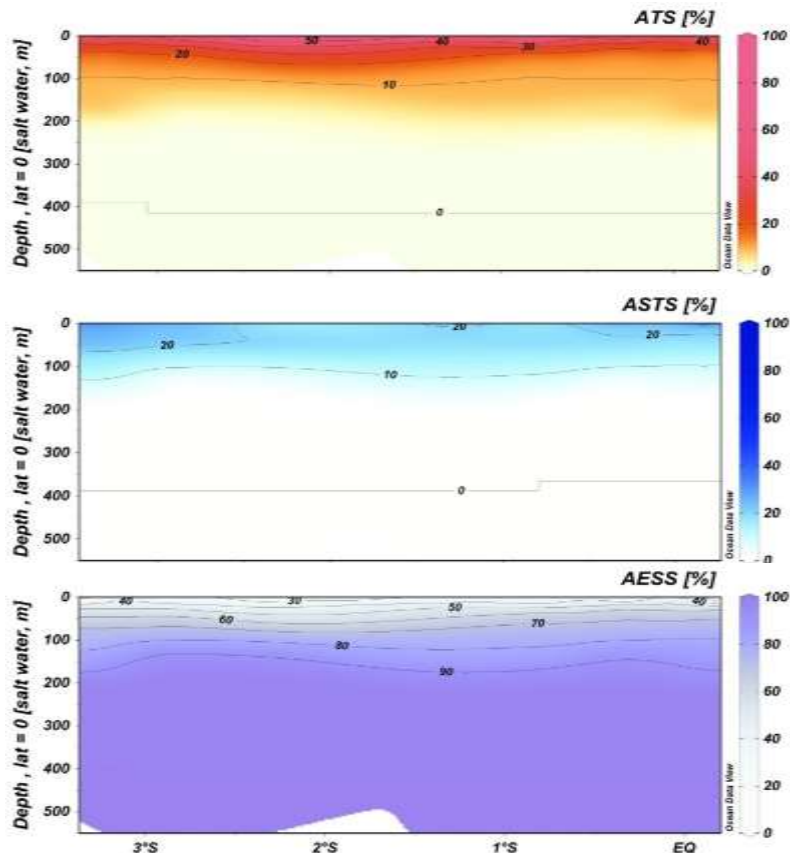


Figura 14. Perfil de proporción de masas de agua en la sección longitudinal 81°00'O, durante el crucero INP 2019-03-01 PV, marzo 2019

### 3.4.5 Velocidad del Viento

Se realizaron estimaciones de la velocidad del viento superficial utilizando la escala de Beaufort; el rango general de los valores de esta escala estuvo entre 0 – 2 (Figura 8), a los cuales se asocian las velocidades de: 0: <1 km/h, 1: 1 a 5 km/h, y 2: 6 a 11 km/h; se estimó que los vientos predominantes tuvieron velocidades entre 1 y 5 km/h, que reflejan condiciones de un mar con ondas, pero sin crestas que formen espuma.

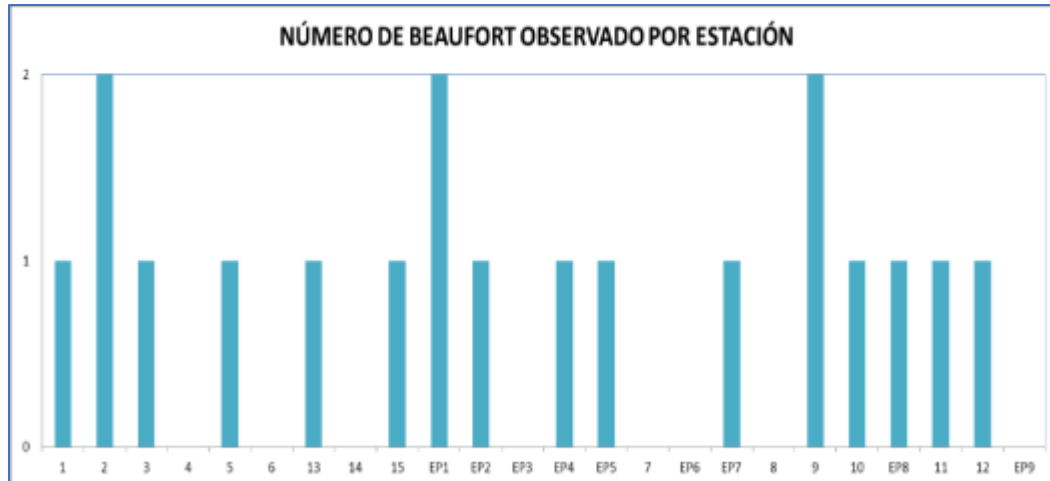


Figura 15. Número de Beaufort observado por estación durante el cruceo INP 2019-03-01 PV, marzo 2019

### 3.5. Estimación de los Límites de Confianza (LC) de la biomasa total

La biomasa total estimada durante la prospección fue de 1 486 989 t, tomando en consideración las especies de PPP y las “otras especies”. De acuerdo a la metodología, se realizaron los cálculos correspondientes para los Límites de Confianza (Tabla 8), dando como resultado un límite superior (LC+) de 1 755 060 t y un límite inferior (LC-) de 1 218 918 t. Los LC obtenidos fueron utilizados para calcular el error en la biomasa total, el valor fue de 268 070 t lo que representa el 18.02 % respecto al valor total.

Tabla 8. Cálculos para los límites estadísticos de confianza, utilizando los datos del cruceo de marzo 2019.

| Transecta        | Varianza    | VAR. Al CUADRADO (S2) | Area        | Area al cuadrado (A2) | NASC Prom. | NASC Prom * Area | UBM | S2/UBM      | (S2/UBM)*A2 |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------------------|------------|------------------|-----|-------------|-------------|
| 1                | 452114.24   | 2.04E+11              | 543.10      | 294957.61             | 222.4      | 120787.0         | 54  | 3785320077  | 1.11651E+15 |
| 2                | 59289746.97 | 3.52E+15              | 611.00      | 373321.00             | 2395.2     | 1463452.4        | 61  | 5.76274E+13 | 2.15135E+19 |
| 3                | 1441667.56  | 2.08E+12              | 442.50      | 195806.25             | 324.8      | 143736.9         | 45  | 46186785837 | 9.04366E+15 |
| 4                | 97492.41    | 9.50E+09              | 497.80      | 247804.84             | 82.1       | 40888.6          | 50  | 190095381.7 | 4.71066E+13 |
| 5                | 194639.88   | 3.79E+10              | 419.90      | 176316.01             | 222.7      | 93505.7          | 41  | 924016611.2 | 1.62919E+14 |
| 6                | 63061.75    | 3.98E+09              | 316.80      | 100362.24             | 91.3       | 28938.1          | 32  | 124274500   | 1.24725E+13 |
| 7                | 32076.83    | 1.03E+09              | 191.00      | 36481.00              | 71.6       | 13682.6          | 20  | 51446146.32 | 1.87681E+12 |
| 8                | 213872.66   | 4.57E+10              | 238.90      | 57073.21              | 135.8      | 32430.8          | 23  | 1988761428  | 1.13505E+14 |
| 9                | 141656.28   | 2.01E+10              | 299.20      | 89520.64              | 165.1      | 49410.1          | 29  | 691948291.7 | 6.19437E+13 |
| 10               | 826623.59   | 6.83E+11              | 329.40      | 108504.36             | 251.7      | 82902.0          | 33  | 20706259558 | 2.24672E+15 |
| 11               | 7173095.02  | 5.15E+13              | 218.70      | 47829.69              | 806.6      | 176412.1         | 21  | 2.45016E+12 | 1.1719E+17  |
| 12               | 56086.34    | 3.15E+09              | 241.30      | 58225.69              | 150.6      | 36328.4          | 25  | 125827082.3 | 7.32637E+12 |
| 13               | 869944.44   | 7.57E+11              | 266.50      | 71022.25              | 546.6      | 145665.2         | 27  | 28029752980 | 1.99074E+15 |
| 14               | 2580524.07  | 6.66E+12              | 181.00      | 32761.00              | 961.5      | 174024.9         | 19  | 3.50479E+11 | 1.1482E+16  |
| 15               | 132149.55   | 1.75E+10              | 418.30      | 174974.89             | 212.8      | 89018.3          | 15  | 1164233565  | 2.03712E+14 |
| 16               | 2435003.89  | 5.93E+12              | 336.90      | 113501.61             | 557.1      | 187671.4         | 33  | 1.79674E+11 | 2.03933E+16 |
| 17               | 179475.32   | 3.22E+10              | 321.80      | 103555.24             | 164.5      | 52926.8          | 33  | 976102795   | 1.01081E+14 |
| 18               | 1116519.82  | 1.25E+12              | 344.40      | 118611.36             | 269.7      | 92870.7          | 34  | 36665191583 | 4.34891E+15 |
| 19               | 4449020.85  | 1.98E+13              | 311.80      | 97219.24              | 883.7      | 275544.1         | 31  | 6.38509E+11 | 6.20754E+16 |
| 20               | 275689.44   | 7.60E+10              | 334.40      | 111823.36             | 168        | 56183.5          | 34  | 2235431411  | 2.49973E+14 |
| 21               | 68364.45    | 4.67E+09              | 314.30      | 98784.49              | 87         | 27405.8          | 31  | 150764442.5 | 1.48932E+13 |
| 22               | 220323.70   | 4.85E+10              | 304.20      | 92537.64              | 84         | 25645.4          | 31  | 1565888188  | 1.44904E+14 |
| SUM              | 82309149.04 |                       | 7483.2      | 2800993.6             |            | 3409430.6        |     |             | 2.17445E+19 |
| Sum. al cuadrado |             |                       | 55998282.24 |                       |            |                  |     |             |             |

#### 4. DISCUSIÓN

Para esta campaña de investigación acústica de peces pelágicos pequeños, se estimó una biomasa total de 1 128 776 t y una abundancia de 14.1 mil millones de individuos, representando una disminución del 27% en la biomasa, pero un incremento en la abundancia del 130% en relación al crucero de marzo del 2018 (Romero et al., 2018). La zona sur registró la mayor abundancia y biomasa con ca., 10 mil millones individuos y 747 811 t, respectivamente; para la zona norte la abundancia estimada fue de 3.6 mil millones de ejemplares con una biomasa de 380 965 t.

El Golfo de Guayaquil (Zona Sur) en comparación con el resto del área de estudio (Puntilla de Santa Elena hasta Pedernales) comprendió el 57% de la biomasa del total estimado. De las especies evaluadas, la botella fue la de mayor biomasa (363 472 t) seguida por macarela (210 798 t). En comparación al crucero de marzo 2018 la botella y macarela registran un descenso en su biomasa del 54 y 26%, respectivamente. Estas dos especies representan el 48% de la biomasa estimada de PPP en aguas ecuatorianas para esta campaña de investigación.

La tercera especie con mayor biomasa fue el chuhueco alcanzando 137 381 t seguido de la pinchagua (125 648 t), picudillo (113 857 t), sardina redonda (100 002 t) y las anchoas (77 000 t); Estas especies en relación al crucero de marzo del 2018 no presentan variación significativa en biomasa estimada para la campaña de marzo de 2018.

Durante estas tres últimas campañas de investigación (cruceros de prospección) se ha observado que en marzo la biomasa de macarela disminuye, mientras que las otras especies evaluadas (botella, picudillo, sardina redonda, pinchagua y chuhueco) tienden a aumentar su biomasa. Lo contrario ocurre en noviembre cuando la macarela presenta mayor biomasa que las demás especies, lo que se corrobora con las estadísticas pesqueras del INP sobre los desembarques de PPP por la realizados por la flota cerquera costera en el 2018.

La densidad acústica promedio del área de estudio fue de 151 t mn<sup>-2</sup>. El área de mayor densidad acústica fue la Subárea A (Golfo de Guayaquil) con 195 t mn<sup>-2</sup>, corroborando está área como la de mayor biomasa y abundancia en relación con cruceros anteriores.

La mayor concentración de biomasa de PPP se encontró entre los 40 y 120 m de profundidad y en un rango de temperatura de 20 a 16 °C. Este rango de temperatura es tolerable para la mayoría de las especies PPP en especial la macarela que posee un mecanismo fisiológico para regular la temperatura de su cuerpo, aproximándose está a la del medio ambiente (Bull, 1952).

De acuerdo al análisis espacial realizado por milla náutica costa afuera, se estimó que el 92% del total de la biomasa se encuentra fuera de las 8 millas, lo cual está asociado a la biología de las especies estudiadas, lo cual ha sido detallado en los informes realizados por el INP.

La composición de especies de la pesca comprobatoria mostró una predominancia de botella en la pesca oceánica y pinchagua en la pesca costera, cabe recalcar que con la participación de barcos de clase I y II para realizar la pesca costera fue de mucha ayuda al momento de realizar la discriminación de las marcas detectadas durante la prospección por tener muestras biológicas de lo observado con la ecosonda científica (SIMRAD EY60).

Los resultados de distribución de ATSM mostraron una tendencia positiva en toda el área de estudio durante el periodo del crucero. Esto es concordante con el evento El Niño declarado por la NOAA mediante el índice ONI; este evento empezó desde el trimestre SON con +0.7 y hasta el cierre del presente informe en trimestre MAM con +0.8.

## **5. CONCLUSIONES**

1. La biomasa estimada de peces pelágicos pequeños representó un descenso del 27% en relación a la campaña de marzo 2018, el mismo responde a la presencia de organismos de tallas pequeñas (14 a 24 cm) en la mayoría las especies de PPP en especial botella y macarela.
2. Se observó una marcada diferencia en los estimados de abundancia de los PPP entre marzo 2018 y 2019, es decir que en el actual crucero presentó mayor abundancia (número de individuos) de cada una de las especies evaluadas, lo cual se puede presumir que para el 2019 se pueda dar un alto nivel de reclutamiento.
3. La distribución vertical de las marcas acústicas encontradas por especie de PPP, se encontraron mayormente entre los 40 y 120 m de profundidad, observándose una mejor disponibilidad de los cardumes en relación al año pasado.
4. La TSM registró valores entre 25.5 °C y 28.9 °C, temperaturas típicas de la estación húmeda. La Z20 se encontró superficial en las estaciones más alejadas de la costa, llegando a máximo 30 m de profundidad y la capa de mezcla presentó poca amplitud (8 a 15 m), presumiblemente debido a los valores de viento registrados; Se evidenció la presencia de aguas más frías (<18 °C) a partir de niveles de 40 m en el área de estudio.
5. Analizando la Z20 y la capa de mezcla en relación con los datos acústicos y los datos espaciales, fue posible establecer que para la época de estudio ninguna de las dos variables tiene mayor correlación con los datos acústicos, sin embargo, se encontró que la Z20 tiene correlación inversa con la latitud lo cual indica que cuando la latitud aumentó la Z20 tuvo una profundidad más pequeña.
6. El error obtenido del cálculo de los límites de confianza de la biomasa total para esta campaña de investigación fue de 18%, se estimaron los errores para las campañas de marzo 2018 y noviembre 2018 siendo 11.80 y 1.38% respectivamente. No resulta muy preciso comparar el porcentaje de error entre

ambos periodos (marzo), debido a que en 2018 el cálculo de biomasa fue realizado con la ecosonda científica solo en la Zona Sur. Con respecto a noviembre 2018, de forma cuantitativa y metodológica, se podría decir que el error en marzo 2019 es mayor respecto a noviembre 2018. Otro aspecto a tomar en consideración antes de emitir un criterio, es que este 1.38% puede ser más bajo debido a que los NASC promedio con los que se realizan los cálculos de LC fueron mayores en noviembre 2018 que en marzo 2019.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

- Bull, H. O. 1952. An evaluation of our knowledge of fish behavior in relation to hydrography. Rapp. P.-V. Reun. Cons. Inst. Explor. Mer. 131:8-23.
- Castillo, P. R., Peraltilla, S., Aliaga, A., Flores, M., Ballón, M., Calderón, J., & Gutiérrez, M. (2009). Protocolo técnico para la evaluación acústica de las áreas de distribución y abundancia de recursos pelágicos en el mar peruano. Versión 2009. Instituto del Mar del Perú.
- Cucalón, E. (1983). Temperature, Salinity and Water Masses Distribution of Ecuador during an El Niño Event in 1976. Rev.Cien.Mar.Limnol. 2(1):1-25.
- Cucalón-Zenck, E., J. Chavarría, L. Maridueña, Y. de Maridueña, E. Cavezas, D. Burgos, E. Zambrano, P. Avila. 2000. La Macarela (*Scomber japonicus*) en Ecuador, su biología, pesquería, dinámica poblacional y manejo. Bol. Cient. Téc. Instituto Nacional de Pesca del Ecuador. XVIII (1): 56 pp.
- Foote KG. 1987. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. J. Acoustic Soc. A.m., 82, 981-7.
- Landívar, E. and Ponce, G. (2018). An open source script that converts SIMRAD EK60 and EY60 echosounders plain data into visual results to determinate Nautical Area Scattering Coefficient of Ecuadorian small pelagic resources. Tesis de pregrado. ESPOL. Guayaquil.
- MacLennan D. and Simmonds J. (1992). Fisheries Acoustics. Fish and Fisheries Series 5. First edition. Chapman and Hall editors. London, UK.
- Romero. A, E. Landivar, G. Ponce, V. Jurado, M. Naganobu y M. Hurtado (2018). Estimación hidroacústica de la abundancia y biomasa de los principales Peces Pelágicos Pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial, durante marzo de 2018. (INP-SRP-CNP 18-03-01PV). <http://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/CRUCERO-18-03-01PV-RESULTADO-FINAL.pdf>
- Romero, A. E. Landivar, G. Ponce, M. Hurtado, T. De la Cuadra, M. Prado, J. Guerrero, J. Cajas, R. Buchelli, G. Calderón, G. Ayora, P. Macías, K. Alarcón, Á. Muñoz, G. Sandoval V. Jurado. (2018). Evaluación hidroacústica de los principales Peces

Pelágicos Pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial, durante noviembre de 2018. (INP-SRP-CNP 18-11-02PV)

<http://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Informe-final-Crucero-Noviembre-2018.pdf>

SIMRAD EK 500. (1992). Instruction Manual SIMRAD EK 60 Scientific echo sounder. p2172e. Calibration of the EK 60 p2260e. SIMRAD Norge as. Norway.

## 7. ANEXOS

### Anexo 1 Coordenadas de las estaciones oceanográficas

| Fase | Estación  | Longitud    | Latitud  |
|------|-----------|-------------|----------|
| 1    | 1         | -80.6667    | -3.3333  |
| 1    | 2         | -81.0000    | -3.3333  |
| 1    | 3         | -81.0000    | -2.8333  |
| 1    | 4         | -80.6667    | -2.8333  |
| 1    | 5         | -81.0000    | -2.3333  |
| 1    | 6         | -81.0000    | -1.8341  |
| 2    | 7         | -81.0000    | -1.3333  |
| 2    | 8         | -81.0000    | -0.8333  |
| 2    | 9         | -81.0000    | -0.3333  |
| 2    | 10        | -80.6602    | -0.3333  |
| 2    | 11        | -81.0000    | 0.1667   |
| 2    | 12        | -80.6602    | 0.1667   |
| 1    | 13        | -80.4608    | -3.2784  |
| 1    | 14        | -81.0839    | -2.0682  |
| 1    | 15        | -81.0363    | -1.5819  |
| 1    | EP1       | -80.48588   | -2.68123 |
| 1    | EP2       | -81.15452   | -2.51229 |
| 1    | EP3       | -80.86873   | -2.01128 |
| 1    | EP4       | -81.18727   | -1.6692  |
| 2    | EP5       | -81.1942    | -1.16667 |
| 2    | EP6       | -80.6333333 | -0.66666 |
| 2    | EP7       | -81.05      | -0.5     |
| 2    | EP8       | -80.5       | 0        |
| 2    | EP9       | -80.10703   | 0.16895  |
| 1    | MR1 (TB1) | -80.6724    | -3.1069  |
| 1    | MR2 (TB2) | -80.62202   | -2.99665 |
| 1    | TB10      | -80.77922   | -1.79232 |
| 2    | TB11      | -80.94091   | -1.32503 |
| 2    | TB12      | -81.15496   | -1.32746 |
| 2    | TB13      | -80.91328   | -1.0965  |
| 2    | TB14      | -80.90193   | -0.8419  |
| 2    | TB15      | -80.53181   | -0.79064 |
| 2    | TB16      | -80.49519   | -0.47082 |
| 2    | TB17      | -80.23655   | -0.00622 |
| 1    | TB3       | -80.8283    | -3.00078 |
| 1    | TB4       | -80.98064   | -2.99895 |
| 1    | TB5       | -81.13724   | -3.00249 |
| 1    | TB6       | -81.22061   | -2.86917 |
| 1    | TB7       | -81.1665    | -2.84022 |
| 1    | TB8       | -80.7465    | -2.67531 |
| 1    | TB9       | -81.136     | -1.8381  |

## Anexo 2

### 2.1 Reporte de Calibración B/P Caripe

|                         |                                                                    |                                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Embarcación: B/P Caripe | Fecha: 2/27/2019                                                   |                                  |
| Ecosonda: EY 60         | Lugar: La Libertad                                                 |                                  |
| Tipo de esfera: Cu-23,0 | TS esfera: -40.4 dB<br>(Corregida para la<br>velocidad del sonido) | Profundidad (fondo mar):<br>35 m |

#### Calibration Version 2.1.0.12

##### Comments: P2

##### Reference Target:

TS -40.40 dB Min. Distance 17.00 m  
TS Deviation 5.0 dB Max. Distance 23.00 m

##### Transducer: ES120 Serial No. 656

Frequency 120000 Hz Beamtype Split  
Gain 25.50 dB Two Way Beam Angle -18.5 dB  
Athw. Angle Sens. 17.00 Along. Angle Sens. 17.00  
Athw. Beam Angle 8.71 deg Along. Beam Angle 9.42 deg  
Athw. Offset Angle 0.04 deg Along. Offset Angle 0.12 deg  
SaCorrection -0.61 dB Depth 4.00 m

##### Transceiver: GPT 120 kHz 00907205c4ae 1-1 ES120

Pulse Duration 0.256 ms Sample Interval 0.049 m  
Power 500 W Receiver Bandwidth 8.71 kHz

##### Sounder Type:

EK60 Version 2.4.0

##### TS Detection:

Min. Value -50.0 dB Min. Spacing 100 %  
Max. Beam Comp. 6.0 dB Min. Echolength 80 %  
Max. Phase Dev. 8.0 Max. Echolength 180 %

##### Environment:

Absorption Coeff. 40.4 dB/km Sound Velocity 1541.5 m/s

##### Beam Model results:

Transducer Gain = 25.30 dB SaCorrection = -0.58 dB  
Athw. Beam Angle = 8.89 deg Along. Beam Angle = 8.83 deg  
Athw. Offset Angle = -0.14 deg Along. Offset Angle = -0.07 deg

##### Data deviation from beam model:

RMS = 0.19 dB  
Max = 0.85 dB No. = 264 Athw. = 2.9 deg Along = -5.1 deg  
Min = -0.89 dB No. = 313 Athw. = 2.5 deg Along = -5.6 deg

##### Data deviation from polynomial model:

RMS = 0.15 dB  
Max = 0.94 dB No. = 264 Athw. = 2.9 deg Along = -5.1 deg  
Min = -0.76 dB No. = 313 Athw. = 2.5 deg Along = -5.6 deg

## 2.2 Reporte de Calibración B/P Patillo

|                         |                                                                    |                                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Embarcación: B/P Caripe | Fecha: 3/15/2019                                                   |                                  |
| Ecosonda: EY 60         | Lugar: Crucita                                                     |                                  |
| Tipo de esfera: Cu-23,0 | TS esfera: -40.4 dB<br>(Corregida para la<br>velocidad del sonido) | Profundidad (fondo mar):<br>30 m |

Calibration Version 2.1.0.12

### Comments:

#### Reference Target:

TS -40.40 dB Min. Distance 8.00 m  
TS Deviation 5.0 dB Max. Distance 16.00 m

Transducer: ES120 Serial No. 656  
Frequency 120000 Hz Beamtype Split  
Gain 25.30 dB Two Way Beam Angle -18.5 dB  
Athw. Angle Sens. 17.00 Along. Angle Sens. 17.00  
Athw. Beam Angle 8.89 deg Along. Beam Angle 8.82 deg  
Athw. Offset Angle -0.14 deg Along. Offset Angle -0.07 deg  
SaCorrection -0.58 dB Depth 3.00 m

Transceiver: GPT 120 kHz 00907205c4ae 1-1 ES120  
Pulse Duration 0.256 ms Sample Interval 0.050 m  
Power 500 W Receiver Bandwidth 8.71 kHz

Sounder Type:  
EK60 Version 2.4.0

TS Detection:  
Min. Value -55.0 dB Min. Spacing 100 %  
Max. Beam Comp. 6.0 dB Min. Echolength 80 %  
Max. Phase Dev. 8.0 Max. Echolength 180 %

Environment:  
Absorption Coeff. 43.9 dB/km Sound Velocity 1547.3 m/s

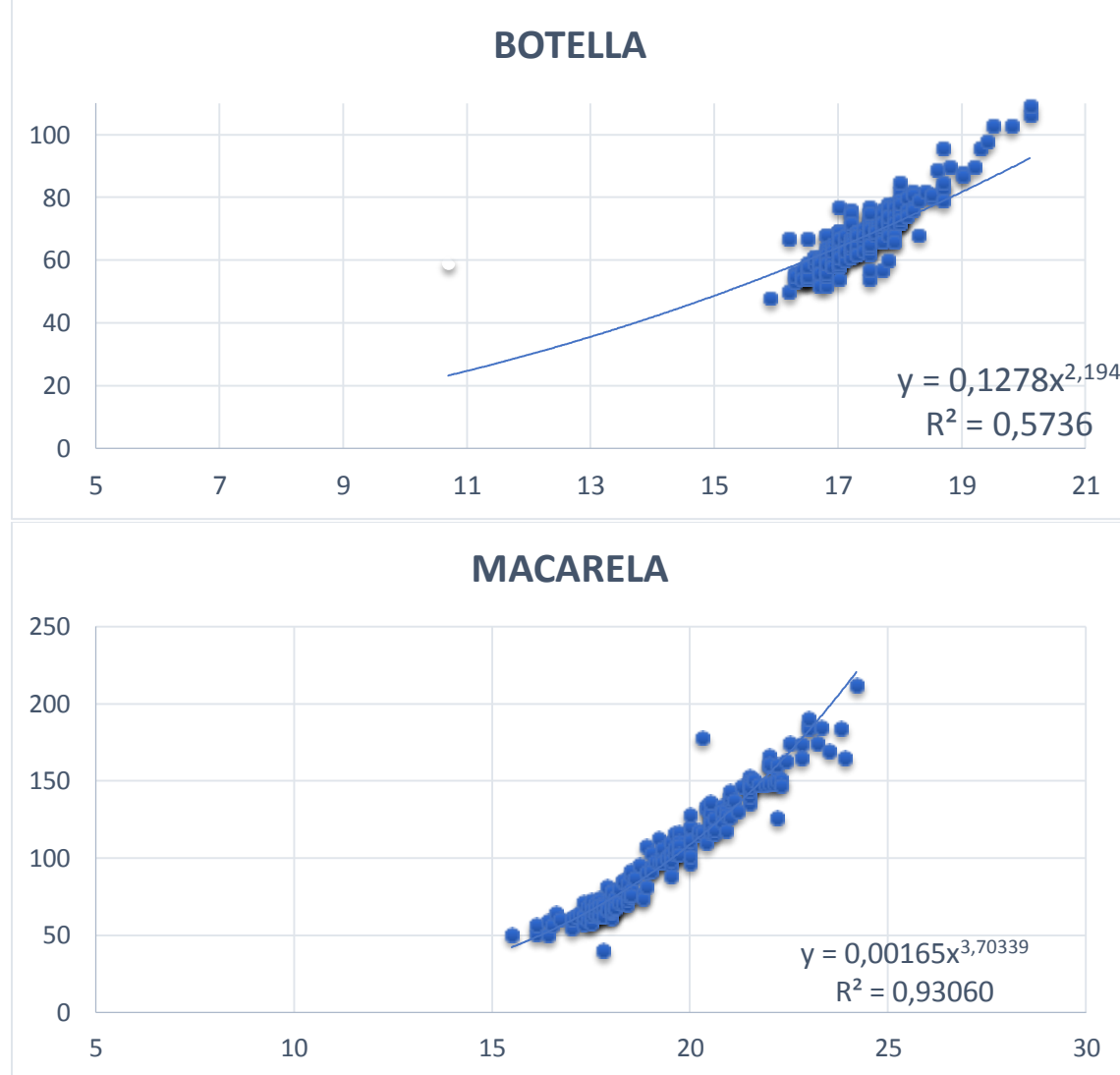
Beam Model results:  
Transducer Gain = 25.30 dB SaCorrection = -0.58 dB  
Athw. Beam Angle = 8.78 deg Along. Beam Angle = 8.93 deg  
Athw. Offset Angle = -0.05 deg Along. Offset Angle = 0.08 deg

Data deviation from beam model:  
RMS = 0.10 dB  
Max = 0.26 dB No. = 135 Athw. = 2.6 deg Along = 2.5 deg  
Min = -0.33 dB No. = 85 Athw. = -3.9 deg Along = -5.1 deg

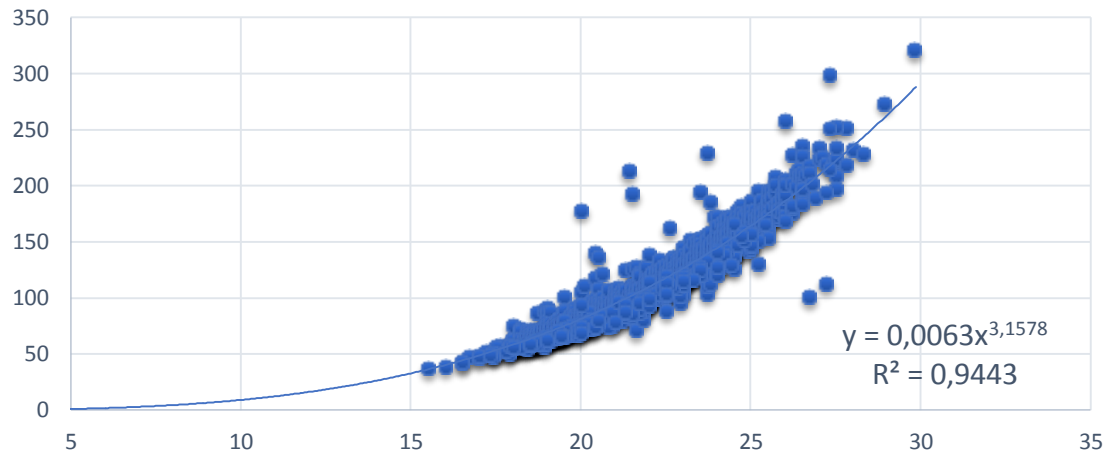
Data deviation from polynomial model:  
RMS = 0.08 dB  
Max = 0.19 dB No. = 95 Athw. = -0.3 deg Along = -4.1 deg  
Min = -0.22 dB No. = 57 Athw. = -1.9 deg Along = -4.1 deg

### Anexo 3

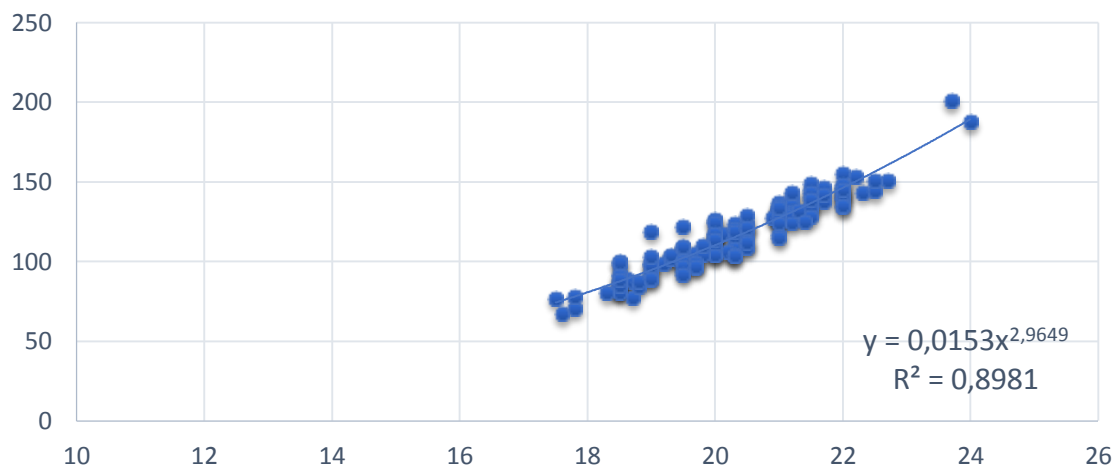
Relación Longitud- Peso para las ecuaciones de Fuerza de blanco (TS) por especie.



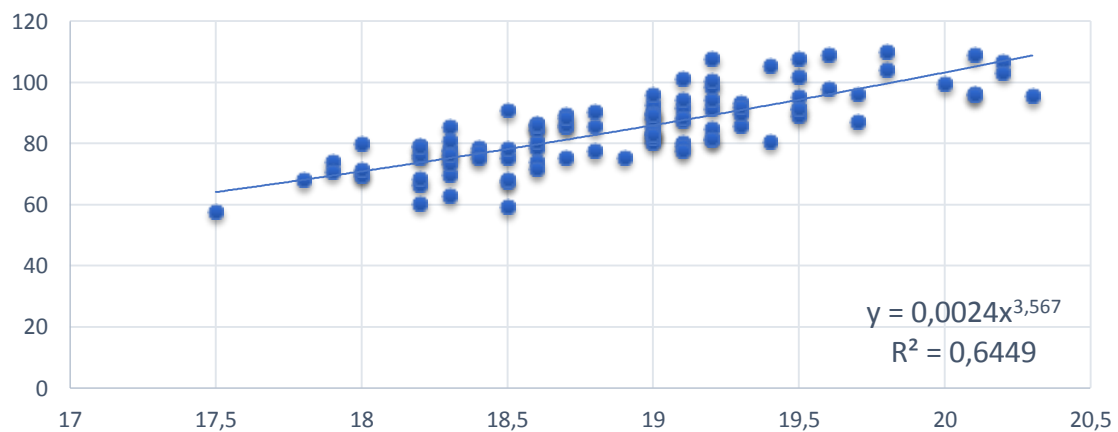
## PINCHAGUA



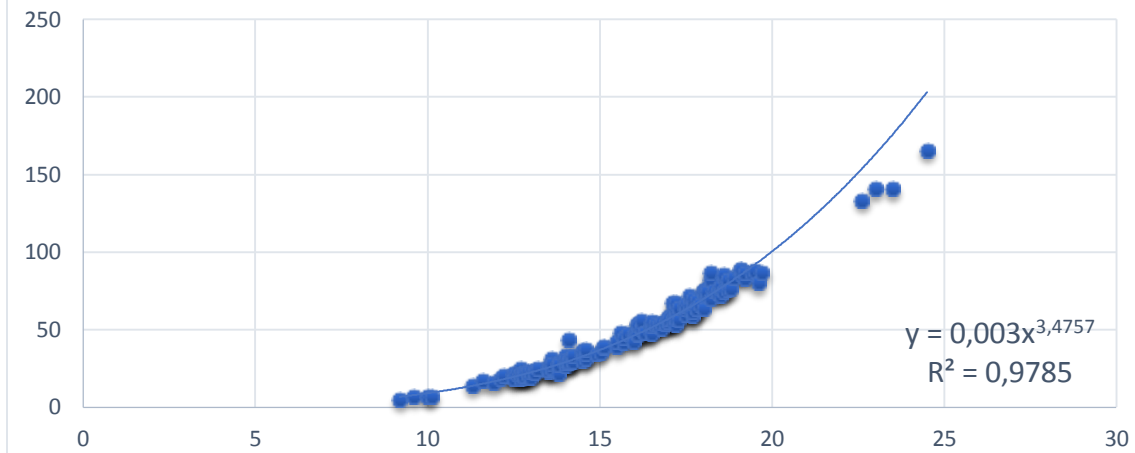
## SARDINA REDONDA



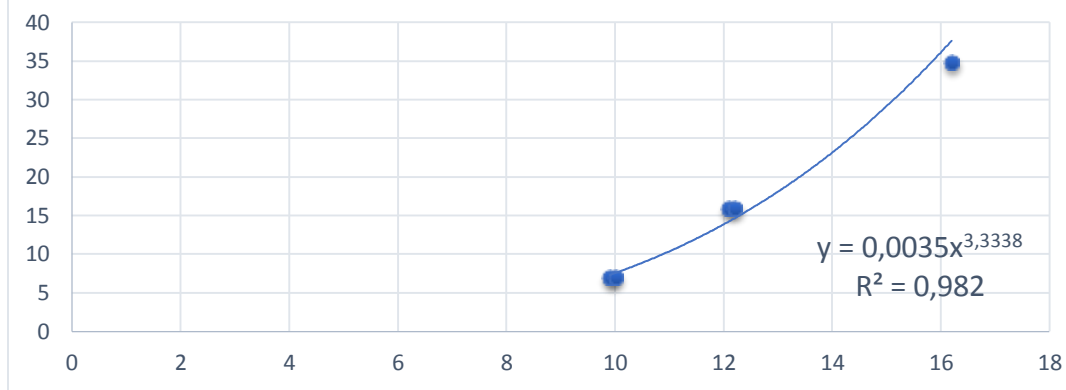
## CHUHUECO



## PICUDILLO



## ANCHOA



## Anexo 4

### 4.1 Biomasa (toneladas) de “otras especies” calculada por transecta

| Zona    | Transecta | Latitud | Longitud Inicial | Longitud Final | Gallineta | Chazo  | Hojita  | Carita | Biomasa (t) |
|---------|-----------|---------|------------------|----------------|-----------|--------|---------|--------|-------------|
| SUR     | 1         | -3.33   | -80.32           | -81.21         | 0         | 0      | 4,188   | 10,996 | 15,184      |
|         | 2         | -3.17   | -80.13           | -81.12         | 11,501    | 15,914 | 100,212 | 0      | 127,627     |
|         | 3         | -3.00   | -80.41           | -81.14         | 4,798     | 282    | 7,903   | 2,075  | 15,058      |
|         | 4         | -2.83   | -80.41           | -81.23         | 696       | 0      | 0       | 0      | 696         |
|         | 5         | -2.66   | -80.47           | -81.14         | 2,856     | 0      | 0       | 0      | 2,856       |
|         | 6         | -2.50   | -80.64           | -81.16         | 0         | 17,980 | 0       | 0      | 17,980      |
|         | 7         | -2.33   | -80.91           | -81.22         | 1,396     | 0      | 0       | 0      | 1,396       |
|         | 8         | -2.17   | -80.86           | -81.23         | 0         | 0      | 0       | 0      | 0           |
|         | 9         | -2.00   | -80.77           | -81.24         | 0         | 0      | 2,718   | 3,567  | 6,285       |
|         | 10        | -1.83   | -80.77           | -81.30         | 1,263     | 0      | 4,289   | 5,629  | 11,181      |
|         | 11        | -1.66   | -80.84           | -81.18         | 1,031     | 0      | 0       | 0      | 1,031       |
| NORTE   | 12        | -1.50   | -80.83           | -81.21         | 0         | 0      | 0       | 6,667  | 6,667       |
|         | 13        | -1.33   | -80.77           | -81.21         | 0         | 23,459 | 0       | 0      | 23,459      |
|         | 14        | -1.16   | -80.90           | -81.19         | 0         | 0      | 0       | 0      | 0           |
|         | 15        | -1.00   | -80.88           | -81.11         | 0         | 0      | 0       | 8,316  | 8,316       |
|         | 16        | -0.83   | -80.56           | -81.09         | 0         | 0      | 1,738   | 4,564  | 6,302       |
|         | 17        | -0.67   | -80.49           | -81.02         | 0         | 0      | 0       | 0      | 0           |
|         | 18        | -0.50   | -80.49           | -81.04         | 9,193     | 0      | 0       | 44     | 9,237       |
|         | 19        | -0.33   | -80.46           | -80.96         | 0         | 17,034 | 21,548  | 28,425 | 67,007      |
|         | 20        | -0.16   | -80.34           | -80.89         | 0         | 0      | 9,511   | 12,485 | 21,996      |
|         | 21        | 0.00    | -80.18           | -80.68         | 0         | 0      | 0       | 0      | 0           |
|         | 22        | 0.17    | -80.11           | -80.61         | 0         | 15,934 | 0       | 0      | 15,934      |
| Totales |           |         |                  |                | 32,734    | 90,602 | 152,108 | 82,769 | 358,213     |
| %       |           |         |                  |                | 9         | 25     | 42      | 23     | 100         |

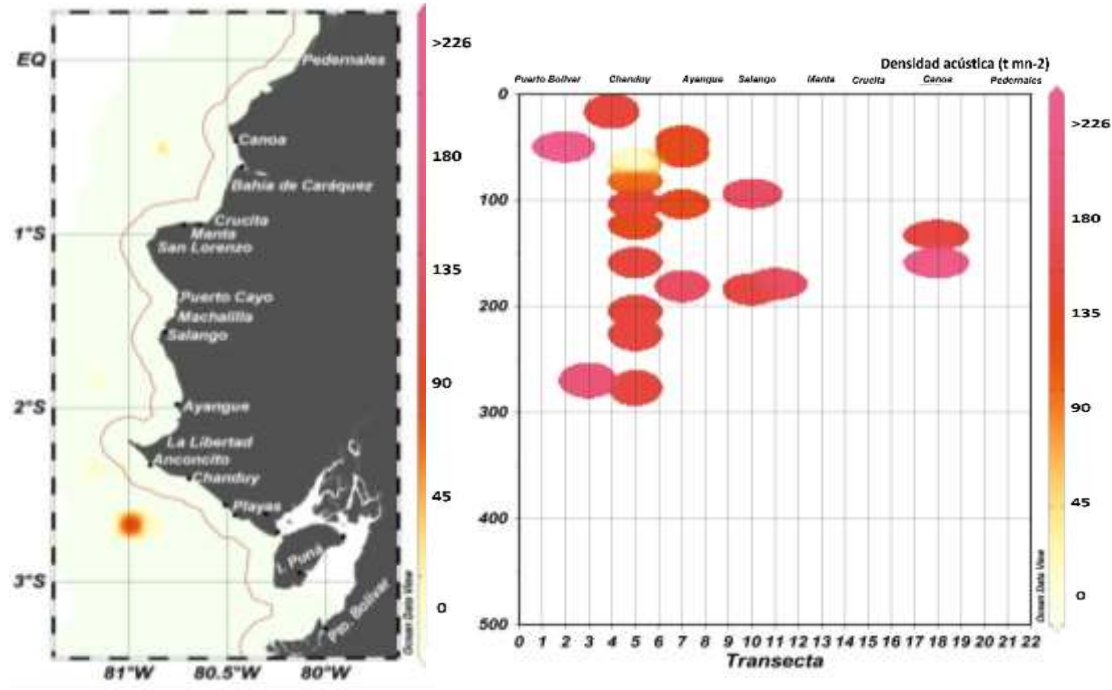
### 4.2 Abundancia en millones de individuos de “otras especies” durante el crucero de marzo de 2019

| Zona    | Transecta | Latitud | Longitud Inicial | Longitud Final | Gallineta | Chazo | Hojita | Carita | Abundancia |
|---------|-----------|---------|------------------|----------------|-----------|-------|--------|--------|------------|
| SUR     | 1         | -3.33   | -80.32           | -81.21         | 0         | 0     | 81     | 144    | 225        |
|         | 2         | -3.17   | -80.13           | -81.12         | 71        | 161   | 1,949  | 0      | 2,181      |
|         | 3         | -3.00   | -80.41           | -81.14         | 29        | 3     | 154    | 27     | 213        |
|         | 4         | -2.83   | -80.41           | -81.23         | 4         | 0     | 0      | 0      | 4          |
|         | 5         | -2.66   | -80.47           | -81.14         | 18        | 0     | 0      | 0      | 18         |
|         | 6         | -2.50   | -80.64           | -81.16         | 0         | 182   | 0      | 0      | 182        |
|         | 7         | -2.33   | -80.91           | -81.22         | 9         | 0     | 0      | 0      | 9          |
|         | 8         | -2.17   | -80.86           | -81.23         | 0         | 0     | 0      | 0      | 0          |
|         | 9         | -2.00   | -80.77           | -81.24         | 0         | 0     | 53     | 47     | 100        |
|         | 10        | -1.83   | -80.77           | -81.30         | 8         | 0     | 83     | 74     | 165        |
|         | 11        | -1.66   | -80.84           | -81.18         | 6         | 0     | 0      | 0      | 6          |
| NORTE   | 12        | -1.50   | -80.83           | -81.21         | 0         | 0     | 0      | 87     | 87         |
|         | 13        | -1.33   | -80.77           | -81.21         | 0         | 238   | 0      | 0      | 238        |
|         | 14        | -1.16   | -80.90           | -81.19         | 0         | 0     | 0      | 0      | 0          |
|         | 15        | -1.00   | -80.88           | -81.11         | 0         | 0     | 0      | 109    | 109        |
|         | 16        | -0.83   | -80.56           | -81.09         | 0         | 0     | 34     | 60     | 94         |
|         | 17        | -0.67   | -80.49           | -81.02         | 0         | 0     | 0      | 0      | 0          |
|         | 18        | -0.50   | -80.49           | -81.04         | 57        | 0     | 0      | 1      | 57         |
|         | 19        | -0.33   | -80.46           | -80.96         | 0         | 173   | 419    | 372    | 964        |
|         | 20        | -0.16   | -80.34           | -80.89         | 0         | 0     | 185    | 163    | 348        |
|         | 21        | 0.00    | -80.18           | -80.68         | 0         | 0     | 0      | 0      | 0          |
|         | 22        | 0.17    | -80.11           | -80.61         | 0         | 162   | 0      | 0      | 162        |
| Totales |           |         |                  |                | 201       | 919   | 2,958  | 1,083  | 5,162      |
| %       |           |         |                  |                | 4         | 18    | 57     | 21     | 100        |

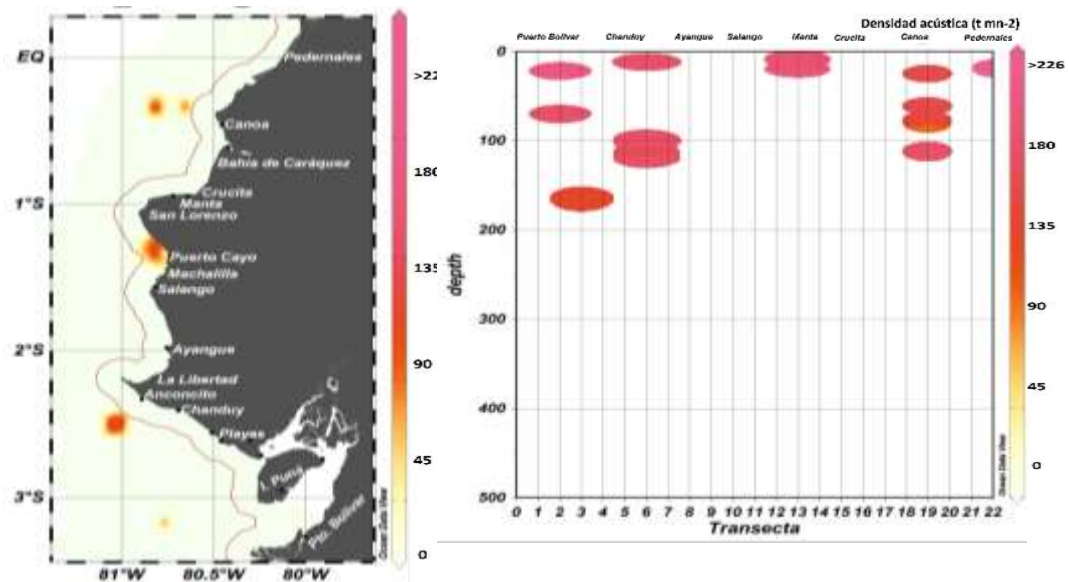
## Anexo 5

### Distribución espacial de “Otras Especies”

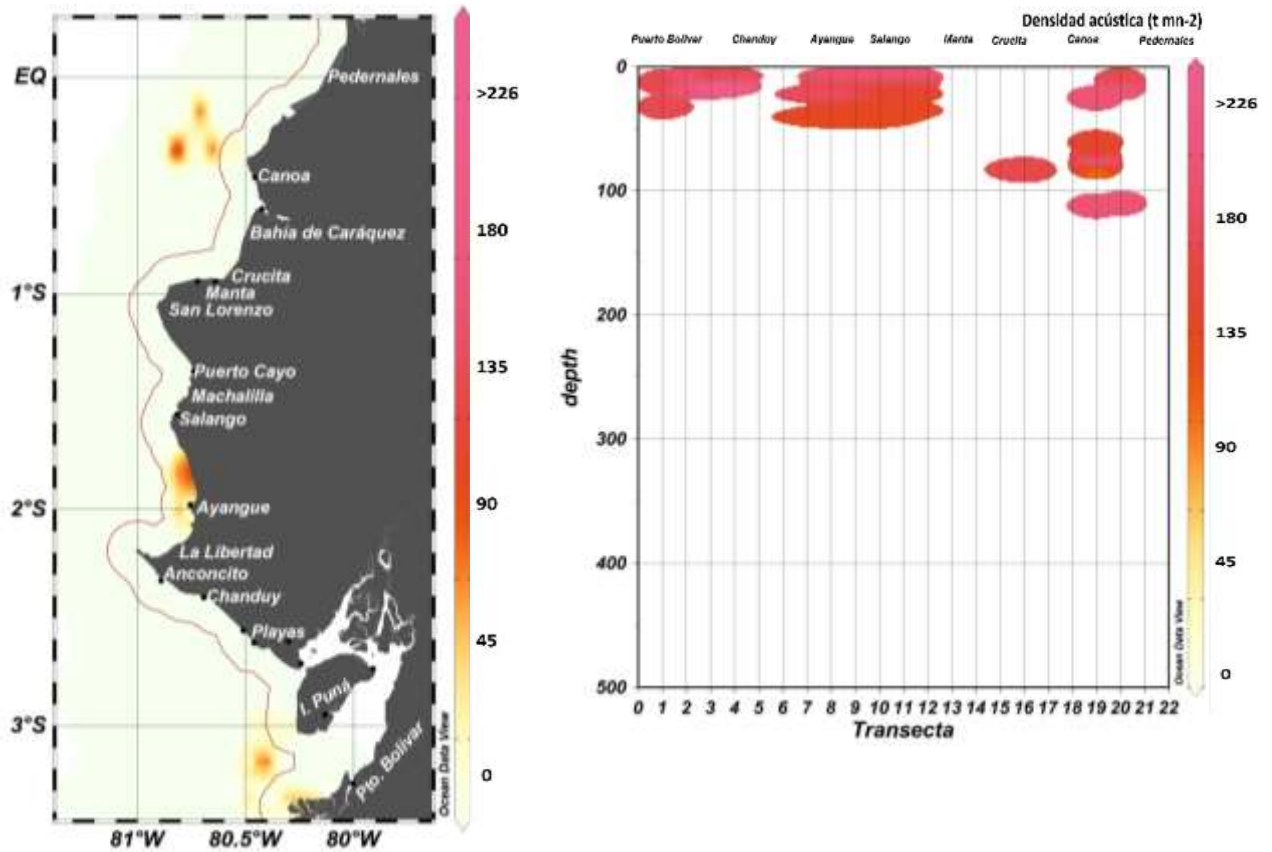
#### Gallineta



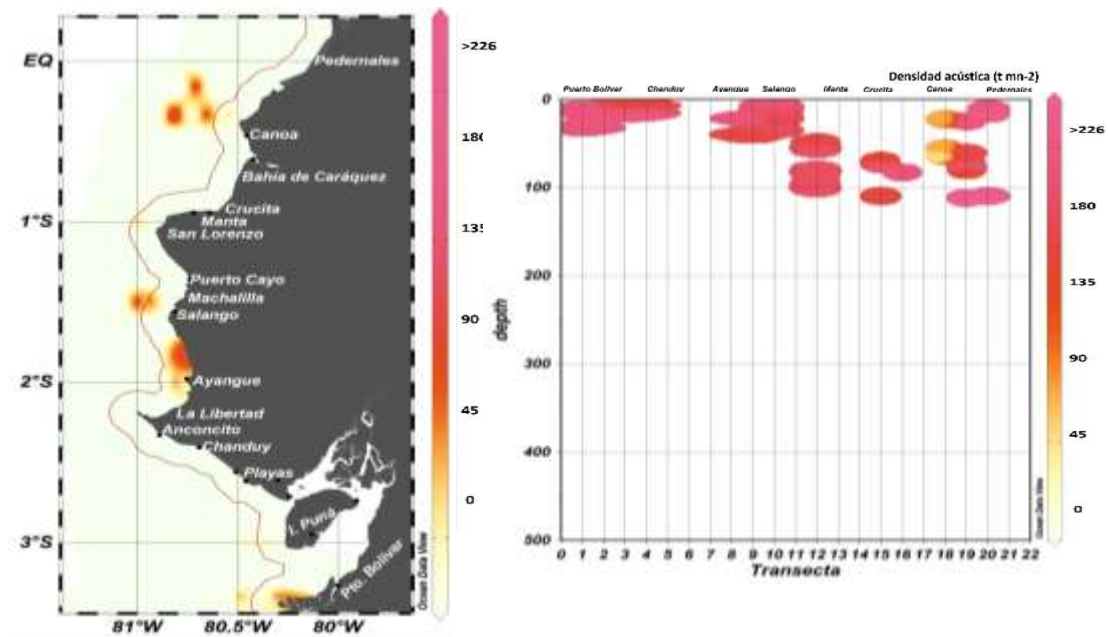
#### Chazo



## Hojita



## Carita



## Participantes del crucero

### Actividad / Responsabilidad

#### Personal a bordo

1. Jefe Científico
2. Acústica
3. Oceanografía Física
4. Tecnología Pesquera
5. Tecnología Pesquera
6. Biología Pesquera
7. Biología Pesquera
8. Inspector de pesca SRP
9. Inspector de pesca SRP
10. Observador pesquero

### Participantes

Blgo. Álvaro Romero \*  
Ing. Evelyn Landívar  
Ing. Gabriela Ponce \*  
Tlg. Ángel Muñoz\*  
Blgo. Gustavo Riofrio  
QF. David Parrales  
Blga. María Peña  
Blgo. Israel Parrales \*  
Blgo. Carlos Lucas \*  
M. Sc. Luis Parraga\*

#### Personal en Tierra

11. Coordinadora logística
12. Biología Pesquera
13. Biología Pesquera
14. Biología Pesquera

Blga. Viviana Jurado\*  
Blga. Natalia González\*  
Blgo. Fernando Aguilar\*  
M. Sc. Daniel Laaz\*

\*Participantes de las 2 fases.