



# 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 DICIEMBRE DE 2019 (INP 2019-12-02PV)

Álvaro Romero<sup>1</sup>, Gabriela Ponce<sup>2</sup>, Mario Hurtado<sup>1</sup>, Julio Prado<sup>3</sup>, Grey Armijos<sup>3</sup>, Katty Vilela<sup>3</sup>, Natalia González<sup>1</sup>, Fernando Aguilar<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

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral

## RESUMEN EJECUTIVO

El Instituto Nacional de Pesca (INP), la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP), la Cámara Nacional de Pesquería (CNP) y la Asociación de Propietarios de Barcos Pesqueros “26 de Agosto”, a través de una alianza público-privada, conjuntamente con estudiantes de la Escuela Politécnica Superior del Litoral (ESPOL), realizaron del 11 al 21 de diciembre de 2019 el cuarto Crucero de Prospección Hidroacústica y Pesca Comprobatoria frente a la costa ecuatoriana con énfasis en los Peces Pelágicos Pequeños (PPP), para lo cual se utilizaron tres barcos de pesca comercial con red de cerco con jareta y dos lanchas de fibra de vidrio (para transporte de la pesca); esta campaña se ejecutó durante el periodo de veda correspondiente a noviembre-diciembre de 2019, la misma que fue autorizada por la SRP mediante Acuerdo Nro. MPCEIP-SRP-2019-0192-A del 9 de diciembre de 2019.

El área de estudio comprendió la “Zona A” (zona sur) y “Zona B” (zona suroeste); la primera comprendió desde Salango hasta la frontera con Perú, mientras que la segunda desde la batimetría de los 1 000 m hasta el meridiano 82 Oeste.

La prospección acústica se realizó a bordo de (un) barco pesquero comercial, equipado con un ecosonda científica portátil (SIMRAD EY60). La biomasa estimada de PPP fue de 846 665 t y una abundancia de 13.4 mil millones de individuos, registrada en su totalidad en la zona A.

Las mayores abundancias de PPP (macarela, botella, pinchagua, chuhueco, picudillo, sardina redonda y anchoa) estuvieron localizadas en los alrededores de la Isla Santa Clara, Frente a Playas, La Puntilla de Santa Elena, Bajo Copé y Frente a Palmar. La distribución vertical fue registrada entre 8 hasta 235 m. La densidad promedio en el área de estudio fue de 126 t mn<sup>-2</sup>, en cuanto al Golfo de Guayaquil, esta fue de 207 t mn<sup>-2</sup>.

El 68% de la biomasa estimada de PPP fue localizada fuera de las 8 millas, mientras que entre las millas 6 - 8, 4 - 6 y de 0 - 4, acumularon el 25, 2, y 6%, respectivamente.

En cuanto a los lances de pesca comprobatoria, se realizaron un total de 23, de los cuales 9 correspondieron a la pesca capturada de la milla 5 hacia fuera, realizada por el B/P Palma, y 14 lances se efectuaron dentro de la milla uno a la quinta; compuesta por especies pelágicas (90%) y no pelágicas (10%).

Los parámetros físicos mostraron en gran parte de la zona de estudio un predominio de condiciones acordes a la época (21.2 a 26.0 °C), sin embargo, en la parte sur de la costa ecuatoriana es posible observar un núcleo de aguas más frías de lo normal, lo que probablemente este influenciando en la distribución de los recursos alrededor de la zona mencionada; es posible interpretar con los datos colectados el ingreso de aguas más cálidas desde el norte del mar ecuatoriano, lo cual correspondería al fortalecimiento de aguas provenientes del norte.



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	5
OBJETIVOS.....	6
1.1. Objetivo General.....	6
1.2. Objetivos Específicos.....	6
2. METODOLOGÍA .....	7
2.1. Área de Estudio .....	7
2.2. Biomasa, abundancia y distribución geoespacial .....	8
2.2.1. Acústica.....	8
2.2.2. Pesca comprobatoria .....	11
2.2.3. Obtención de Información biológica y pesquera.....	11
2.3. Condiciones oceanográficas .....	13
2.3.1. Oceanografía física.....	13
2.4. Estimación de límites de confianza .....	14
3. RESULTADOS .....	14
3.1. Estimación de biomasa, abundancia y distribución geoespacial .....	14
3.1.1. Macarela ( <i>Scomber japonicus</i> ).....	16
3.1.2. Botella ( <i>Auxis spp.</i> ).....	17
3.1.3. Sardina redonda ( <i>Etrumeus teres</i> ).....	18
3.1.4. Pinchagua ( <i>Opisthonema spp.</i> ).....	19
3.1.5. Picudillo ( <i>Decapterus macrosoma</i> ) .....	20
3.1.6. Chuhueco ( <i>Cetengraulis mysticetus</i> ) .....	21
3.1.7. Género Anchoa.....	22
3.1.8. “Otras Especies” .....	23
3.2. Estimación de la biomasa por milla de los peces pelágicos pequeños.....	24
3.3. Pesca comprobatoria .....	24
3.3.1. Pesca comprobatoria Oceánica .....	24
3.3.2. Pesca comprobatoria Costera.....	25
3.3.3. Frecuencia de tallas.....	25
3.3.4. Índice Gonadosomático (IGS) y Madurez Sexual.....	27
3.4. Condiciones oceanográficas Física.....	31
3.4.1. Condiciones Superficiales.....	31
3.4.2. Condiciones en Profundidad .....	33



3.4.3. Masas de agua .....	34
3.5. Análisis estadístico a las variables físicas oceanográficas .....	36
3.6. Estimación de los Límites de Confianza (LC) de la biomasa total .....	39
3. DISCUSIÓN.....	40
4. CONCLUSIONES .....	43
5. BIBLIOGRAFÍA.....	44
6. ANEXOS.....	46





## 1. INTRODUCCIÓN

Los recursos pesqueros permanentemente han estado sujetos a variaciones en casi todas sus escalas cronológicas, por lo que el seguimiento de las variables pesqueras, biológicas, ambientales y socioeconómicas resulta fundamental para determinar la salud de sus poblaciones sujetas a explotación.

En Ecuador, la pesca representa uno de los aportes más significativos de la producción nacional, que comprende el consumo interno a través de la oferta de productos pesqueros y contribución a las exportaciones del país. El desarrollo de esta actividad se fundamenta en la variedad y disponibilidad de recursos existentes, como resultado de las condiciones de los ecosistemas donde habitan, como la incidencia periódica de la Corriente fría de Humboldt proveniente del sur, caracterizada por aguas muy fértiles, y las aguas cálidas de la Corriente de Panamá (Jurado y Peralta, 2014).

Las poblaciones de recursos pelágicos están caracterizadas por una alta variabilidad en periodos cortos de tiempo, por lo cual resulta necesario un monitoreo continuo de la pesquería, que permita detectar los cambios en la distribución, abundancia y aspectos biológicos de manera inmediata, con la finalidad de contar con mayores elementos para su adecuada administración.

A lo largo de la costa ecuatoriana se distribuyen especímenes de Peces Pelágicos Pequeños (PPP) de gran interés comercial como macarela (*Scomber japonicus*), pinchagua (*Opisthonema* spp.), chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*), botellita (*Auxis* sp.), sardina redonda (*Etrumeus teres*), Picudillo (*Decapterus macrosoma*), entre otros.

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 lugares dentro de las actividades que aporta al Producto Interno Bruto (PIB), convirtiéndose en una fuente de desarrollo económico y social de suma importancia para nuestro país.

A través de campañas de investigación utilizando la prospección hidroacústica, el Instituto Nacional de Pesca (INP) ha venido realizando la evaluación de los recursos PPP, 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 dicho cardumen, alcanzando de esta forma, poder estimar la cantidad de peces en términos de número de individuos (abundancia) y peso en toneladas (biomasa).

Bajo el marco de alianzas público-privadas (INP, Subsecretaria de Recursos Pesqueros (SRP), Cámara Nacional de Pesquería (CNP) y pescadores independientes y agremiados), se han venido realizando cruceros de investigación, con la ayuda de embarcaciones previamente equipadas con instrumentos científicos y personal técnico, con la finalidad de determinar la situación actual en cuanto a composición, distribución, biomasa y abundancia de las principales especies de peces pelágicos pequeños sobre la plataforma y talud continental ecuatoriano, realizando prospecciones acústicas sobre transectas ya establecidas y lances de pesca comprobatoria distribuidos sobre toda el área de estudio.

Bajo esta alianza se han realizado tres cruceros de prospección (dos en el 2018 y uno en 2019), en el primero se estimó un aproximado de 1.4 millones t, en el segundo 1.5 millones t y en el tercero 1.1 millones de t; todas estas campañas mencionadas se han desarrollado desde la latitud cero (Pedernales-Manabí) hasta la Frontera con Perú, y desde los 10 hasta los 1000 metros de profundidad, determinando a la especie botella y macarela con la mayor biomasa (Romero et al., 2018 y 2019).

Con la finalidad de continuar con las campañas de investigación acústica, mantener y fortalecer el conocimiento sobre distribución y abundancia de los PPP, aspectos reproductivos e interacción con las condiciones ambientales en el mar ecuatoriano, se realizó a través de una alianza público-privada entre el Instituto Nacional de Pesca, la Subsecretaria de Recursos Pesqueros (SRP), la Cámara Nacional de Pesquería (CNP) y la Asociación de Propietarios de Barcos Pesqueros "26 de Agosto", además estudiantes de la Escuela Politécnica Superior del Litoral (ESPOL) del 11 al 21 de diciembre de 2019 el cuarto Crucero de Prospección Hidroacústica y Pesca Comprobatoria frente a la costa ecuatoriana, para lo cual se utilizaron tres barcos de pesca comercial con red de cerco con jareta y dos lanchas de fibra de vidrio (para transporte de la pesca); esta campaña fue realizada durante el periodo de veda correspondiente a noviembre-diciembre de 2019, autorizada por la SRP mediante Acuerdo Nro. MPCEIP-SRP-2019-0192-A del 9 de diciembre de 2019.

## 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 físicas.

### 1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar de manera directa el stock de las principales especies de peces pelágicos pequeños.
- 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.
- Estimar la biomasa de los peces pelágicos pequeños por milla náutica.
- Determinar la distribución, abundancia relativa y distribución espacial de la biomasa probable de peces pelágicos pequeños en un área nueva de exploración ubicada al suroeste del Golfo de Guayaquil.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Área de Estudio

Para esta campaña se consideraron dos áreas: A) Zona Sur (3 925 mn<sup>2</sup>), que comprende desde Salango hasta la Frontera con Perú y B) Zona Suroeste (2 600 mn<sup>2</sup>), que comprende desde la batimetría de 1000 metros hasta el meridiano 82 Oeste.

Durante la campaña de investigación se colectó información acústica para determinar las marcas de peces pelágicos pequeños presentes en 11 transectas, complementándolo con datos de 23 lances de pesca comprobatoria sobre cardúmenes identificados durante la prospección (figura 1), así como datos oceanográficos de 22 estaciones (16 estaciones fijas y 6 establecidas durante la prospección), distribuidas sobre el área de estudio (Anexo 1).

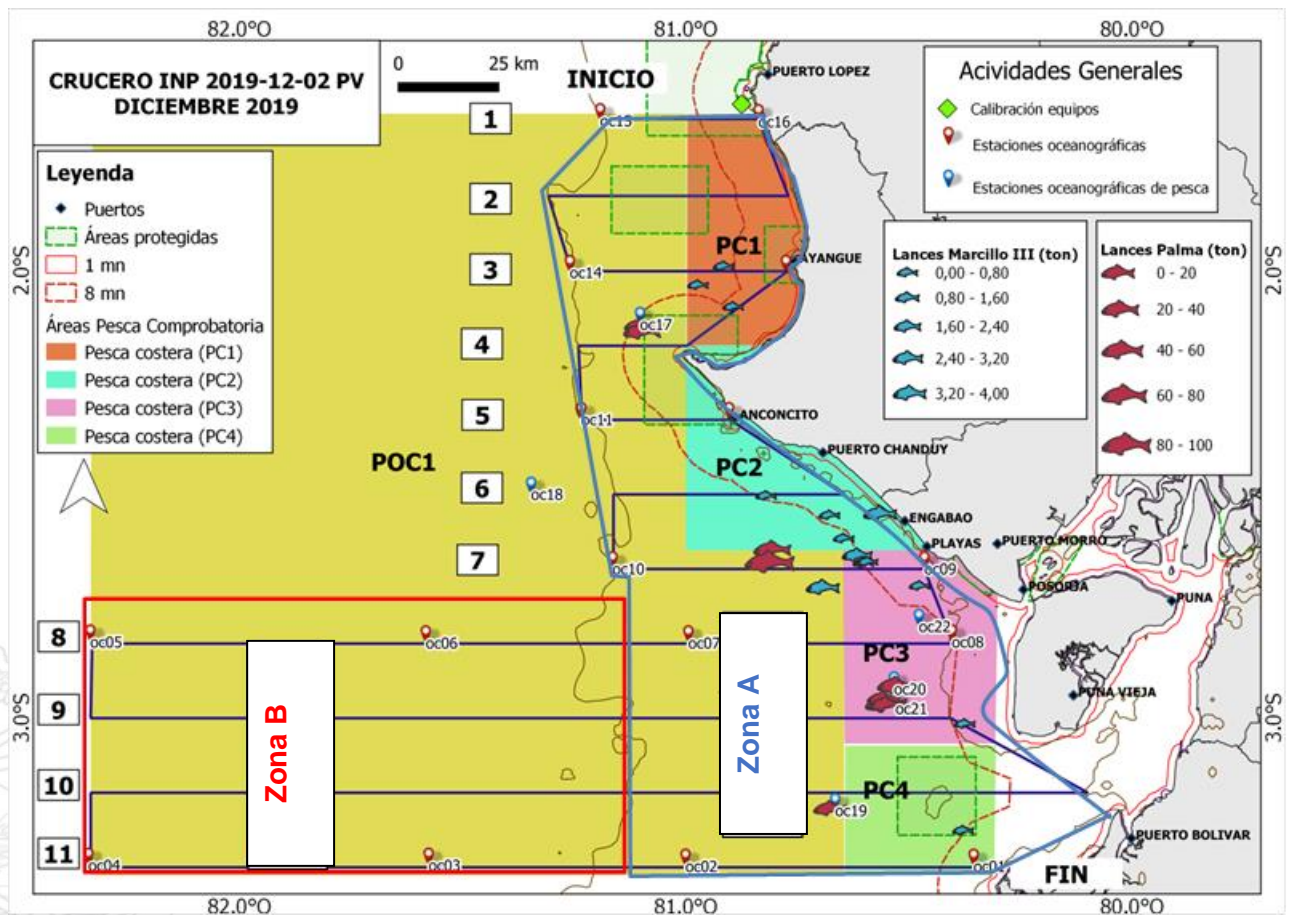


Figura 1. Área de estudio y actividades de investigación durante el crucero de diciembre 2019.

## 2.2. Biomasa, abundancia y distribución geoespacial

### 2.2.1. Acústica

La prospección hidroacústica se realizó a bordo del barco pesquero Polar VIII de la empresa Polar S. A., misma que cumplió la función de barco científico; las características de la embarcación se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Características generales de la embarcación "científica", crucero diciembre 2019.

Nombre de embarcación	B/P Polar VIII
Matrícula	P-00-00684
Eslora	32.15 m
Manga	7.50 m
Puntal	3.44 m
TRN	78.40 t
Potencia	800 HP
Ecosonda científica	EY60 SIMRAD, 120 KHz

En esta embarcación se colocó el ecosonda portátil SIMRAD EY60 con la frecuencia de 120 KHz. El diseño del sistema de muestro acústico consistió en realizar 11 transectas paralelas entre sí, con orientación Este - Oeste y Oeste – Este respecto a la costa, entre los veriles de 10 a 3 000 m de profundidad; 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), valor necesario para estimar la biomasa y abundancia de las especies en estudio. Los ecotrazos fueron extraídos por cada milla náutica (1 UBM) y fueron considerados como datos de entrada para la ejecución de la rutina; la profundidad fue fijada en 400 m y el coeficiente de absorción en 44.9 dB/km (Anexo 2). Los resultados que se obtienen corresponden a longitud, latitud, profundidad promedio y NASC promedio de las marcas de peces pelágicos seleccionados; 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 reportadas 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):

$$TS = 20 \text{ Log } L - b_{20}$$

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 diciembre 2019.

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

La abundancia o número de peces ( $\rho$ ) se calculó según la ecuación  $\rho = NASC/\sigma$ , donde  $\sigma = 4 \pi 10TS/10$ . Para obtener la Biomasa por transecta en base al peso promedio ( $W$ ) de cada pez, se estimó utilizando la siguiente ecuación  $W = a \cdot L^b$ , donde  $a$  y  $b$  son constantes y  $L$  es la longitud del pez, que puede ser furcal (LF) o total (LT), dependiendo de la especie. Esta última fue obtenida mediante el análisis biométrico de las muestras de pesca comprobatoria y del monitoreo de los desembarques de noviembre de 2019 y enero 2020 (Anexo 3).

Botella (g)	= 0.0016 L <sup>3.6899</sup>	(L en cm)
Macarela (g)	= 0.0045 L <sup>3.3363</sup>	(L en cm)
Gallineta (g)	= 0.0424 L <sup>2.5607</sup>	(L en cm)
Sardina Redonda (g)	= 0.0171 L <sup>2.9403</sup>	(L en cm)
Pinchagua (g)	= 0.0039 L <sup>3.3002</sup>	(L en cm)
Picudillo (g)	= 0.0276 L <sup>2.7254</sup>	(L en cm)
Chazo (g)	= 0.0303 L <sup>2.7421</sup>	(L en cm)
Chuhueco (g)	= 0.0024 L <sup>3.5670</sup>	(L en cm)
Hojita (g)	= 0.0035 L <sup>3.3218</sup>	(L en cm)
Carita (g)	= 0.0106 L <sup>3.0406</sup>	(L en cm)
Rollizo (g)	= 0.0499 L <sup>2.2730</sup>	(L en cm)

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

### Estimación de la biomasa por milla

Para la obtención de la biomasa por milla se realizaron cuatro cortes longitudinales: a) 0 a 4 millas, b) 4 a 6 millas, c) 6 a 8 millas de distancia a la costa, y d) 8 millas en adelante, con la finalidad de conocer la distribución de la biomasa existente en cada sección.

### 2.2.2. Pesca comprobatoria

Para la pesca comprobatoria se utilizaron 2 barcos pesqueros comerciales: B/P Marcillo III (pesca de 1 a 5 millas) y B/P Palma (pesca de la milla 5 en adelante); Los B/P y fibras participantes en esta campaña se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Embarcaciones participantes en el crucero INP 2019-12-02PV, diciembre 2019.

Nombre de embarcación	Matricula	Casco	Clase	Función para el crucero	Empresa/asociación	Representante	Puerto de zarpe	Fecha de inicio	Fecha final
B/P Polar VIII	P-00-00684	Acero Naval	3	Científico	Polar S.A	ARTURO ARIAS ICAZA	Guayaquil	10-12-2019	24-12-2019
B/P Palma	P-00-00906	Acero Naval	2	Pesca Oceánica	Polar S.A	ARTURO ARIAS ICAZA	Guayaquil	10-12-2019	24-12-2019
B/P Marcillo III	P-06-05748	Madera	I	Pesca costero	Aso. PBPA 26 de Agosto	NARCISO MARCILLO BELTRÁN	Anconcito	15-12-2019	19-12-2019
B/P Narciso Marcillo I	P-06-07301	Madera	I	Pesca costero	Aso. PBPA 26 de Agosto	NARCISO MARCILLO BELTRÁN	Anconcito	19-12-2019	22-12-2019
B/P Orlic I	P-00-00611	Acero Naval	2	SUPLENTE	Polar S.A	ARTURO ARIAS ICAZA	Guayaquil	10-12-2019	24-12-2019
Monseratte	B-06-08267	Madera		Transporte	Aso. PBPA 26 de Agosto	NARCISO MARCILLO BELTRÁN	Anconcito	15-12-2019	19-12-2019
Pepe Leo	B-04-07614	Madera		Transporte	Aso. PBPA 26 de Agosto	NARCISO MARCILLO BELTRÁN	Anconcito	19-12-2019	22-12-2019

Los lances de pesca fueron efectuados solo en la zona A del área de estudio donde se observaron marcas de peces, con la finalidad de corroborar la información acústica levantada, para lo cual se realizaron análisis biológicos de las muestras colectadas; Esta información también es necesaria para obtener la composición y talla de las especies capturadas por lances de pesca y conocer si existe alguna diferencia entre ambas capturas.

- Arte de pesca

En 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 1/8 pulgada) en la sección del cuerpo y cabecero

### 2.2.3. Obtención de Información biológica y pesquera

Personal técnico del INP y observadores pesqueros a bordo de las embarcaciones que realizaron la pesca comprobatoria, obtuvieron información biológica – pesquera de cada lance de pesca comprobatoria.

En cada lance efectivo de pesca se obtuvo aleatoriamente una muestra de 25 – 30 kg; se separó por especie, con la finalidad de obtener la composición de las capturas.

De cada especie, se obtuvo:

- Peso muestra (kg)
- Longitud Furcal (LF) para las especies macarela, botella, sardina redonda, botella y picudillo, o Longitud Total (LT) para pinchagua, chuhueco y las “otras” especies, al centímetro inferior.
- Una submuestra por especie de 20 individuos por cada clase de longitud

Con las submuestras colectadas se realizó el muestreo en el laboratorio obteniéndose de cada individuo:

- LT o LF en milímetros (mm)
- Peso individuo entero (g)
- Determinación de sexo (macho y hembra)
- Determinación del estadio de madurez gonadal
- Peso de las gónadas (g)
- Peso del hígado (g)
- Peso individuo entero, sin vísceras (g)
- Extracción, lavado y almacenamiento de los otolitos

### ***Estructura de Tallas***

Se construyeron histogramas de frecuencias de tallas con intervalos de 1 cm, para las principales especies de pelágicos pequeños (pinchagua, macarela, picudillo, botella), así como también de las “otras” especies.

### ***Desarrollo Gonadal y Proporción Sexual***

Para efectos de establecer la condición reproductiva se determinó sexo y estadio de madurez sexual para machos y hembras, considerando la escala de madurez propuesta por Arriaga et al., (1983), en la cual considera los siguientes estadios:

- Estadio I: Sexualmente inmaduros
- Estadio II: Madurez virginal/recuperación
- Estadio III: Sexualmente maduros
- Estadio IV: Próximos a desovar
- Estadio V: Desovados

### ***Composición de las capturas***

Para obtener la composición por especie, se extrajo los datos de captura (especie/toneladas) de las bitácoras de pesca de cada lance, filtrando los datos correspondientes a pesca comprobatoria por cada barco (B/P Palma y Marcillo III). De las muestras colectadas para el muestreo biológico se obtuvo el peso de las especies presentes, el mismo que fue ponderado a la captura total del lance y a la captura total de la campaña de investigación.

Adicionalmente se elaboraron diagramas circulares para representar la proporción de las especies capturadas, tanto para especies pelágicas pequeñas y las consideradas como “otras” especies no pelágicas.

### Índice Gonadosomático

A través de este índice se puede determinar el periodo de máxima actividad reproductiva, en el cual se registra el peso en gramos de ambas gónadas y se relaciona con el peso corporal del pez; valores altos de este índice se asocian al grado de madurez que experimenta el ovario o testículo en su ciclo reproductivo (De Vlaming et al., 1982), indicando el periodo de máxima actividad reproductiva, mientras que bajos valores están asociados al desove o presencia de individuos inmaduros (dependiendo del ciclo biológico de la especie).

Siendo:

$$IGS = \left( \frac{WG}{WT} \right) * 100$$

donde:

WG = el peso de las gónadas  
WT = el peso total del pez.

### 2.3. Condiciones oceanográficas

De igual manera que en campañas anteriores, se colectaron datos de parámetros ambientales para determinar si existen cambios en los patrones de distribución de los peces tanto vertical u horizontal, generando conocimiento que robustezca las medidas de ordenamiento existentes, sean estos a corto, mediano y largo plazo.

Los datos colectados corresponden a 22 estaciones oceanográficas realizadas durante la campaña de prospección acústica INP 19-12-02-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 400 metros de profundidad.

Adicionalmente, se calcularon los niveles de capa de mezcla y de Z20 a partir de los registros de temperatura de CTD para cada estación, y para complementar la información se utilizaron datos satelitales (NOAA e 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 estimados utilizando las masas de agua tipo, observadas en Cucalón (1983).

También se realizó una matriz de correlación con el software R-Studio para determinar la relación entre las 10 variables, y la significancia corresponde a esta relación. Se realizaron diagramas de densidad en el mismo software para observar el comportamiento estadístico de los datos.

#### 2.4. Estimación de límites de confianza

Se estimó el intervalo o límite de confianza para describir la variabilidad entre la medida obtenida en el estudio y la medida real de la población de peces (el valor real). Esto corresponde a un rango de valores, cuya distribución es normal y en el cual se encuentra, con alta probabilidad.

Para esto se tomó la 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 (PPP y Otras especies no pelágicas), para lo cual se utilizó la fórmula de Bazigos (1976):

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

- B:** biomasa o abundancia total de la evaluación (ton)
- S<sub>j</sub><sup>2</sup>:** varianza de estrato j
- N<sub>j</sub>:** número UB, en el jésimo estrato
- A<sub>j</sub>:** área del jésimo estrato en millas náuticas cuadradas
- NASC<sub>j</sub>:** coeficiente náutico de dispersión acústica promedio en el jésimo estrato

### 3. RESULTADOS

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

Se estimó una biomasa total de PPP de 846 665 t y una abundancia de 13.4 mil millones de individuos; Para la zona B no se registró presencia de peces, por lo cual

la abundancia y biomasa estimada en su totalidad corresponde a la zona A (Tabla 4 y 5).

Tabla 4. Biomasa (t) de PPP calculada por transecta, durante el crucero de diciembre 2019.

Zona	Transecta	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Anchoa	Biomasa (t)
A (3.925 mn <sup>2</sup> )	1	-1,66100	-81,18630	-1,66100	-80,83650	1.411	76	155	0	132	0	0	1.774
	2	-1,83290	-80,77010	-1,83290	-81,30800	8.445	0	13.906	36.501	2.313	7.174	7.335	75.673
	3	-2,00100	-81,25620	-2,00100	-80,77180	13.872	700	15.409	0	118.646	0	0	148.627
	4	-2,16780	-80,99750	-2,16780	-81,24040	6.128	821	0	0	0	459	0	7.407
	5	-2,33330	-81,23260	-2,33330	-80,90030	2.553	493	1.040	0	0	0	0	4.085
	6	-2,49990	-80,64410	-2,49990	-81,16200	8.366	3.708	0	0	0	0	0	12.073
	7	-2,66660	-81,16200	-2,66660	-80,46530	20.352	40.469	0	891	0	0	0	61.712
	8	-2,83330	-80,40060	-2,83330	-81,23757	91.312	21.455	0	0	0	0	0	112.767
	9	-2,99990	-81,14400	-2,99990	-80,40680	1.975	25.163	0	7.656	0	0	0	34.794
	10	-3,16660	-80,09850	-3,16660	-81,12528	9.907	135.980	0	55.392	27.040	27.930	60.943	317.192
	11	-3,33330	-81,20388	-3,33330	-80,29930	14.046	36.872	2.696	10.925	2.307	1.836	1.877	70.561
B (2.600 mn <sup>2</sup> )	8	-2,83330	-81,23757	-2,83330	-82,33330	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	-2,99990	-82,33330	-2,99990	-81,14400	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	-3,16660	-81,12528	-3,16660	-82,33330	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	-3,33330	-82,33330	-3,33330	-81,20388	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totales</b>						<b>178.366</b>	<b>265.735</b>	<b>33.207</b>	<b>111.364</b>	<b>150.438</b>	<b>37.400</b>	<b>70.155</b>	<b>846.665</b>
<b>% especies</b>						<b>21,1</b>	<b>31,4</b>	<b>3,9</b>	<b>13,2</b>	<b>17,8</b>	<b>4,4</b>	<b>8,3</b>	<b>100,0</b>

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

Zona	Transecta	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Anchoa	Abundancia (n)
A (3.925 mn <sup>2</sup> )	1	-1,66100	-81,18630	-1,66100	-80,83650	25	2	5	0	5	0	0	36
	2	-1,83290	-80,77010	-1,83290	-81,30800	96	0	279	1.176	52	339	1.363	3.306
	3	-2,00100	-81,25620	-2,00100	-80,77180	176	13	345	0	2.960	0	0	3.495
	4	-2,16780	-80,99750	-2,16780	-81,24040	156	31	0	0	0	49	0	236
	5	-2,33330	-81,23260	-2,33330	-80,90030	47	13	34	0	0	0	0	94
	6	-2,49990	-80,64410	-2,49990	-81,16200	99	66	0	0	0	0	0	165
	7	-2,66660	-81,16200	-2,66660	-80,46530	180	535	0	22	0	0	0	737
	8	-2,83330	-80,40060	-2,83330	-81,23757	291	102	0	0	0	0	0	394
	9	-2,99990	-81,14400	-2,99990	-80,40680	6	120	0	69	0	0	0	195
	10	-3,16660	-80,09850	-3,16660	-81,12528	27	559	0	431	146	319	2.737	4.220
	11	-3,33330	-81,20388	-3,33330	-80,29930	53	208	18	117	17	29	116	558
B (2.600 mn <sup>2</sup> )	8	-2,83330	-81,23757	-2,83330	-82,33330	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	-2,99990	-82,33330	-2,99990	-81,14400	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	-3,16660	-81,12528	-3,16660	-82,33330	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	-3,33330	-82,33330	-3,33330	-81,20388	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totales</b>						<b>1.158</b>	<b>1.650</b>	<b>681</b>	<b>1.815</b>	<b>3.180</b>	<b>736</b>	<b>4.216</b>	<b>13.436</b>
<b>% especies</b>						<b>8,6</b>	<b>12,3</b>	<b>5,1</b>	<b>13,5</b>	<b>23,7</b>	<b>5,5</b>	<b>31,4</b>	<b>100,0</b>

La distribución observada de los PPP (macarela, botella, pinchagua, chuhueco, picudillo, sardina redonda y anchoa), denota en la zona A varias áreas con mayor abundancia, localizadas en los alrededores de Bajo Copé, Puntilla de Santa Elena, Isla Santa Clara y cerca de la frontera con Perú (Figura 2). En tanto que la distribución vertical estuvo desde los 3 hasta 250 m. Adicionalmente, se detectaron

varias marcas de peces no pelágicos, tales como gallineta, chazo, carita y hojita; cuyos valores de abundancia y biomasa también fueron estimados.

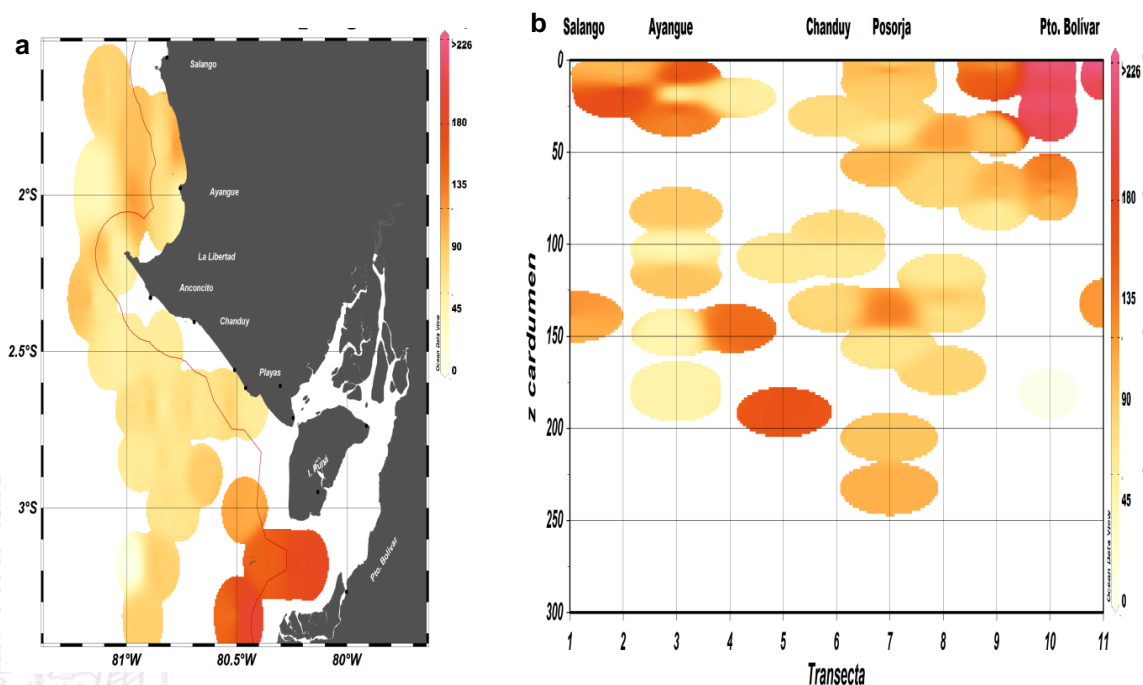


Figura 2. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de PPP, durante el crucero de diciembre 2019.

La densidad promedio de peces pelágicos pequeños en la zona A fue de  $216 \text{ t mn}^{-2}$ , mientras que en la zona B fue cero.

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

Se estimó una biomasa de 265 735 t, siendo la transecta siete (40 469 t) y 10 (135 980 t) con los mayores valores, ubicadas a la altura de Playas ( $02^{\circ}40'S$ ) y por los alrededores de la Isla Santa Clara ( $03^{\circ}10'S$ ), respectivamente. La abundancia estimada fue de 1.6 mil millones de individuos, predominando las tallas de 25 y 26 cm LF, lo que representó el 26% del total, con un peso promedio de 256 g; cabe resaltar que esta especie registró el mayor valor de biomasa durante esta campaña de investigación.

Se observaron tres núcleos de concentración, uno en los alrededores de la Isla Santa Clara, a 40 millas de playas y frente a la Puntilla de Santa Elena. Su distribución horizontal presentó un comportamiento más oceánico a lo largo de toda la zona A, y para la parte costera se registró una menor abundancia.

En cuanto a su distribución vertical, estuvo entre 3 y 230 m, con mayor concentración entre los 150 y 230 m. La densidad acústica promedio de esta especie en la zona A fue de  $68 \text{ t mn}^{-2}$  (Figura 3).

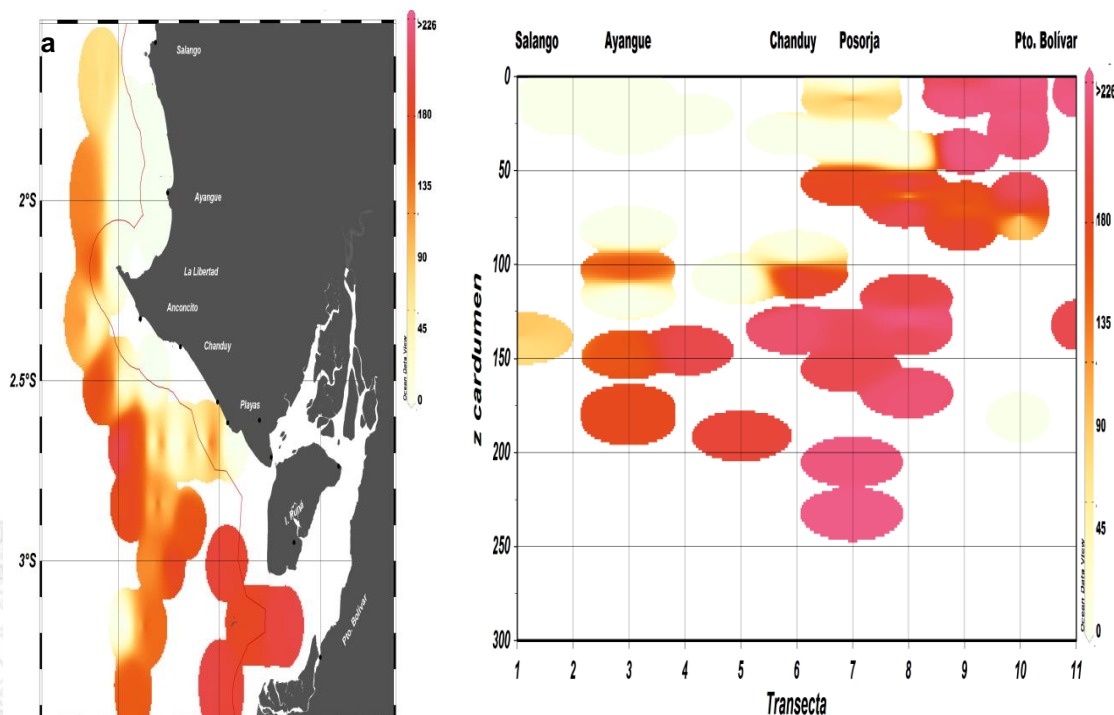


Figura 3. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de *Scomber japonicus* (macarela), durante el crucero diciembre 2019.

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

Se estimó una biomasa de 178 366 t, registrando una mayor presencia en las transectas siete (20 352 t) y ocho (91 312 t), con una abundancia estimada de 1.1 mil millones de individuos, predominando las tallas 24, 25 y 26 cm LF, lo que representó el 11, 13 y 11% del total, respectivamente, con un peso de 210, 247 y 284 g para cada talla mencionada.

La mayor concentración estuvo frente a Chanduy, La Puntilla de Santa Elena y Bajo Copé, presentó una amplia distribución horizontal paralela al perfil costero, su distribución cubrió casi toda el área de estudio. La distribución vertical de esta especie fluctuó entre 5 y 190 m, con una mayor concentración en los primeros 100 m de la columna de agua. La densidad acústica promedio fue de  $45 \text{ t mn}^{-2}$  (Figura 4).

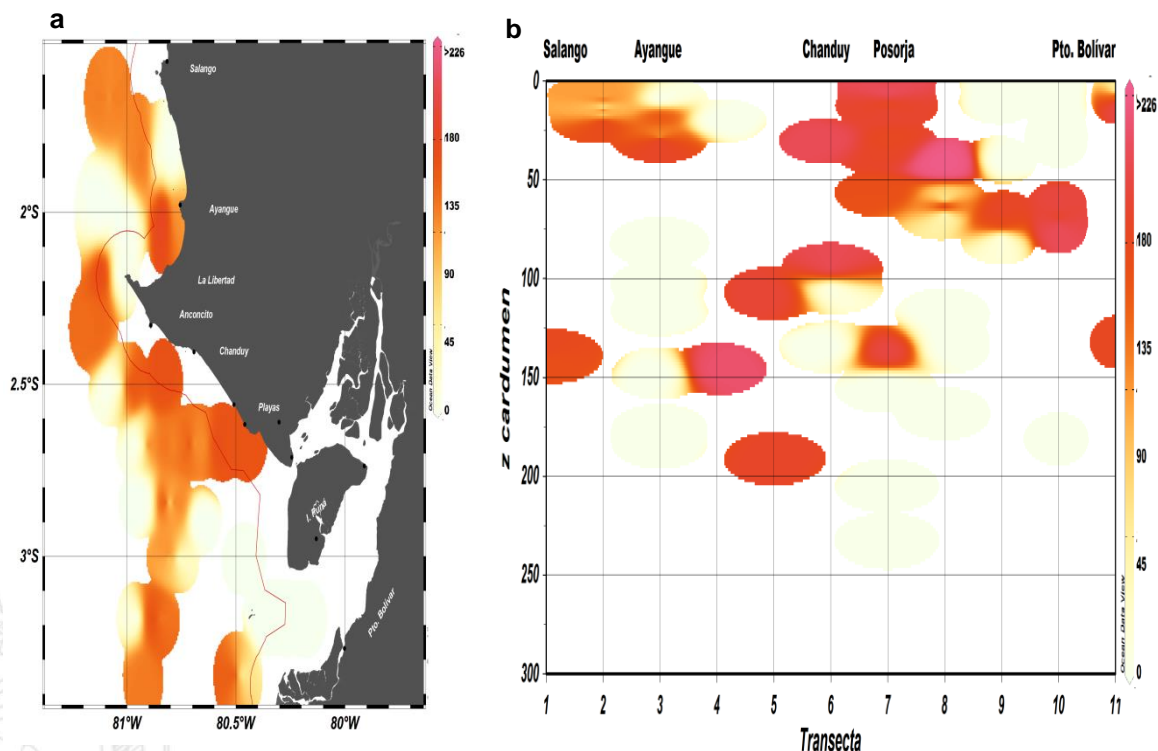


Figura 4. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de *Auxis* spp. (botella), durante el crucero de diciembre 2019.

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

La biomasa calculada para esta especie fue de 33 207 t, con una abundancia total de 680 millones de individuos, siendo la transecta tres con la mayor concentración (15 409 t), seguida por la transecta dos con 13 906 t, ubicadas a la altura de Bajo Copé. Las tallas predominantes fueron 21 y 23 cm LF equivalente al 31 y 28% del total y un peso de 138 y 180 g por cada talla.

Su distribución presentó núcleos aislados y reducidos en tres áreas importantes; alrededor de Bajo Copé, frente a la Puntilla de Santa Elena y cerca de la frontera con Perú (Figura 5), en tanto que su distribución vertical varió entre 5 y 191 m, con mayor concentración en los primeros 40 m de profundidad. La densidad acústica promedio fue de 8 t mn<sup>-2</sup>.

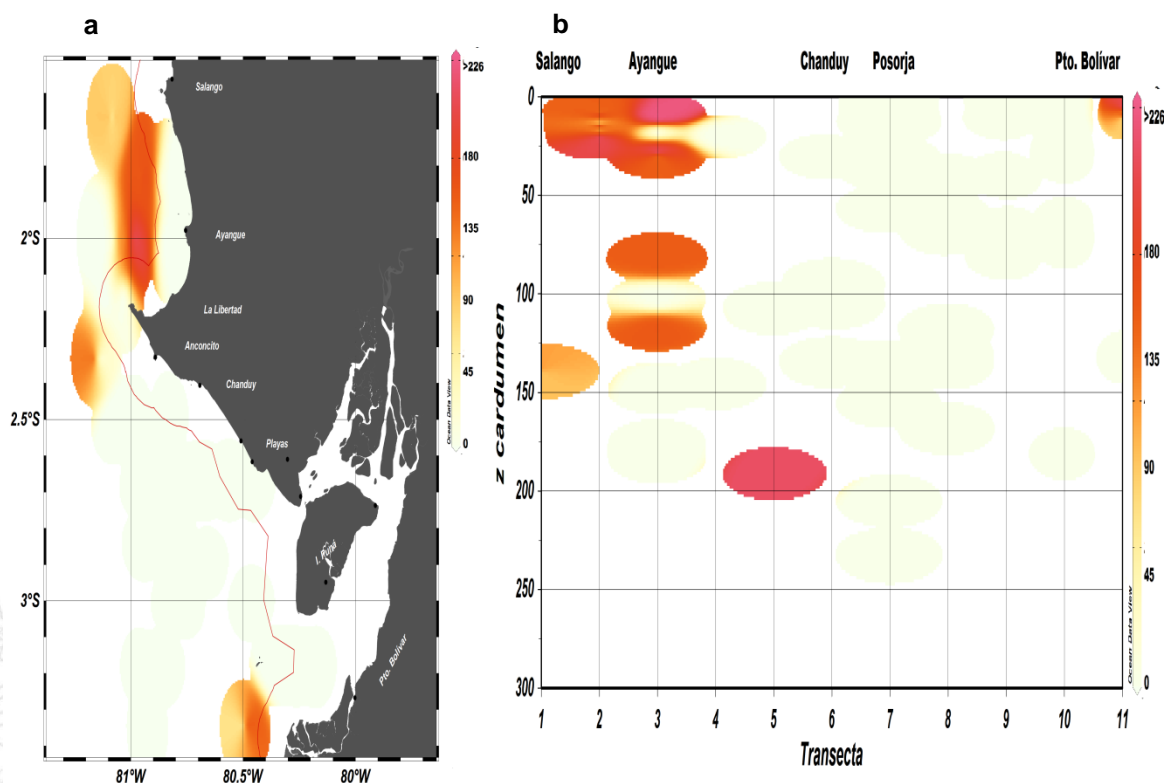


Figura 5. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de *Etrumeus teres* (Sardina redonda), durante el crucero de diciembre 2019.

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

La pinchagua alcanzó una biomasa de 111 364 t, siendo las transectas dos y 10 las más representativas (36 501 y 55 392 t, respectivamente), localizadas en los alrededores de la Isla Santa Clara y Frente a Palmar. Su abundancia estimada fue de 1.8 mil millones de individuos, siendo 20 y 22 cm LT las tallas más frecuentes, que acumularon el 30% del total; se registró un peso de 82 y 112 g, respectivamente.

Para esta especie se observó una distribución homogénea en la zona A, presentando la mayor abundancia frente a Palmar y de manera más dispersa a los alrededores de la Isla Santa Clara y archipiélago de Jambelí. La distribución vertical fluctuó entre los 3 y 50 m de profundidad. La densidad acústica de esta especie fue de 28 t mn<sup>-2</sup>. (Figura 6).

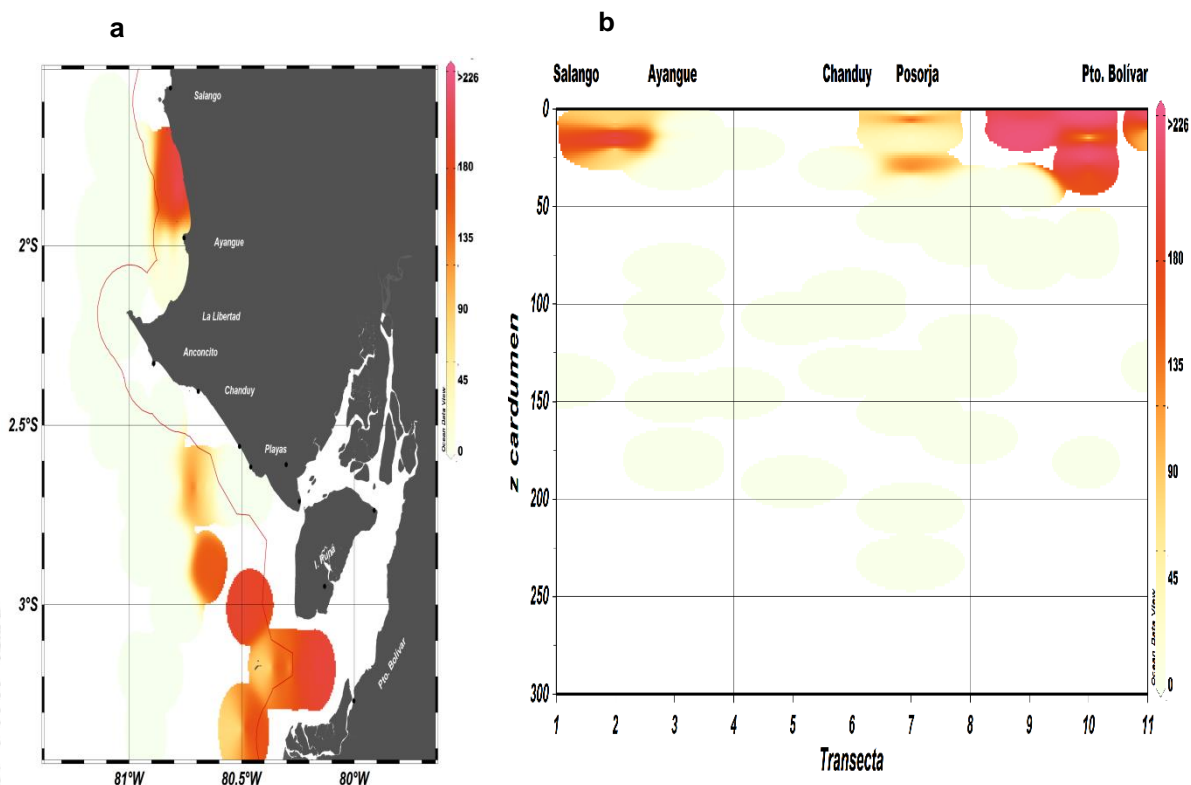


Figura 6. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de *Opisthonema* spp. (pinchagua), durante el crucero de diciembre 2019

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

Se estimó una biomasa de 150 438 t, distribuidas principalmente en las transectas tres (118 646 227 t) y 10 (27 040 t), correspondientes al Bajo Copé y por los alrededores de la Isla Santa Clara, respectivamente. La abundancia estimada fue de 3.1 mil millones de individuos, con una talla frecuente de 22 cm LF que acumuló el 21% del total, y un peso promedio de 135 g.

Se observaron tres núcleos reducidos y dispersos en su distribución, ubicados principalmente frente al archipiélago de Jambelí, Isla Santa Clara y en mayor proporción en Bajo Copé. La distribución vertical estuvo entre 10 y 130 m de profundidad, con mayor concentración por debajo de los 60 m. Se estimó una densidad acústica de 38 t mn<sup>-2</sup> (Figura 7).

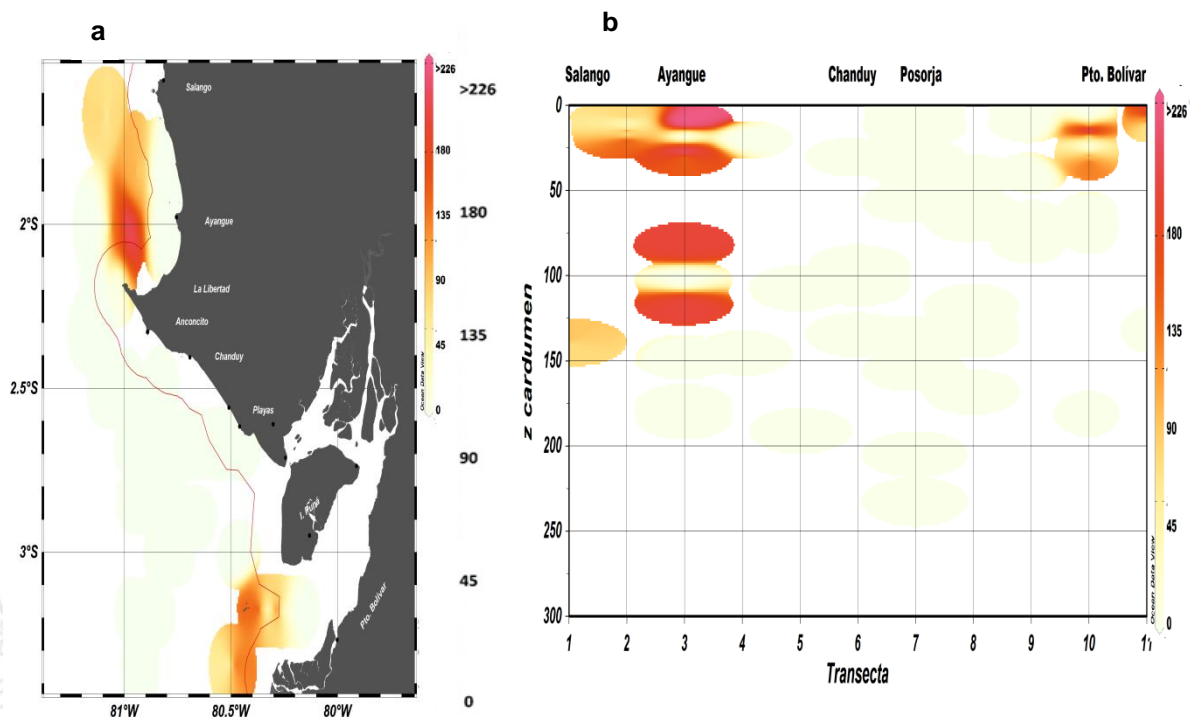


Figura 7. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de *Decapterus macrostoma* (picudillo), durante el crucero de diciembre 2019.

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

La biomasa estimada para esta especie fue de 37 400 t, distribuidas principalmente en la transecta dos (7 174 t) y 10 (27 930 t), frente a la puntilla de Santa Elena, alrededores de la Isla Santa Clara y frente al archipiélago de Jambelí, respectivamente. Su abundancia estimada fue de 736 millones de individuos. La talla de 17 y 18 cm de LT acumularon el 60% del total de esta especie con un peso promedio de 68 g.

La distribución de esta especie presento varios núcleos de concentración muy distantes entre sí, ubicados por la Isla Santa Clara, Archipiélago de Jambelí, Puntilla de Santa Elena y Palmar. La distribución vertical fluctuó entre 3 y 35 m de profundidad, con una densidad acústica de  $9.5 \text{ t mn}^{-2}$  (Figura 8).

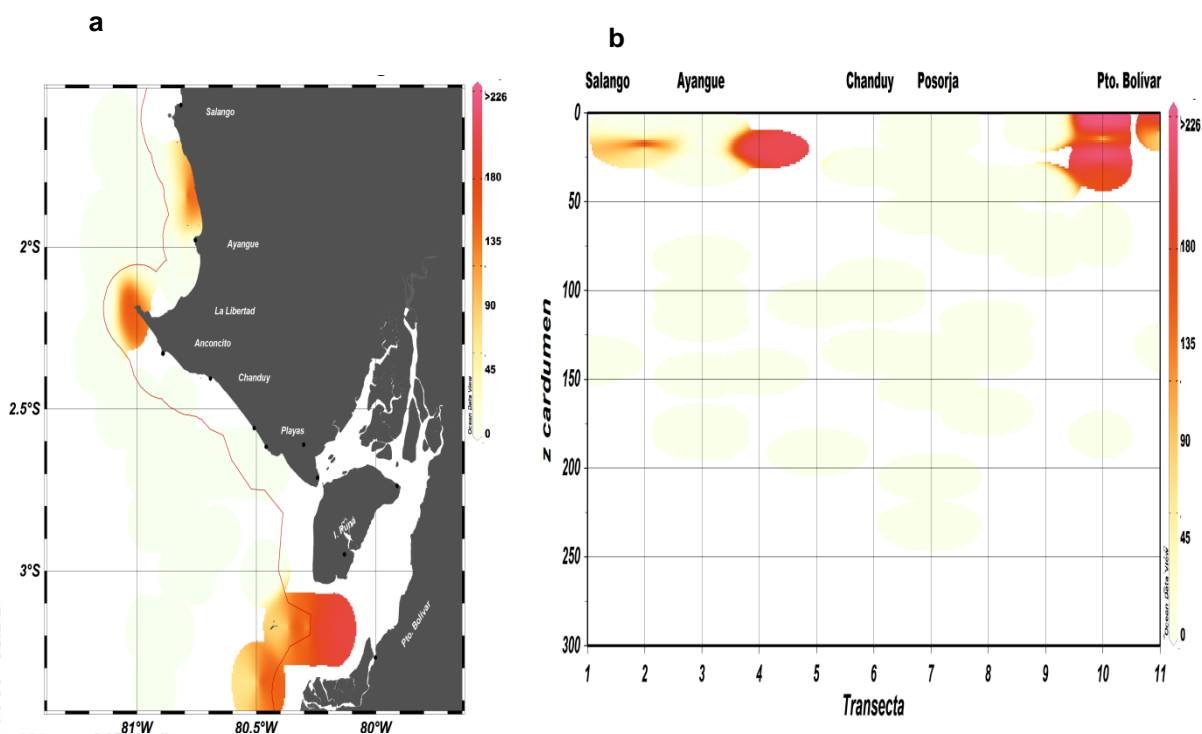


Figura 8. Distribución espacial horizontal (a) y vertical (b) de *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco), durante diciembre de 2019.

### 3.1.7. Género Anchoa

La biomasa estimada fue de 70 155 t, distribuidas principalmente en la transecta dos y 10 (7 335 y 60 943 t, respectivamente). Su abundancia estimada fue de 4.2 mil millones de individuos, siendo la especie con mayor abundancia en cuanto a números de individuos. La talla de 13 cm de LT acumuló el 67% del total de esta especie, con un peso promedio de 18 g.

Para esta especie se observaron tres núcleos representativos en su distribución, ubicados en el Archipiélago de Jambelí, alrededores de la Isla Santa Clara y frente a Palmar. La distribución vertical fue de 5 a 10 m de profundidad, con una densidad acústica cercana a las primeras millas náuticas de 18 t mn<sup>-2</sup> (Figura 9).

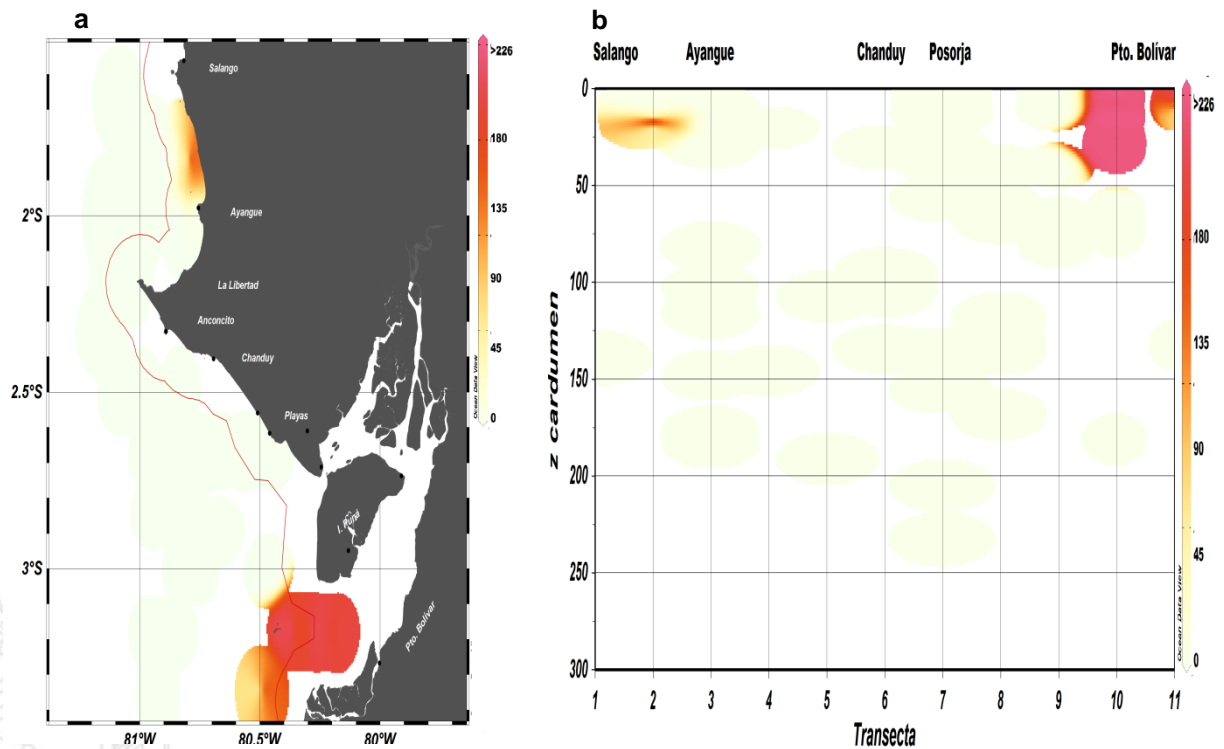


Figura 9. Distribución horizontal (a) y vertical (b) del género *Anchoa*, durante el crucero de diciembre 2019.

### 3.1.8. “Otras Especies”

Dentro de este grupo se consideran las especies no pelágicas tales como gallineta, chazo, hojita y carita, mismas que acumularon una biomasa de 167 120 t y una abundancia de 7 mil millones de individuos (Anexo 3).

La especie de mayor abundancia en este grupo fue la hojita con 39 254 t de biomasa y 1.6 mil millones de individuos, distribuida horizontalmente en cinco áreas distantes entre sí (Palmar, La Puntilla de Santa Elena, a 20 millas de Playa, frente a la Isla Puna y Archipiélago de Jambelí), y con una distribución vertical de 6 a 145 m, en tanto que el chazo con 37 039 t de biomasa y 667 millones de individuos, presentó una distribución vertical dentro de los primeros 180 m de profundidad, presentando tres núcleos de concentración ubicados en la Puntilla de Santa Elena, frente a Chanduy y a 35 millas de la Isla Puna.

En cuanto a la especie carita, se estimaron 15 587 t de biomasa y 297 millones de individuos, distribuidos principalmente en zonas cercanas a la costa hasta 140 m de profundidad; similar distribución que la hojita.

La especie gallineta fue la de menor abundancia, con 5 086 t de biomasa y 235 millones de individuos, concentrando su distribución en los alrededores de la Isla Santa Clara (Golfo de Guayaquil); en los Anexos 4 y 5 se presenta 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

El 67.7% de la biomasa estimada fue registrada a partir de la milla 8, mientras que entre la milla 6 a 8, de 4 a 6 y de 0 a 4 acumularon el 24.9, 1.6, y 5.8%, respectivamente (tabla 6).

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

Especies	Distancia a la costa [mn]				Total
	0 a 4	4 a 6	6 a 8	mayor a 8	
Botella	2 339	13 309	15 379	147 338	178 365
Macarela	0	0	99 767	165 968	265 735
Sardina Redonda	0	0	0	33 206	33 206
Pinchagua	32 169	0	48 904	30 290	111 364
Picudillo	0	0	0	150 437	150 437
Chuhueco	7 487	0	23 304	6 608	37 399
Anchoa	7 209	0	23 943	39 001	70 154
<b>Total</b>	<b>49 206</b>	<b>13 309</b>	<b>211 299</b>	<b>572 851</b>	<b>846 665</b>
<b>%</b>	<b>5.8</b>	<b>1.6</b>	<b>24.9</b>	<b>67.7</b>	<b>100</b>

### 3.3. Pesca comprobatoria

Se efectuaron un total de 23 lances de pesca sobre cardúmenes previamente identificados durante la prospección acústica en la zona A, de los cuales 9 correspondieron al B/P Palma, y 14 lances al B/P Marcillo III. De los lances efectivos de pesca, los capitanes reportaron 277 toneladas, de las cuales el 50% corresponde a la especie botella, 22% de macarela, 17% de pinchagua, 1% de Sardina Redonda, Picudillo y Rollizo; y 10% restante corresponde a “Otras” especies.

#### 3.3.1. Pesca comprobatoria de la milla cinco en adelante

Se realizaron un total de 9 lances de pesca sobre marcas de peces identificadas, con profundidades entre 18 y 60 m, de los cuales 7 fueron efectivos, obteniéndose una captura total de 263.8 toneladas, compuesta principalmente de especies

pelágicas pequeñas como botella, macarela, pinchagua, y en menor porcentaje sardina redonda y picudillo; “Otras” especies no pelágicas, como hojita, camotillo, calamar también fueron capturadas, pero en mínimo porcentaje (9%) (Figura 10a).

### 3.3.2. Pesca comprobatoria de la primera milla hasta la quinta

En esta área se realizaron 14 lances, con un total de 7 lances efectivos. La captura total fue de 13.2 t, de las cuales 56% corresponde a pinchagua, 1% a las demás especies pelágicas pequeñas, mientras que “Otras” especies no pelágicas representaron un 47% (Figura 10b).

De los 9 lances fallidos reportados en la pesca comprobatoria, dos corresponden a lances descartados ya que contenían especies juveniles de pinchagua (10 a 14 cm) que se detectaron antes de secar y recoger la pesca a la embarcación, siendo devueltas al mar.

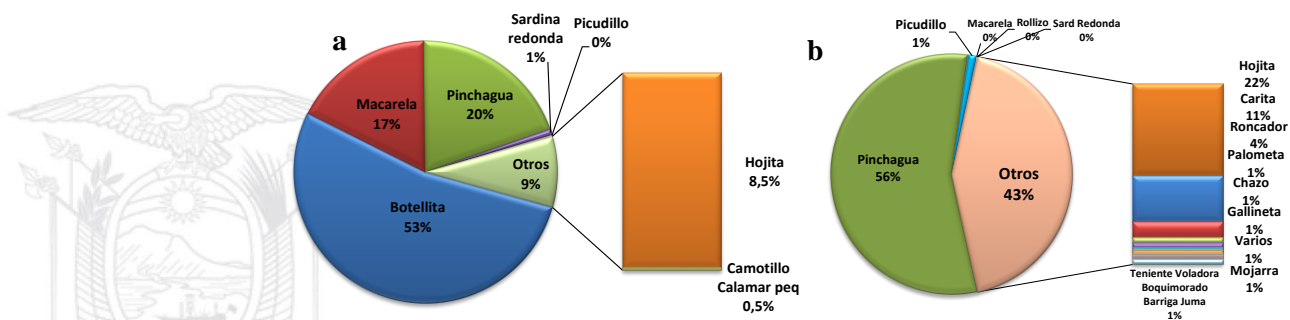


Figura 10. (a) Pesca comprobatoria de la quinta milla en adelante y (b) de la milla uno a la quinta, durante el crucero INP 2019-12-02 PV de diciembre 2019

### 3.3.3. Frecuencia de tallas

De las principales especies capturadas en los lances efectivos de pesca comprobatoria obtenida de la milla uno a la quinta, se pudo determinar que las tallas de pinchagua fluctuaron entre 16 y 27 cm de Longitud Total (LT), presentando una moda de 22 cm LT; el 42% de los individuos capturados se encontraban por debajo de la Longitud Media de Madurez Sexual (LMMS) calculada para esta especie (21.6 cm LT) (figura 11).

La hojita registró una frecuencia de tallas de 11 a 25 cm LT, presentando una moda de 21 cm LT. Para el caso de la carita fluctuó entre 15 y 24 cm LT, registrando mayores frecuencias entre las tallas de 16 a 19 cm LT, destacándose la presencia de individuos juveniles.

Especies como el roncador y voladora presentaron longitudes entre 17 - 30 cm LT, y moda de 24 cm LT, y entre 15 - 26 cm LT y una moda de 18 cm LT, respectivamente (figura 11).

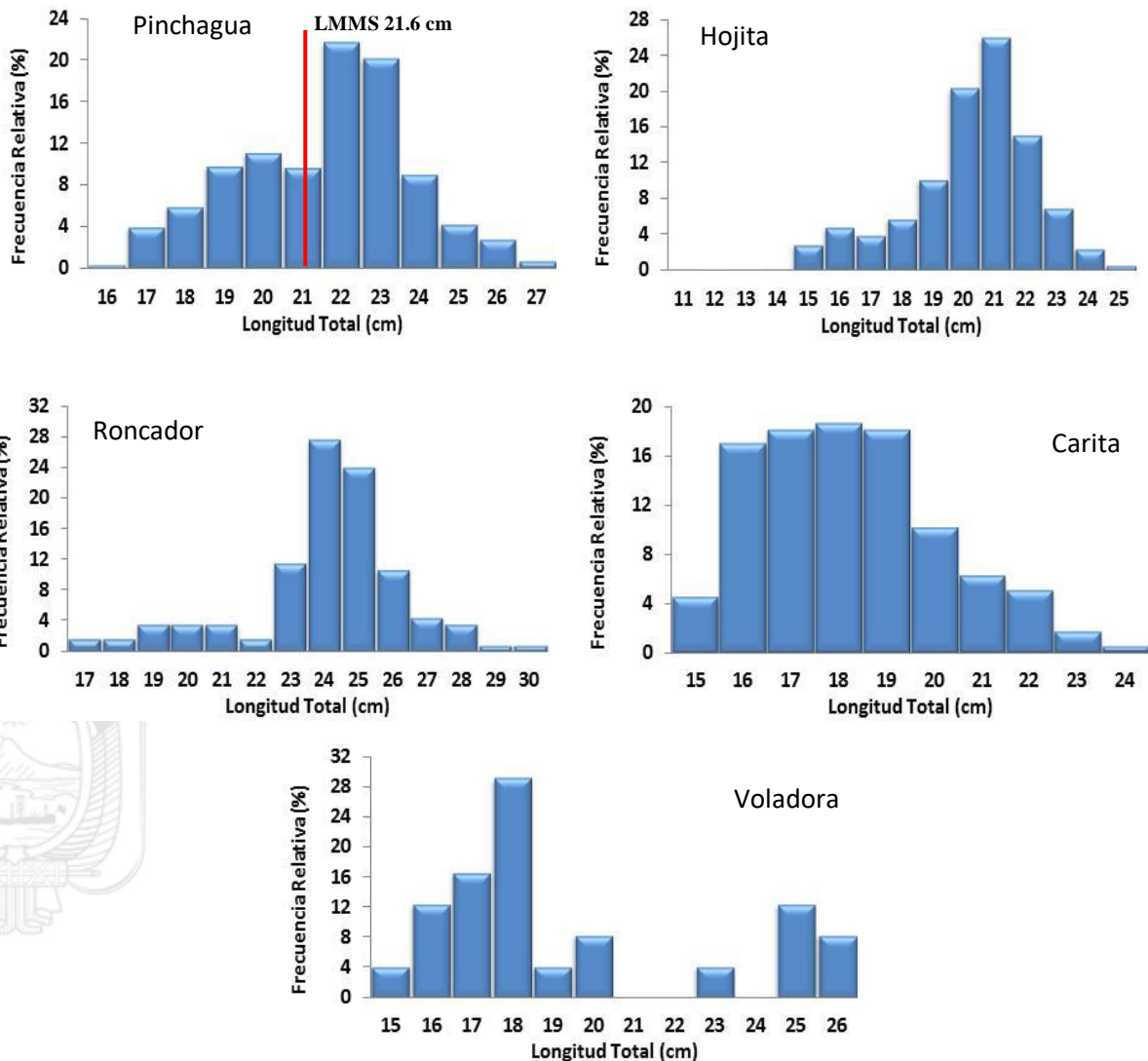


Figura 11. Frecuencia de longitudes de las principales especies capturadas en lances de pesca comprobatoria de la milla uno a la quinta.

En los lances de pesca realizada de la milla quinta en adelante, las principales especies capturadas fueron macarela, botella, pinchagua y sardina redonda. La macarela presentó una frecuencia de tallas entre 20 – 32 cm de Longitud Furcal (LF), con dos grupos modales localizados en 26 y 27 cm LF; el 17% de los individuos se encontraban por debajo de la talla media de madurez sexual (25.3 cm LF).

El rango de longitudes de botella fluctuó entre 15 y 25 cm LF, presentando una moda de 17 cm LF; el 100% de los individuos se encontraban por debajo de la LMMS (26.2 cm LF). Para el caso de sardina redonda el rango de longitudes fue de 19 a 24 cm LF, registrando una moda de 21 cm LF (figura 12). La pinchagua presentó un rango de tallas de 19 a 23 cm LT con una moda de 21 cm LT.

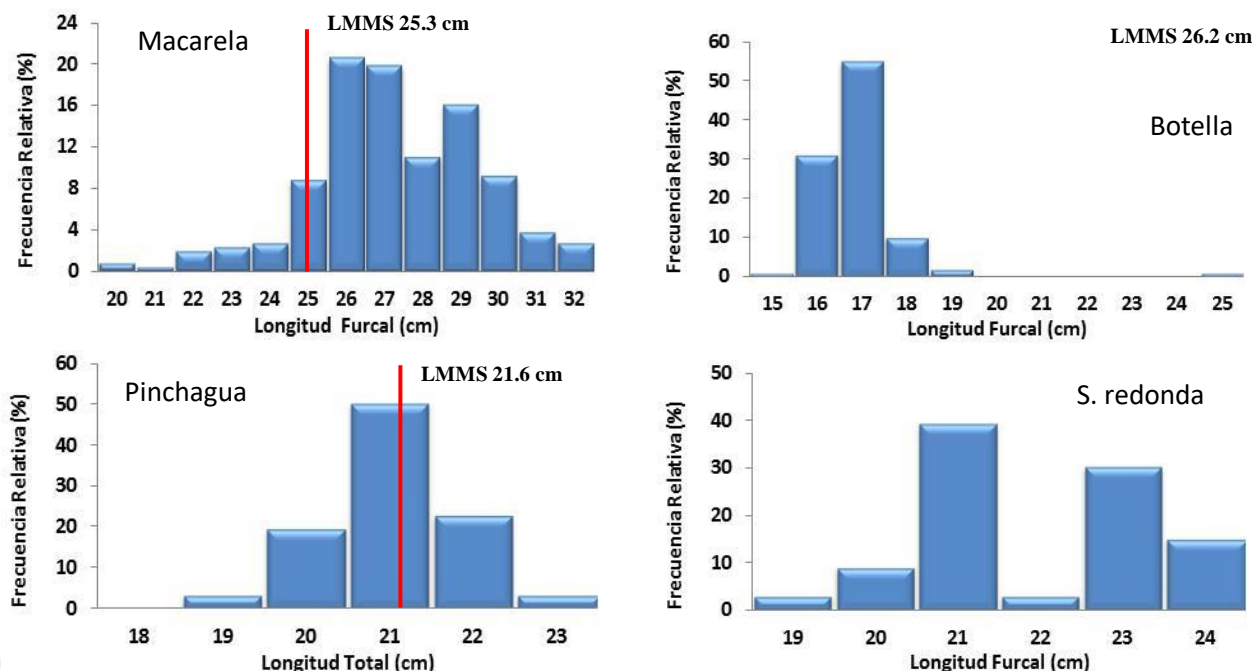


Figura 12. Frecuencia de longitudes de las principales especies capturadas en lances de pesca comprobatoria de la milla cinco en adelante.

### 3.3.4. Índice Gonadosomático (IGS) y Madurez Sexual

#### Macarela (*Scomber japonicus*)

La variación mensual del IGS, permitió determinar que durante noviembre y diciembre 2018 - 2019, se registró una marcada actividad reproductiva (figura 13), con valores promedios de IGS entre 8.1 – 10.8 para ambos meses. En lo que respecta a la madurez sexual, los individuos analizados se encontraban en estadios IV, que corresponde a sexualmente maduros (73%) y estadio V que corresponde a especímenes desovados (21%) (figura 14).

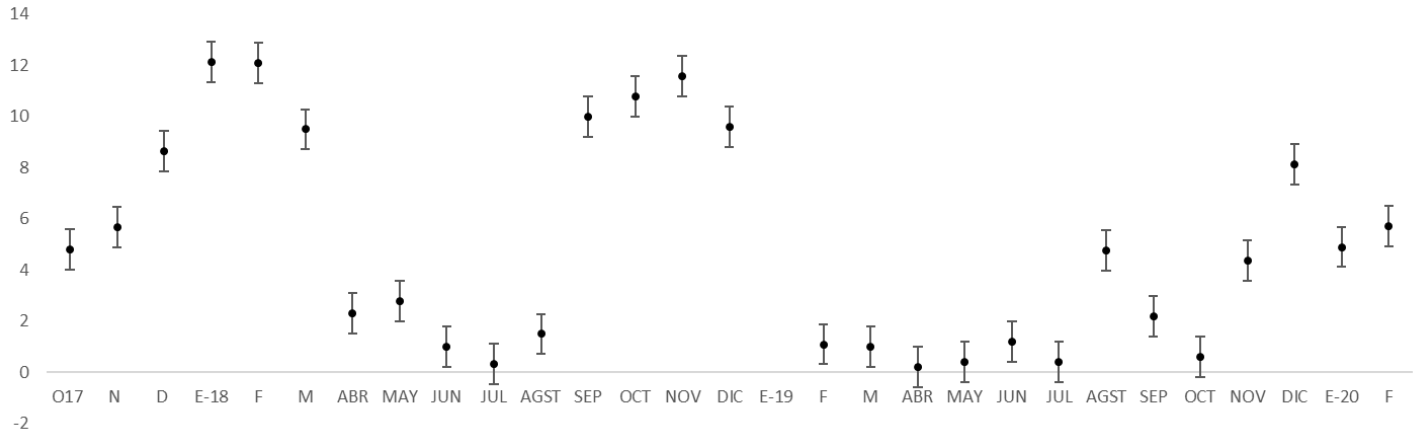


Figura 13. Promedios mensuales de índice gonadosomático para hembras y machos de *Scomber japonicus*, durante octubre 2017 y febrero 2020.

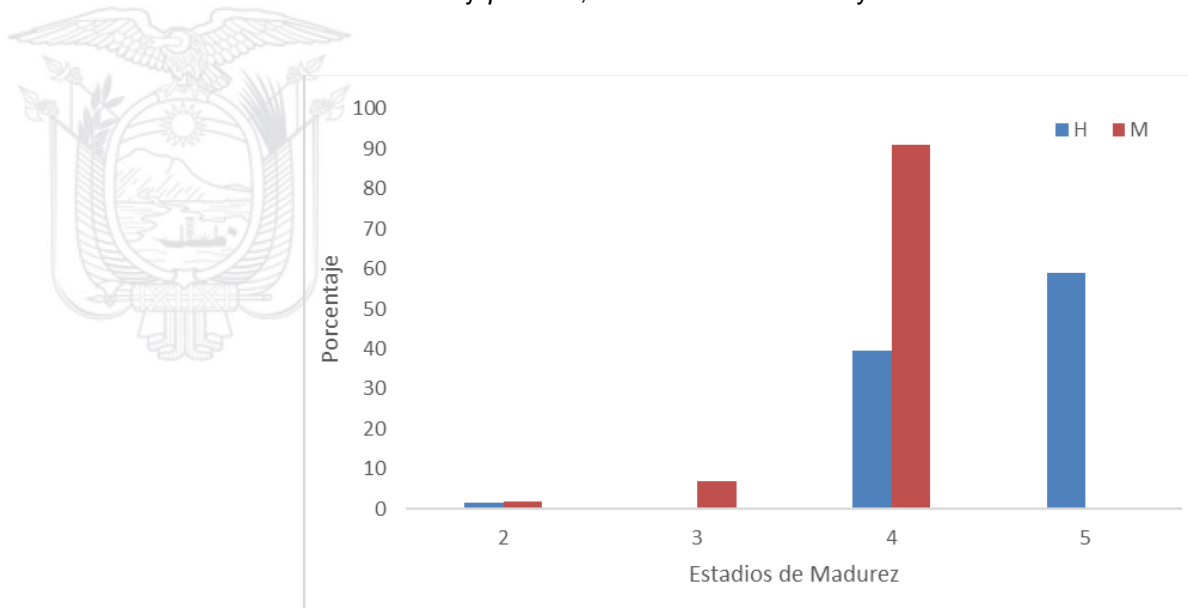


Figura 14. Estadio de madurez sexual para hembras y machos de *Scomber japonicus*, durante el crucero de diciembre 2019.

**Pinchagua (*Opisthonema* spp.)**

Esta especie inició el incremento en peso de las gónadas a partir de noviembre con valores promedio de IGS de 2.6, durante diciembre todos los individuos se encontraron en actividad reproductiva, con valores de IGS entre 3.7 – 4. (figura 15). Para el caso de la madurez sexual, los individuos analizados se encontraban en estadio III (madurando) y IV (sexualmente maduros) representando el 60%, mientras que el 40% se encontraban desovando (estadio V) (figura 16).

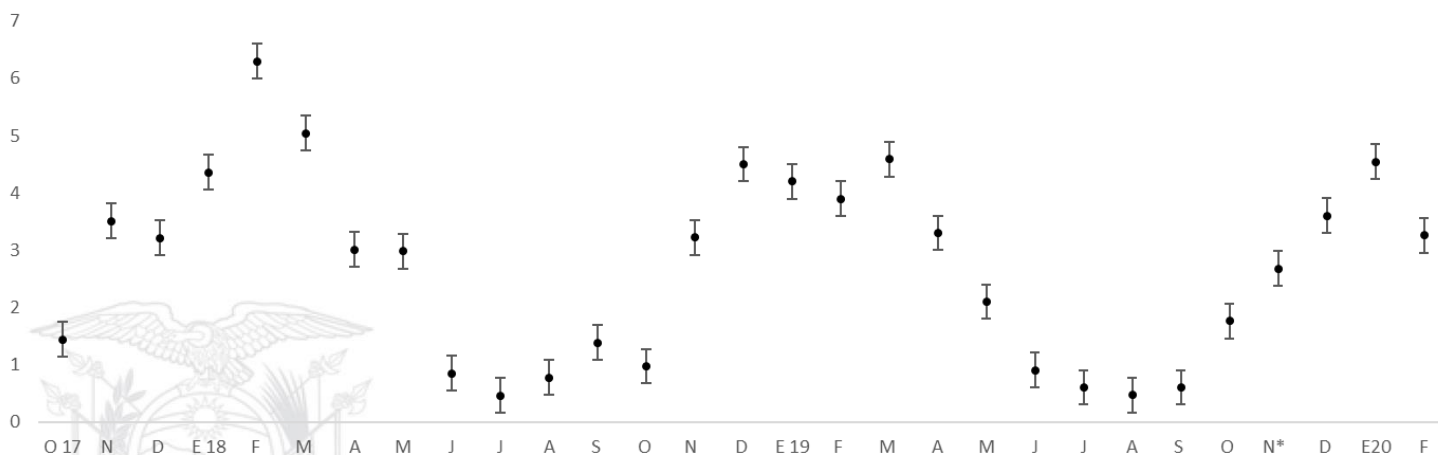


Figura 15. Promedios mensuales de índice Gonadosomático para hembras y machos de *Opisthonema* spp., durante octubre 2017 y febrero 2020.

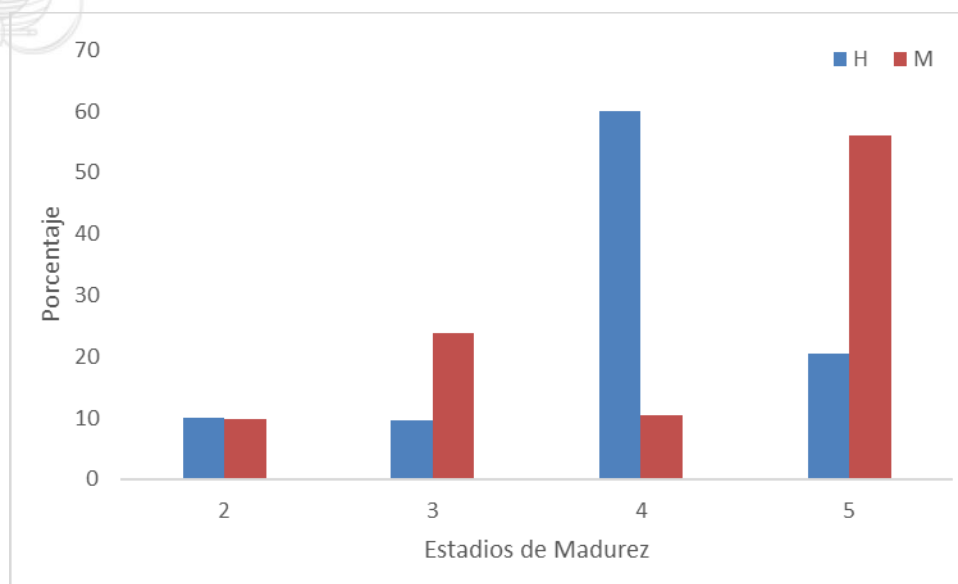


Figura 16. Estadio de madurez sexual para hembras y machos de *Opisthonema* spp, durante el crucero de diciembre 2019

### Botella (*Auxis spp*)

Los pesos promedios de las gónadas de esta especie, presentaron valores de 1.32, el cual incrementó en meses posteriores (enero – febrero/2020) registrando valores de 5.01 (figura 17). Para el caso de la madurez sexual, los individuos analizados se encontraban en estadio IV (sexualmente maduros) y desovando (estadio V) (figura 18).

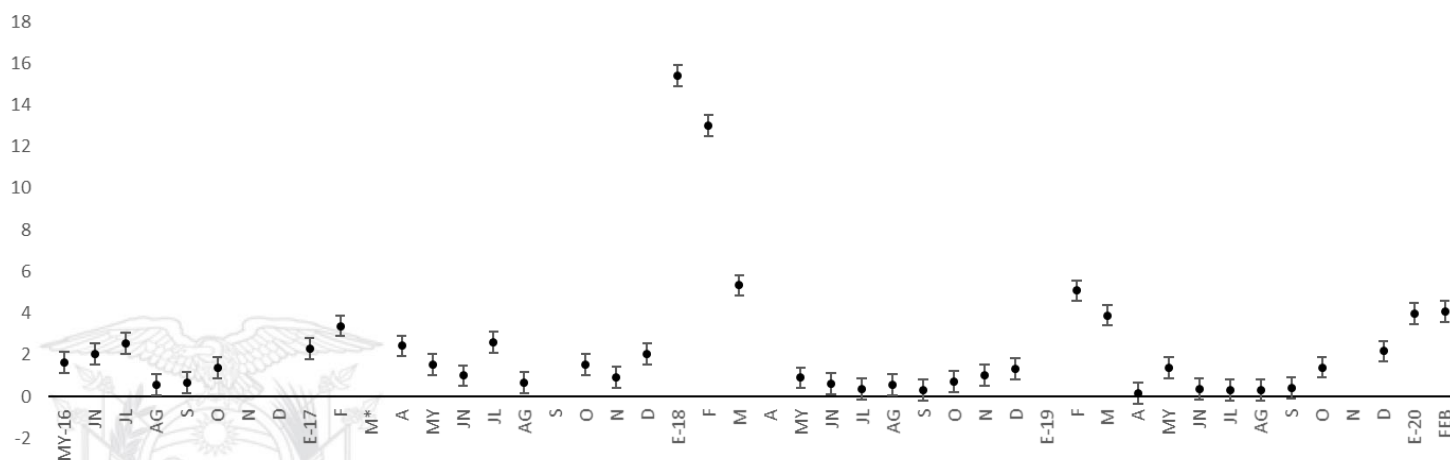


Figura 17. Promedios mensuales de índice Gonadosomático para hembras y machos de *Opisthonema spp.*, durante mayo 2016 y febrero 2020.

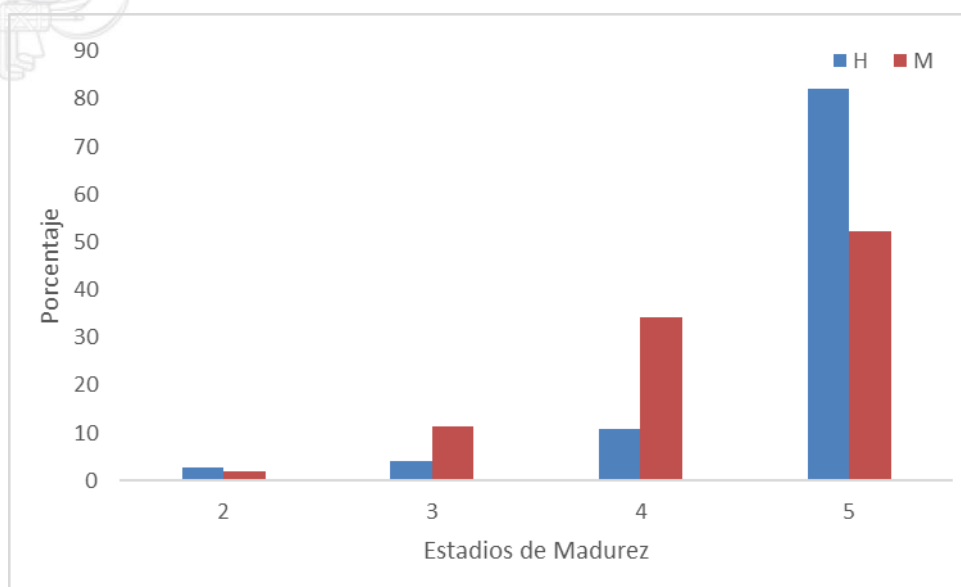


Figura 18. Estadio de madurez sexual para hembras y machos de *Auxis spp.*, durante el crucero de diciembre 2019

### 3.4. Condiciones oceanográficas Física

#### 3.4.1. Condiciones Superficiales

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) promedio para toda el área de estudio fue de 23.8 °C. La parte sur oeste del mar territorial presento los valores más bajos (22 °C) en las longitudes 81.5° y 82.0° Oeste, mientras que en el resto del área de estudio se registraron temperaturas entre 22 y 25 °C (Figura 19).

En cuanto a la salinidad, los valores más bajos fueron registrados en áreas cercanas a la costa, encontrándose valores de 33 PSU aproximadamente, la parte sur del mar territorial presentó los valores más altos de salinidad, alcanzando los 34.6 °C en los veriles de 1000 m.

En la Figura 19a y 19b se puede observar que, para la zona del canal de acceso a Guayaquil, la salinidad presentó valores bajos, mientras que los de temperatura fueron altos, este comportamiento también se puede ver en la cercanía del archipiélago de Jambelí.

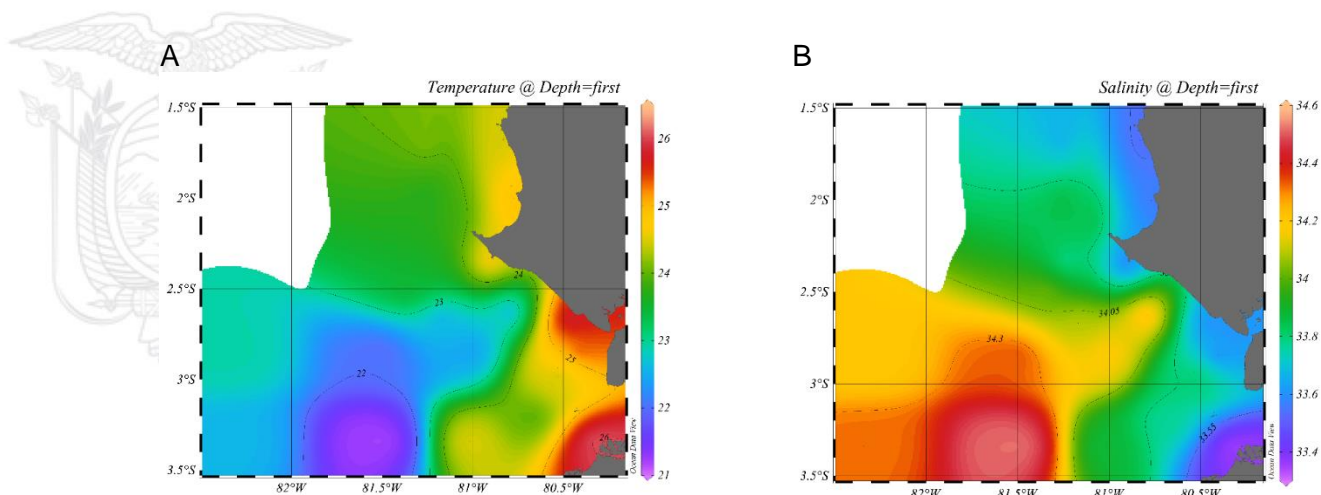


Figura 19. Distribución de la temperatura superficial en el mar (a) y distribución de la salinidad superficial en el mar (b), durante el crucero INP 2019-12-02 PV, diciembre 2019

En cuanto a la Anomalías de Temperatura Superficial (ATSM) se observaron valores negativos en la región sur cercana a la frontera con Perú, aproximadamente en el veril de 1000 m, mientras que al norte y cerca de la costa presentaron anomalías de 0.5 °C (Puntilla de Santa Elena), también se pudo observar anomalías positivas de alrededor de 1.5 °C cerca de la Isla Puná (figura 20).

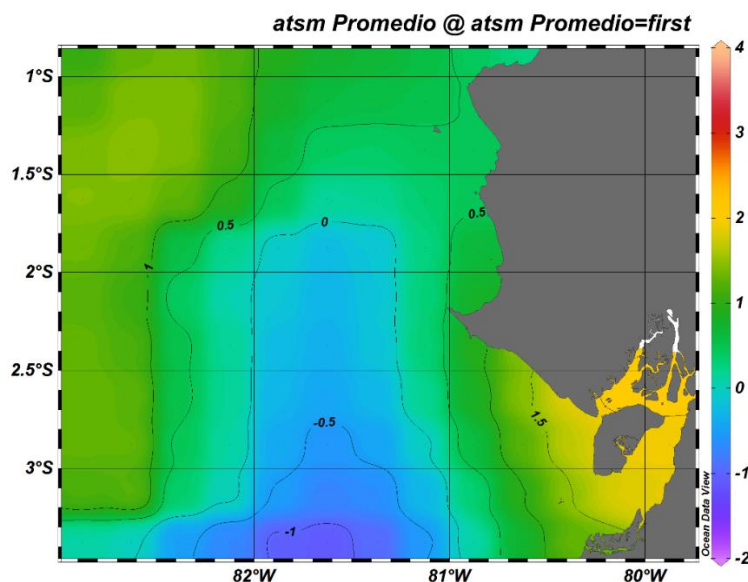


Figura 20. Distribución de las anomalías de temperatura, durante el crucero INP 2019-12-02 PV, diciembre 2019

En la figura 21 se observa que entre los 10 y 20 m en toda el área de estudio se presentó la capa de mezcla, a excepción de la zona en donde se reportaron las ATSM negativas (región entre 82° Oeste, 81.2° Oeste y 3° Sur, 3.5° Sur), mostrando valores cercanos a 30 m. El cálculo de la Z20 (figura 21b) para el área mencionada muestra valores más superficiales en la parte sureste, cerca del Archipiélago de Jambelí.

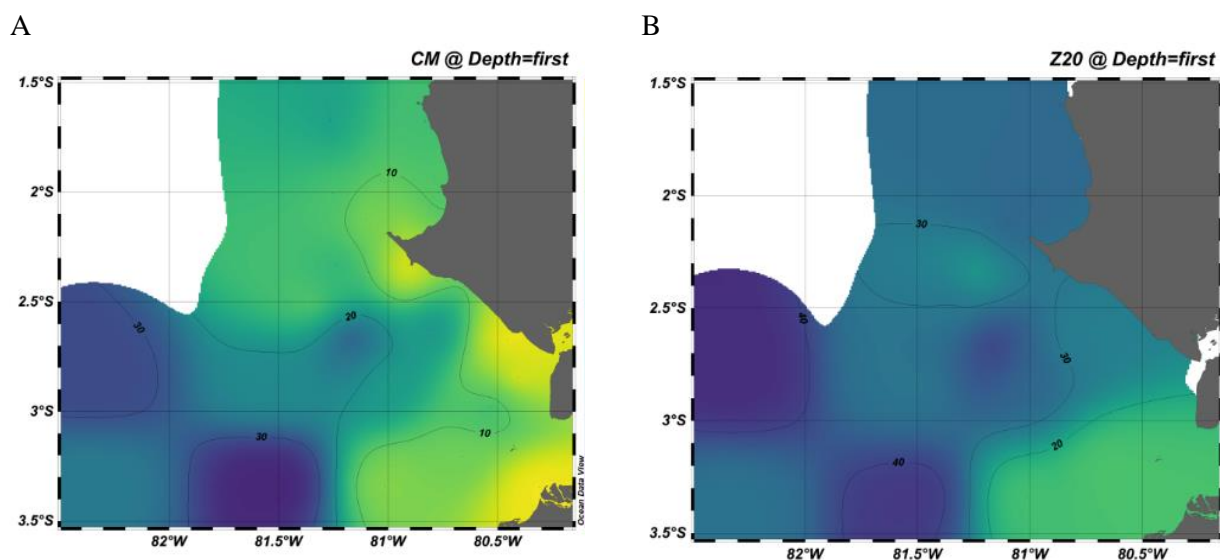


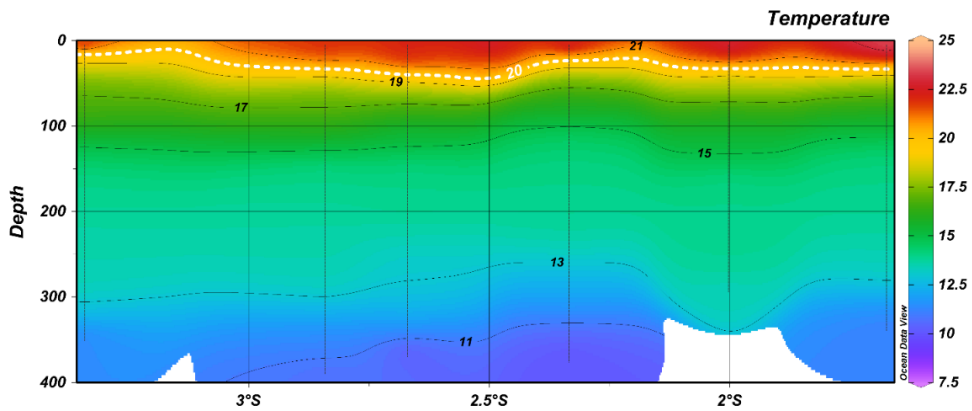
Figura 21. Distribución de la capa de mezcla (a), distribución del Z20 (b), INP 2019-12-02 PV, durante crucero de diciembre 2019

### 3.4.2. Condiciones en Profundidad

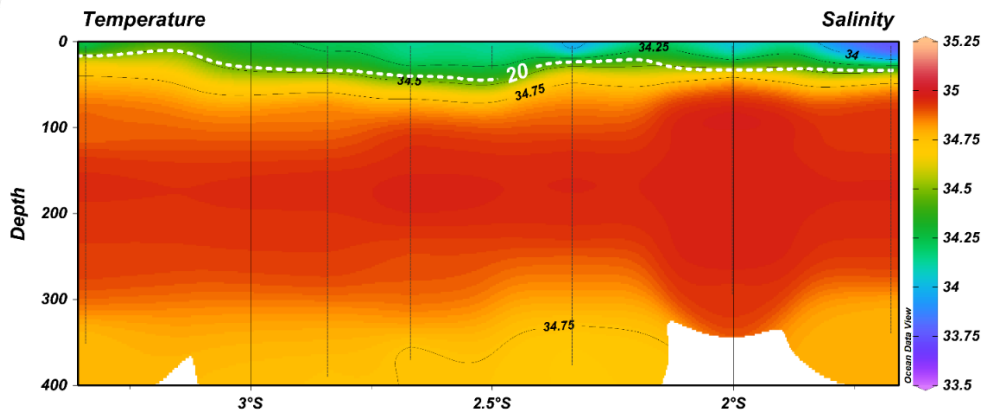
Se realizaron perfiles de profundidad hasta 400 m con el equipo CTD, esto permitió ver el comportamiento en la columna de agua. En la figura 22a la temperatura muestra un cambio progresivo mientras se profundiza, se pudo observar como la termoclina está cercana al Z20, parámetro que se representa como la profundidad de la temperatura a 20°C, de igual manera para la salinidad y la densidad en la figura 22b y 22c, respectivamente.

Se observa que para 2° Sur la salinidad aumenta, presentando valores de 34.7 ups a los 300 m.

a



b



C

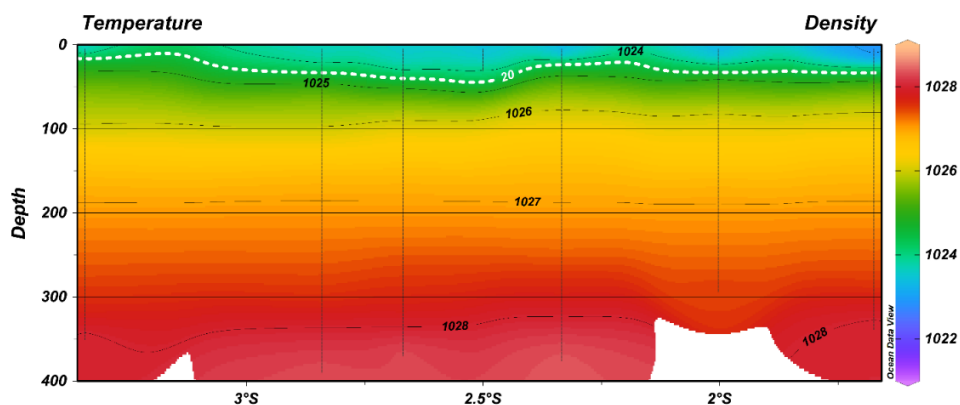
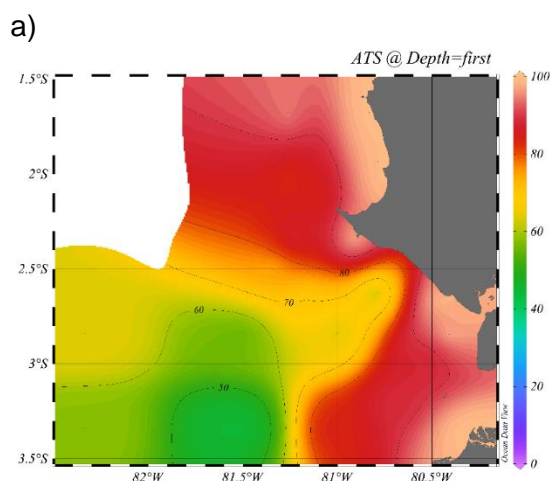


Figura 22. Distribución vertical de temperatura (a), de salinidad (b), de densidad (c), durante el crucero INP 2019-12-02 PV, diciembre 2019 (La línea punteada blanca representa la isoterma de 20).

### 3.4.3. Masas de agua

A nivel superficial, en la figura 23a y 23b, se puede inferir una interacción entre masas de agua, pudiendo ser atribuible a una época de transición. Es necesario recalcar que, para la región 3.3° Sur, 3.5° Sur y 81.8° Oeste, 81.3° Oeste se tienen valores similares de porcentajes de masas de agua.

Adicionalmente, se puede notar un comportamiento similar gracias a las isolíneas, pero de manera inversa, siendo esto que la masa de agua ATS tiene mayor presencia en las costas llegando a 80% y va disminuyendo hasta un 50% mientras más se aleja de la región litoral, para el caso de AESS, sus valores porcentuales están entre el 10% y 40% siendo los valores más bajos los cercanos a la costa.



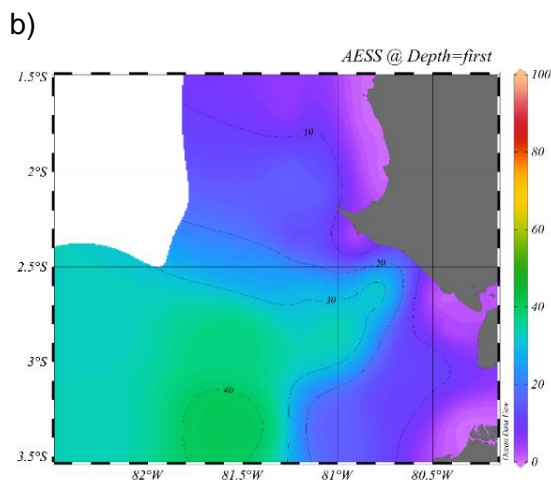
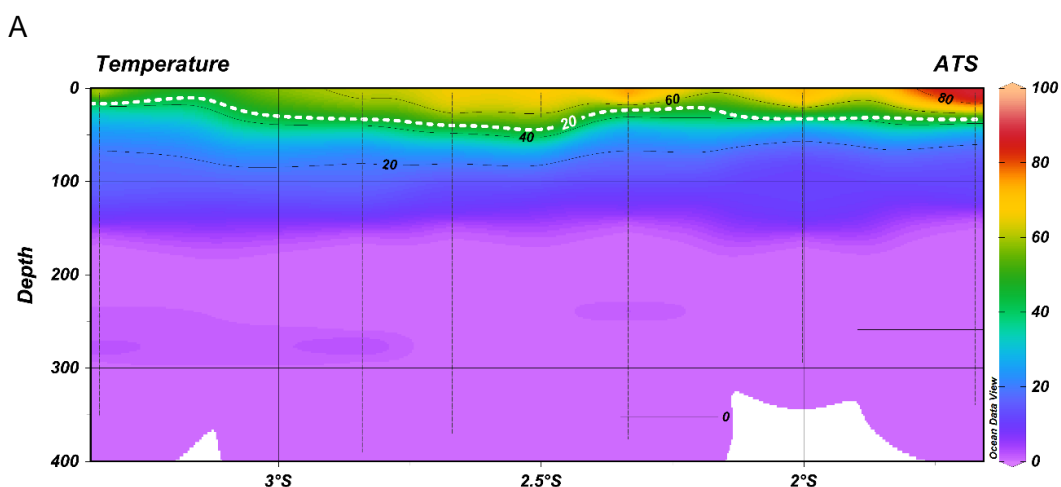


Figura 23. Comportamiento de masas de agua en la superficie del mar, masa de agua ATS (a), Masa de agua AESS (b), durante el crucero INP 2019-12-02 PV, diciembre 2019

Para poder entender mejor la interacción de masas de agua que se mencionó anteriormente, se realizaron perfiles verticales señalando la Z20, para la figura 24a y 24b es posible observar como las masas de agua se localizan de forma similar a la profundidad del Z20 señalado de color blanco con líneas punteadas, presentando esto y con los anteriores análisis podemos definir un posible periodo de transición de masas de agua que se originan en la región sur del mar ecuatoriano, lo que explicaría el comportamiento de los parámetros de salinidad y temperatura en esa región, se puede observar también en la figura 24c la ASTS la cual no tiene mayor relevancia para los diferentes análisis.



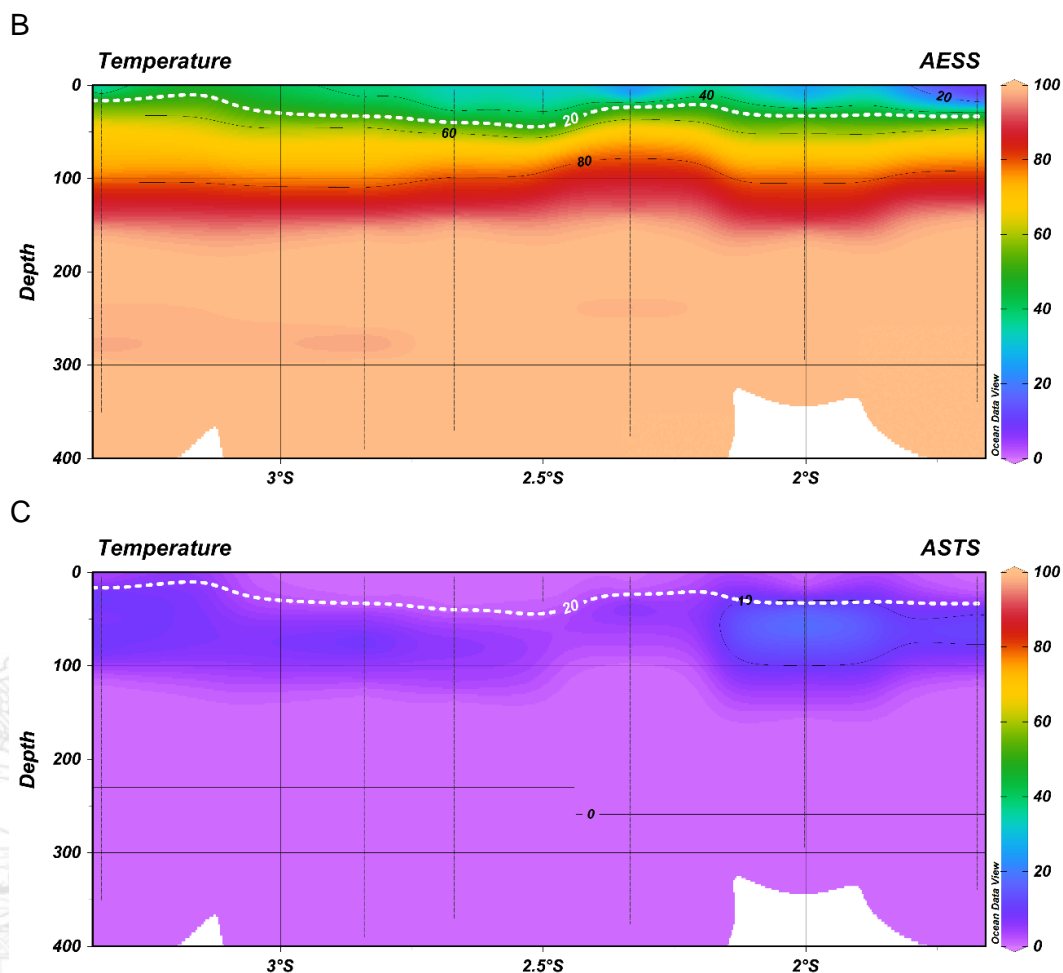


Figura 24. Comportamiento de masas de agua a razón de la profundidad, ATS (a), AESS (b), ASTS (c), durante el crucero INP 2019-12-02 PV, diciembre 2019.

### 3.5. Análisis estadístico a las variables físicas oceanográficas

La relación de la salinidad, temperatura y densidad con respecto a la longitud nos indica que espacialmente al acercarse a la costa los valores varían (tabla 7), y según la posición en la cual se registre la temperatura, esta aumentara en tanto que la densidad como salinidad disminuirán, esta disminución se observa también para la saturación de oxígeno y nitrógeno; al registrar el comportamiento de la masa de agua ATS, respecto a la longitud se presenta algo similar a lo sucedido con la temperatura.

Para la temperatura vemos relaciones más cercanas, aunque estas son inversas, determinando un comportamiento, en donde al aumentar la temperatura el resto de los parámetros disminuirán, esto es contrario para la masa de agua ATS, la cual tiene un comportamiento de proporción directa con la temperatura.

Respecto a la salinidad vemos que los factores de saturación y densidad aumentarían si esta aumenta, pero para la ATS, sucede lo contrario, lo que se

podía intuir al revisar el comportamiento de la temperatura respecto a la ATS que se expuso anteriormente.

Debido a que la densidad depende específicamente de la salinidad y temperatura se conoce que el comportamiento estará muy cercano al aumento de salinidad y disminución de la temperatura si la densidad aumenta, por consecuencia se sabrá que tanto la saturación de oxígeno y nitrógeno aumentarían de igual manera.

Respecto al parámetro de capa de mezcla, vemos que la relación con las variables longitud, temperatura y ATS, tiene valores negativos lo que indica un comportamiento inversamente proporcional mientras que, para los valores de saturación de oxígeno y nitrógeno, la salinidad y la densidad es directamente proporcional.

Para el Z20 se observa que la relación relevante se da respecto a la saturación de oxígeno y nitrógeno y la capa de mezcla donde vemos que su relación es directamente proporcional.

Se puede observar que los valores dentro de los parámetros relacionados mayores a 0.7 necesitan poca corrección, lo que indica una significancia importante entre ellos.

Tabla 7. Matriz de correlación entre los parámetros superficiales durante el crucero INP 2019-12-02 PV, diciembre 2019

Correlación	Latitud	Longitud	Temperatura	Salinidad	Densidad	ATS	CM	Z20
Latitud	1	0.1989	0.4008	-0.5755	-0.4711	0.5605	-0.307	0.1816
Longitud	0.1989	1	0.3196	-0.4464	-0.3843	0.4358	-0.559	-0.514
Temperatura	0.4008	0.3196	1	-0.9123	-0.9856	0.9306	-0.8	-0.595
Salinidad	-0.5755	-0.4464	-0.9123	1	0.9678	-0.999	0.7115	0.5268
Densidad	-0.4711	-0.3843	-0.9856	0.9678	1	-0.979	0.7787	0.5861
ATS	0.5605	0.4358	0.9306	-0.9989	-0.9786	1	-0.728	-0.539
CM	-0.307	-0.5587	-0.7999	0.7115	0.7787	-0.728	1	0.7309
Z20	0.1816	-0.5143	-0.5946	0.5268	0.5861	-0.539	0.7309	1

Tabla 8. Matriz de P-value, de los parámetros durante el crucero INP 2019-12-02 PV, diciembre 2019

P-value	Latitud	Longitud	Temperatura	Salinidad	Densidad	ATS	CM	Z20
Latitud		0.4954	0.1555	0.0313	0.0891	0.0371	0.2857	0.5345
Longitud	0.4954		0.2654	0.1096	0.1749	0.1193	0.0378	0.0599
Temperatura	0.1555	0.2654		0.0001	0.0001	0.0001	0.0006	0.0249
Salinidad	0.0313	0.1096	0.0001		0.0001	0.0001	0.0043	0.0529
Densidad	0.0891	0.1749	0.0001	0.0001		0.0001	0.001	0.0276
ATS	0.0371	0.1193	0.0001	0.0001	0.0001		0.0032	0.0466
CM	0.2857	0.0378	0.0006	0.0043	0.001	0.0032		0.003
Z20	0.5345	0.0599	0.0249	0.0529	0.0276	0.0466	0.003	

Representando de forma gráfica el comportamiento de la relación que tienen los parámetros más significantes, se realizó una matriz de diagrama de dispersión, así se observa en la figura 25a como el comportamiento es muy similar para la densidad y la salinidad, se denota que es más significativa o se ve menor dispersión cuando se trata de temperatura y densidad. En la figura 25b el comportamiento del oxígeno y nitrógeno no parece haber una dispersión entre ellos, y al relacionarlos con la densidad, la dispersión que se ve es mínima, indicando una correlación directamente proporcional entre estas tres variables.

Por otro lado, se analizó el comportamiento de ATS con los factores temperatura y salinidad, el cual se ve en la figura 25, esto resultó en una relación mucho más significativa entre la salinidad y la ATS, aunque su comportamiento es inversamente proporcional. Si se comparan las matrices de dispersión de la figura 25a y 25c, es posible observar que el comportamiento entre la densidad y ATS muy posiblemente sean inversamente proporcionales.

Finalmente, en la figura 25d se puede indicar que espacialmente la longitud tiene alguna influencia en los parámetros de densidad (inversa) y temperatura (directa), lo cual indicaría que al alejarnos de la costa los valores empezarían a cambiar de acuerdo a su correlación.

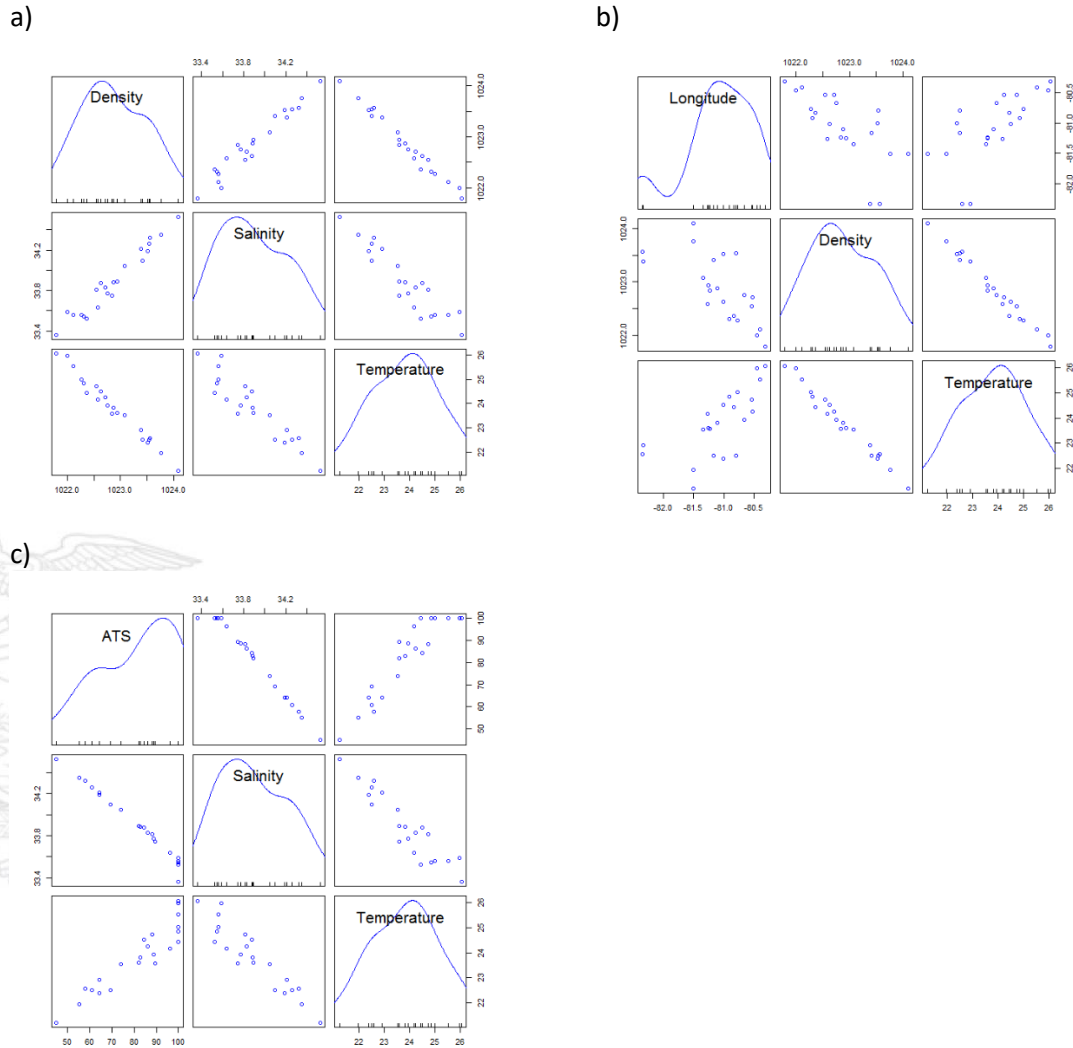


Figura 25. Matrices de dispersión, densidad-salinidad-temperatura (a), densidad-oxígeno-nitrógeno (b), ATS-salinidad-temperatura (c), longitud-densidad-temperatura (d), durante el crucero INP 2019-12-02 PV, diciembre 2019

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

La biomasa total estimada (PPP y otros) durante la prospección fue de 946 630 t, siendo los Límites de Confianza (Tabla 9), superior (LC+) de 950 135 t y límite inferior (LC-) de 937 123 t. Los LC obtenidos fueron utilizados para calcular el error en la biomasa total, cuyo valor fue de 6 505 t y representa un 7 % respecto al valor total.

Tabla 9. Cálculos para los límites estadísticos de confianza, utilizando los datos del crucero de diciembre 2019.

Transecta	Varianza	VAR. Al CUADRADO (S2)	Área	Área al cuadrado (A2)	NASC Prom.	NASC Prom * Area	UBM	S2/UBM	(S2/UBM)*A2
1	1219.55978	1487326.06	210.24	44200.8576	159.860876	33609.1506	21	70825.05059	3130527976
2	1914561.74	3.6655E+12	323.88	104898.254	1954.69712	633087.304	32	1.14548E+11	1.2016E+16
3	8277436.41	6.8516E+13	290.42	84343.7764	2812.88818	816918.986	29	2.36262E+12	1.9927E+17
4	210847.241	4.4457E+10	144.82	20972.8324	1485.39016	215114.204	15	2963770595	6.2159E+13
5	1880.69638	3537018.87	201.25	40501.5625	321.09957	64621.2884	20	176850.9437	7162739551
6	30724.5921	944000558	310.37	96329.5369	597.358783	185402.246	32	29500017.44	2.8417E+12
7	1764204.87	3.1124E+12	417.24	174089.218	1266.63616	528491.271	42	74105209880	1.2901E+16
8	3424047.59	1.1724E+13	1156.34	1337122.2	3794.30069	4387501.65	116	1.0107E+11	1.3514E+17
9	290025.051	8.4115E+10	1156.17	1336729.07	1680.18835	1942583.36	116	725125260	9.693E+14
10	1794222.96	3.2192E+12	1340.34	1796511.32	4068.41626	5453061.05	134	24024149567	4.316E+15
11	655036.177	4.2907E+11	976.576	953700.684	5075.06557	4956187.24	122	3516986832	3.3542E+16
SUM	18364206.9		6527.646	5989399.3		19216577.8			4.0688E+17
Sum. al cuadrado			42610162.3						

### 3. DISCUSIÓN

Durante la campaña de investigación de diciembre de 2019, se estimó una biomasa total de PPP de 846 665 t (zona A), siendo la especie más abundante la macarela con una biomasa de 265 735 t, botella con 178 366 t., picudillo con 150 438 t, pinchagua con 111 364 t, las anchoas 77 155 t, chuhueco 34 400 t y sardina redonda con 33 207 t. Al comparar estos resultados con las anteriores campañas de investigación (cruceos de prospección) se observa que durante los primeros meses del año tiene predominancia en la biomasa las especies botella, picudillo, sardina redonda, pinchagua y chuhueco, mientras que la macarela disminuye; caso contrario ocurre en los últimos meses del año, lo cual se puede corroborar con los desembarques de PPP reportados por el INP durante el periodo 2018-2019.

Al relacionar esta campaña con la de noviembre de 2018, en lo que respecta a la misma zona de exploración (Zona centro sur de la costa ecuatoriana), se observa que botella, macarela y sardina redonda presentan un decremento en sus biomásas del 33, 67 y 31%, respectivamente, exceptuando a pinchagua, picudillo, chuhueco y anchoa que presentaron un incremento de 10, 4, 2 y 67 veces más de la biomasa estimada para cada una de las especies mencionadas. En términos generales la biomasa actual estimada presentó un descenso del 43 %.

La densidad acústica promedio en la zona A fue de 206 t mn<sup>-2</sup>, el área con mayor densidad acústica fue el Golfo de Guayaquil con 207 t mn<sup>-2</sup> (desde la puntilla hasta la frontera con Perú), reconociendo esta área como la de mayor biomasa y abundancia en relación con cruceos anteriores; podemos indicar que en esta campaña se encontraron concentraciones de peces más densos que en cruceos

acústicos anteriores, lo cual implica que las marcas de peces encontrados estaban concentrados y formando grandes cardúmenes.

La mayor concentración de biomasa de PPP se encontró entre los 8 y 140 m de profundidad con un rango de temperatura de 21 a 15 °C; Este rango es tolerable para la mayoría de las especies de 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, el 68% del total de la biomasa se encuentra fuera de las 8 millas, lo cual está asociado a la biología de las especies estudiadas, y ha sido descrito en el estudio “*Aspectos biológicos – pesqueros de las principales especies de pelágicos pequeños durante mayo – diciembre 2016*” con información obtenida del seguimiento mensual e información de los observadores a bordo de los barcos cerqueros sardineros.

Para esta campaña de investigación, se exploró una nueva área ubicada al oeste del Golfo de Guayaquil (zona B) para determinar la distribución y biomasa de PPP, en los resultados obtenidos no se registró presencia de estos organismos, lo cual no concuerda con lo reportado por Chalen y Vicuña en septiembre de 1995 donde encontraron 250 mil toneladas entre jurel y peces de la familia Clupeidae (sardina del sur y redonda). Sin embargo, es importante mencionar que las condiciones oceanográficas fueron distintas, presentando para este crucero condiciones normales de temperatura, mientras que para septiembre/95 se reportan anomalías negativas (temperaturas más frías de lo normal). Probablemente la ausencia de peces en diciembre podría estar relacionada a que la zona explorada es un área de tránsito para estos organismos.

De los lances de pesca realizados por el B/P Palma que pescó fuera de las 5 millas, se determinó que el 91% estuvo conformado por las principales especies pelágicas pequeñas como botella (53%), macarela (17%) y pinchagua (20%), las “Otras” especies representaron el 9%, y a diferencia de los lances realizados por El B/P Marcillo III, que pescó de la milla uno hasta la quinta donde este grupo representó el 43% y con una diversidad mayor compuesta principalmente de especies demersales.

La mayoría de las especies pelágicas capturadas en los lances de pesca fuera de las 5 millas se encontraban en longitudes inferiores a la TMMS, en especial la botella, donde el 100% se encontraban bajo esta condición y el 99% de los individuos juveniles registraban tallas entre 15 y 19 cm LF, lo cual confirma la presencia de reclutas.

En relación a los aspectos reproductivos se evidenció que durante diciembre tanto especies pelágicas como no pelágicas se encontraban en actividad reproductiva,

ratificando lo indicado en trabajos anteriores por el INP, que durante estos meses (noviembre y diciembre) se lleva a cabo el segundo proceso reproductivo de los PPP.

Los resultados obtenidos de la variación del IGS así como también del análisis de los estadios de madurez gonadal, indicaron que para diciembre las especies estudiadas se encontraban en plena fase de actividad reproductiva (estadio IV y V). A partir del seguimiento mensual de IGS, se pudo ratificar que el período de reproducción de estos recursos inicia en octubre, incrementándose en diciembre, presentándose mayores picos durante enero – marzo en nuestro mar territorial.

De forma general, el promedio mensual de temperatura superficial del mar (TSM) en las regiones 1+2 y 3.4 presenta una diferencia de aproximadamente 4°C, sin embargo, podemos indicar que en términos de anomalías las dos regiones mostraron valores cercanos a lo normal. La región costera del Pacífico Este presentó condiciones normales (valores de 23°C aproximadamente), esto resulta evidente cuando se determina la TSM promedio del crucero la cual tiene un valor de 23.8°C, la diferencia entre la TSM 1+2 y TSM Crucero INP 2019-12-02 PV es de -0.6°C lo que indica que en promedio el mes de diciembre fue más cálido de lo esperado.

Tabla 9. Promedios de temperatura para regiones y crucero, índices del niño (ONI y MEI), durante el crucero INP 2019-12-02 PV

Promedio	Region1+2		Región 3.4		Índices		Crucero
	TSM 1+2	anomalía 1+2	TSM 3.4	Anomalía 3.4	ONI NDJ	MEI ND	TSM INP
	23.2	0.3	27.0	0.5	0.6	0.4	23.8

Fuente: NOAA (2020)

Los datos de temperatura tomados en el área de estudio, muestran un rango amplio de variación como se puede observar en la Tabla 10.

Tabla 10. Valores de máximo, mínimo y promedio de TSM (INP 2019-12-02 PV)

Numero	Mínimo	Promedio	Máximo	Desviación estándar	2SD
22	21.21	23.82	26.06	1.29	0.055

Los parámetros físicos (temperatura, salinidad y masas de agua) que se observaron muestran una predominancia de condiciones acordes a la época en la mayoría de la zona de estudio, sin embargo, en la parte sur del área es posible observar un núcleo de aguas más frías de lo normal, que probablemente influenciarían en la distribución de los recursos alrededor de esa zona. Así mismo, es posible interpretar con la información recolectada el ingreso de aguas más cálidas desde el norte de la zona de estudio, lo cual correspondería al fortalecimiento de aguas provenientes del norte.

#### 4. CONCLUSIONES

1. La biomasa estimada de peces pelágicos pequeños en la zona A representó, un descenso del 43% en relación a la campaña de noviembre de 2018, el mismo responde probablemente a la presencia de organismos de tallas pequeñas (15 a 25 cm) en la mayoría las especies de PPP en especial botella y macarela.
2. Se observó similitud en los estimados de abundancia (número de individuos) de cada una de las especies evaluadas de PPP entre noviembre 2018 y diciembre 2019, lo cual se puede presumir que para el 2020 se pueda dar un alto nivel de reclutamiento, como se observó durante el 2019 con una alta incidencia de especies juveniles en la captura de los barcos cerqueros sardineros.
3. La distribución vertical de las marcas acústicas encontradas por especie de PPP, se encontraron mayormente entre los 8 y 140 m de profundidad, observándose una mejor disponibilidad de los cardumes en relación al crucero de noviembre de 2018.
4. De manera general, la composición de las capturas estuvo mayormente representada por peces pelágicos pequeños (90%), el grupo considerado como "Otros" alcanzó el 10%.
5. La pinchagua y las "otras" especies representaron las mayores capturas en la pesca comprobatoria realizada dentro de las primeras 5 millas náuticas y con una mayor diversidad de especies demersales, a diferencia de la pesca obtenida fuera de las primeras cinco millas constituida principalmente por especies pelágicas (botella, macarela, pinchagua).
6. Se evidencio una marcada diferencia entre las capturas realizadas dentro de las cinco millas y fuera de ella, esto se traduce que mientras más cerca a la costa se capturan especies juveniles y más variedades de especies entre pelágicas y no pelágicas; en tanto que en la pesca fuera de las 5 millas se capturan una o dos especies por lance, resultando una pesca más selectiva.
7. Con esta campaña de investigación se evidencio que el segundo periodo reproductivo de los PPP durante el 2019 fue noviembre y diciembre, en este último mes todas las especies pelágicas pequeñas se encontraban en actividad reproductiva.
8. La TSM registró valores entre 21.2 °C y 26.0 °C, temperaturas típicas de época de transición (seco a lluvioso). La Z20 se encontró entre los 14 y 44 m, superficial en las estaciones más alejadas de la costa, mientras que la capa

de mezcla presentó una amplitud alta (0 a 36 m), presumiblemente a los fuertes vientos y corrientes registrados durante el crucero; se evidenció un núcleo de aguas más frías que probablemente todas estas variables juntas pueden haber influenciado en la distribución de los recursos alrededor de esa zona. Por el mismo hecho de ser un mes de transición los recursos responden a los pulsos aumentando, disminuyendo y cambiando de distribución espacial en poco tiempo (días).

9. El límite de confianza para el cálculo de la biomasa estimado para las especies PPP y las no pelágicas fue del 7%, se podría decir que la estimación de la biomasa de diciembre 2019 está en los límites de aceptación.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Arriaga, L., S. Coello y L. Maridueña. 1983. Escala de madurez sexual para los principales peces pelágicos en aguas ecuatorianas. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología* 2(1): 68–78.

Bazigos, G. P. 1976. Estadísticas aplicadas de pesca. Doc. Téc. FAO. Pesca (135).

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. & M. Gutiérrez. 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 El Niño Event in 1976. *Rev. Cien. Mar. Limnol.* 2(1):1-25.

Chalén, X. y H. Vicuña. 1995. Evaluación Acústica de Recurso Pesquero Pelágico frente a la costa sur ecuatoriana durante septiembre de 1995. *Bol. Cient. Téc. Instituto Nacional de Pesca del Ecuador.* XIV (1): 1-26 pp.

De Vlaming, V., G. Grossman & F. Chapman. 1982. On the use of the gonadosomatic index. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73A: 31-39.

Foot, KG. 1987. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *J. Acoustic Soc. A.m.*, 82, 981-7.

Landívar, E. and G. Ponce. 2018. An open source script that converts SIMRAD EK60 and EY60 echo sounders plain data into visual results to determinate Nautical Area Scattering Coefficient of Ecuadorian small pelagic resources. Tesis de pregrado. ESPOL. Guayaquil.

Jurado, V. y M. Peralta. 2014. Aspectos Biológico Pesqueros de Jurel (*Trachurus murphyi*) en aguas ecuatorianas. Informe Interno. Instituto Nacional de Pesca.

MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992. Fisheries Acoustics. Fish and Fisheries Series 5. First edition. Chapman and Hall editors. London, UK.

Nikolsky, G. V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press Inc., London.

NOAA, 2019. Climate Prediction Center.  
<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/sstoi.indices>

NOAA, 2020. Climate Prediction Center.  
[https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)

NOAA, 2020. Earth System Research Laboratory.  
<https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/>

NOAA, (s.f.). National Centers for Environmental Information.  
<https://www.ncei.noaa.gov/data/sea-surface-temperature-optimum-interpolation/access/avhrr-only/>

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 y 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>

Romero, A., E. Landivar, G. Ponce, M. Hurtado y V. Jurado. 2019. Evaluación hidroacústica de los principales Peces Pelágicos Pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial, durante marzo de 2019. (INP 2019-12-02PV).

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

6. ANEXOS

**Anexo 1**  
**Coordenadas de las estaciones oceanográficas**

Estaciones	Latitud	Longitud	Tipo
OC01	-3.3437	-80.3113	Oceánica
OC02	-3.341	-81.0137	Oceánica
OC03	-3.3388	-81.5057	Oceánica
OC04	-3.3373	-82.3424	Oceánica
OC05	-2.8408	-82.3374	Oceánica
OC06	-2.8419	-81.5061	Oceánica
OC07	-2.8406	-81.0049	Oceánica
OC08	-2.843	-80.4065	Oceánica
OC09	-2.6733	-80.4554	Oceánica
OC10	-2.6696	-81.1684	Oceánica
OC11	-2.3345	-81.2338	Oceánica
OC12	-2.3351	-80.9128	Oceánica
OC13	-2.0012	-80.7703	Oceánica
OC14	-2.0028	-81.2528	Oceánica
OC15	-1.675	-81.2638	Oceánica
OC16	-1.6694	-80.8336	Oceánica
OC17	-2.1204	-81.1026	Pesquera
OC18	-2.4999	-81.3457	Pesquera
OC19	-3.2068	-80.6653	Pesquera
OC20	-2.9352	-80.5339	Pesquera
OC21	-2.9788	-80.5301	Pesquera
OC22	-2.6276	-80.7961	Pesquera

Anexo 2

2.1 Reporte de Calibración B/P Polar VIII

Embarcación: B/P Polar VIII	Fecha: 2/27/2019	
Ecosonda: EY 60	Lugar: Salango	
Tipo de esfera: Cu-23,0	TS esfera: -40.4 dB (Corregida para la velocidad del sonido)	Profundidad (fondo mar): 25 m

Calibration Version 2.1.0.12

Comments: CALIBRACION SALANGO 12/12/2019

Reference Target:

TS -40.40 dB Min. Distance 11.00 m  
TS Deviation 5.0 dB Max. Distance 13.50 m

Transducer: ES120 Serial No. 656

Frequency 120000 Hz Beamtype Split  
Gain 22.90 dB Two Way Beam Angle -18.5 dB  
Athw. Angle Sens. 17.00 Along. Angle Sens. 17.00  
Athw. Beam Angle 9.00 deg Along. Beam Angle 9.00 deg  
Athw. Offset Angle 0.00 deg Along. Offset Angle 0.00 deg  
SaCorrection 0.00 dB Depth 2.50 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. 44.9 dB/km Sound Velocity 1535.6 m/s

Beam Model results:

Transducer Gain = 25.41 dB SaCorrection = -0.59 dB  
Athw. Beam Angle = 8.82 deg Along. Beam Angle = 8.76 deg  
Athw. Offset Angle = 0.04 deg Along. Offset Angle = -0.03 deg

Data deviation from beam model:

RMS = 0.17 dB  
Max = 0.33 dB No. = 27 Athw. = -2.8 deg Along = 5.6 deg  
Min = -0.85 dB No. = 6 Athw. = -5.8 deg Along = -3.0 deg

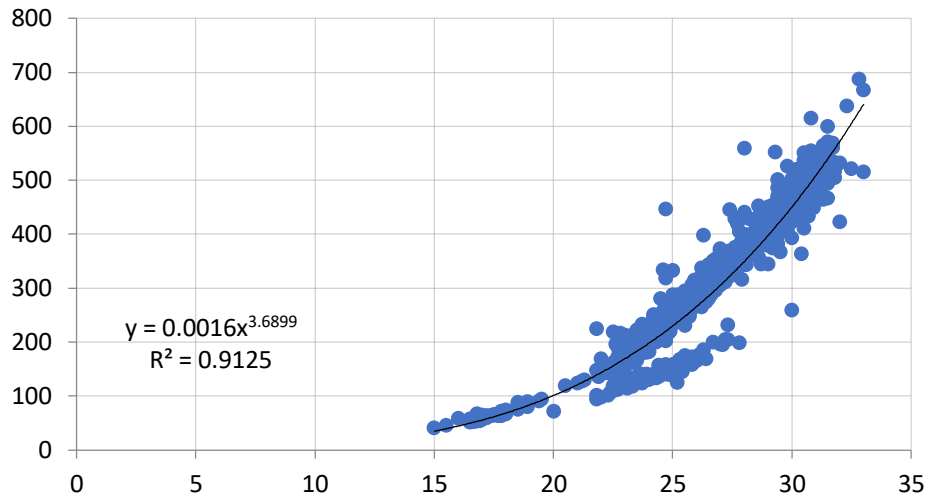
Data deviation from polynomial model:

RMS = 0.15 dB  
Max = 0.40 dB No. = 30 Athw. = 1.7 deg Along = 6.0 deg  
Min = -0.76 dB No. = 22 Athw. = -0.8 deg Along = 5.6 deg

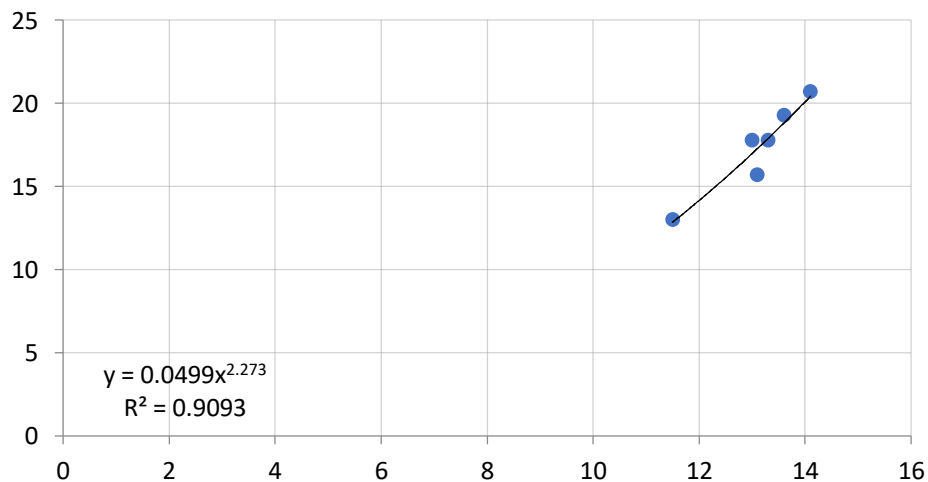
Anexo 3

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

**BOTELLA**

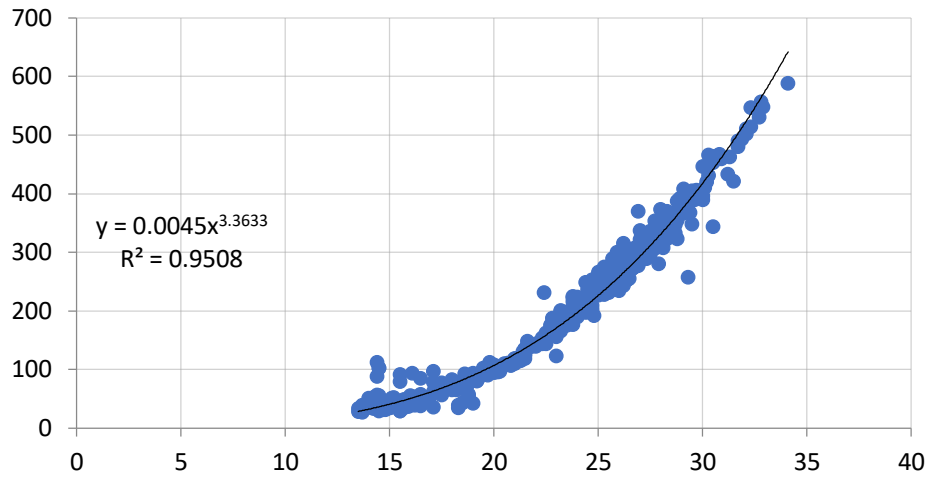


**ANCHOA**

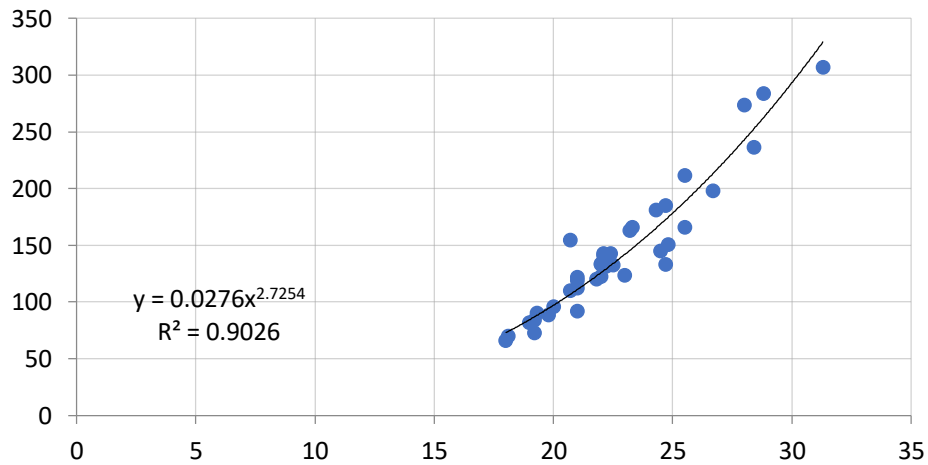




### MACARELA

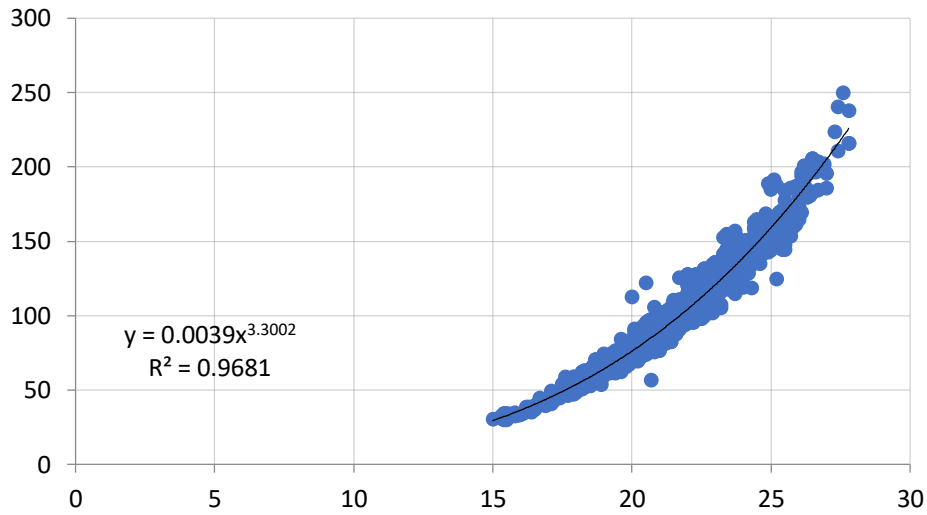


### PICUDILLO

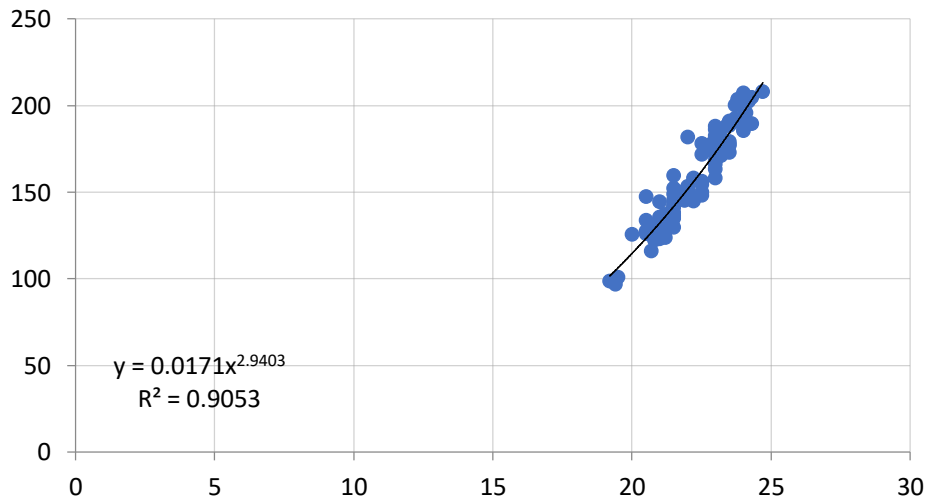




### PINCHAGUA

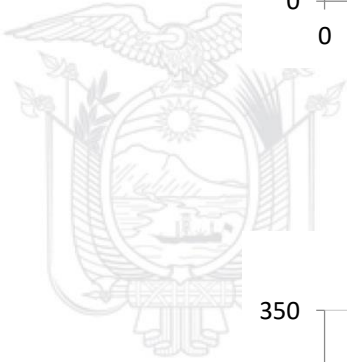
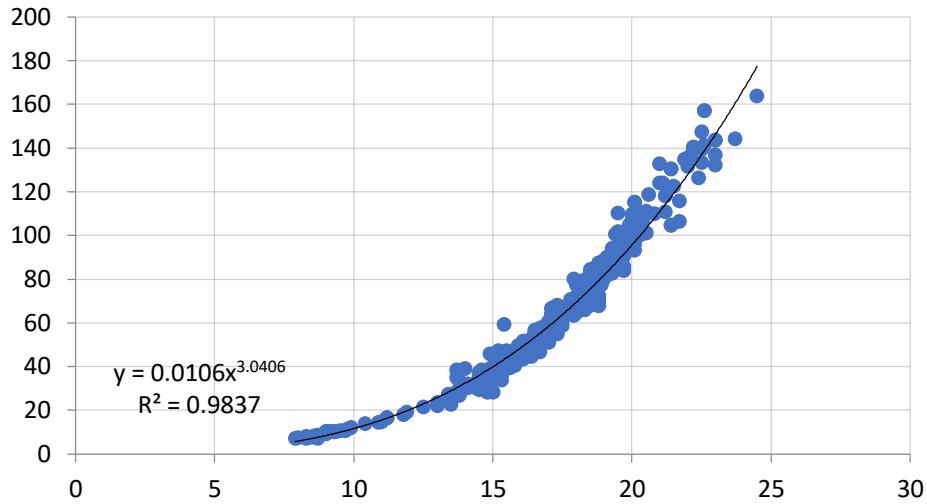


### SARDINA REDONDA

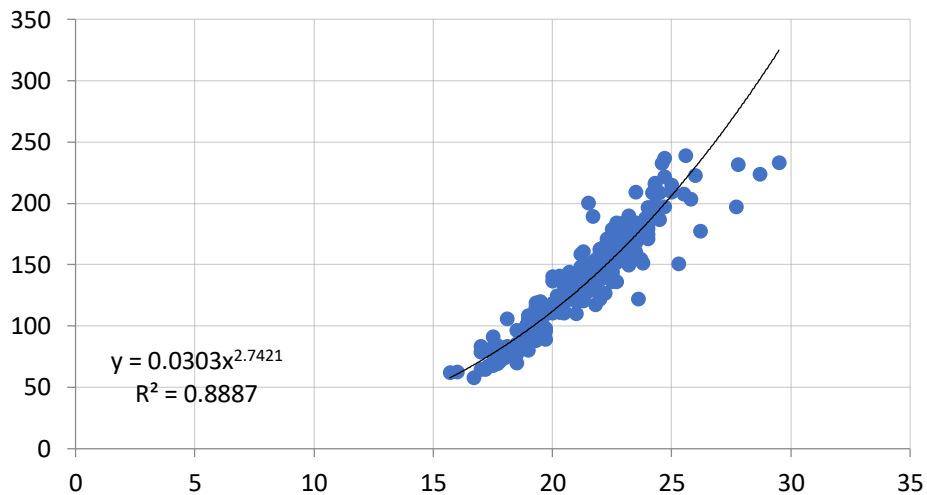




### CARITA

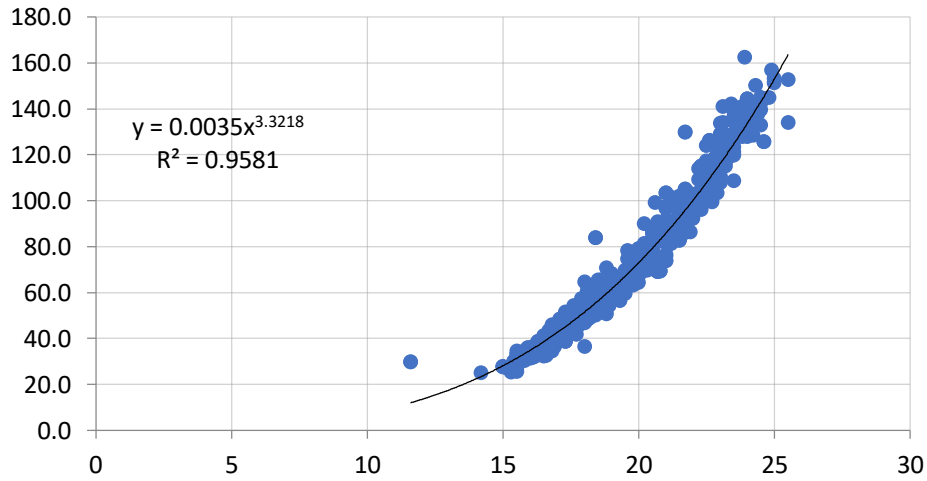


### CHAZO

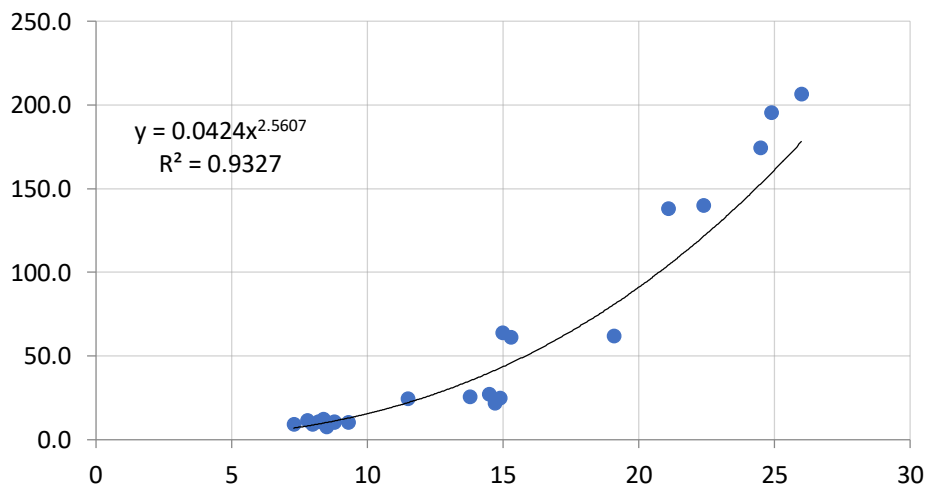




### HOJITA



### GALLINETA



Anexo 4

4.1 Biomasa (toneladas) de “Otras especies” calculada por transecta, durante el crucero de diciembre de 2019

Zona	Transecta	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Gallineta	Hojita	Chazo	Carita	Biomasa (t)
A (3.925 mn <sup>2</sup> )	1	-1,66100	-81,18630	-1,66100	-80,83650	0	0	0	456	456
	2	-1,83290	-80,77010	-1,83290	-81,30800	0	27.574	0	0	27.574
	3	-2,00100	-81,25620	-2,00100	-80,77180	0	0	6.849	0	6.849
	4	-2,16780	-80,99750	-2,16780	-81,24040	488	2.109	5.508	0	8.105
	5	-2,33330	-81,23260	-2,33330	-80,90030	0	0	0	0	0
	6	-2,49990	-80,64410	-2,49990	-81,16200	0	0	2.154	0	2.154
	7	-2,66660	-81,16200	-2,66660	-80,46530	373	1.654	0	2.075	4.102
	8	-2,83330	-80,40060	-2,83330	-81,23757	0	0	1.781	0	1.781
	9	-2,99990	-81,14400	-2,99990	-80,40680	2.261	4.535	18.150	0	24.946
	10	-3,16660	-80,09850	-3,16660	-81,12528	1.963	0	2.598	9.081	13.642
	11	-3,33330	-81,20388	-3,33330	-80,29930	0	3.381	0	3.974	7.356
B (2.600 nm <sup>2</sup> )	8	-2,83330	-81,23757	-2,83330	-82,33330	0	0	0	0	0
	9	-2,99990	-82,33330	-2,99990	-81,14400	0	0	0	0	0
	10	-3,16660	-81,12528	-3,16660	-82,33330	0	0	0	0	0
	11	-3,33330	-82,33330	-3,33330	-81,20388	0	0	0	0	0
<b>Totales</b>						<b>5.086</b>	<b>39.254</b>	<b>37.039</b>	<b>15.587</b>	<b>96.965</b>
<b>% especies</b>						<b>5,2</b>	<b>40,5</b>	<b>38,2</b>	<b>16,1</b>	<b>100,0</b>

4.2 Abundancia en número de individuos de “Otras especies” durante el crucero de diciembre de 2019

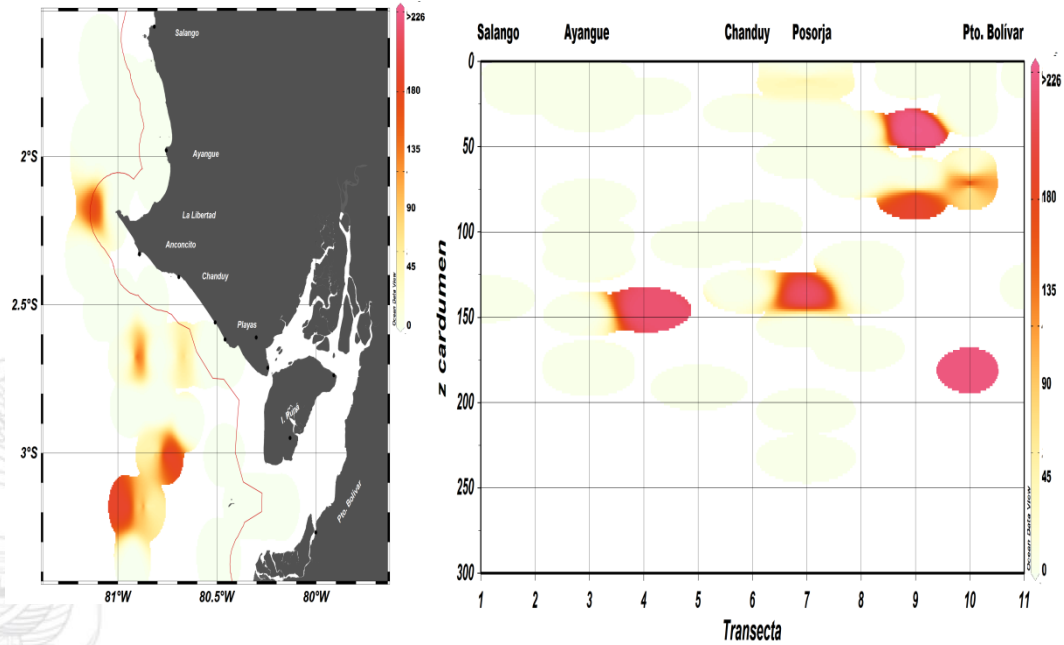
Zona	Transecta	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Gallineta	Hojita	Chazo	Carita	Abundancia (n)
A (3.925 mn <sup>2</sup> )	1	-1,66100	-81,18630	-1,66100	-80,83650	0	0	0	36	36
	2	-1,83290	-80,77010	-1,83290	-81,30800	0	1.278	0	0	1.278
	3	-2,00100	-81,25620	-2,00100	-80,77180	0	0	179	0	179
	4	-2,16780	-80,99750	-2,16780	-81,24040	103	219	289	0	611
	5	-2,33330	-81,23260	-2,33330	-80,90030	0	0	0	0	0
	6	-2,49990	-80,64410	-2,49990	-81,16200	0	0	53	0	53
	7	-2,66660	-81,16200	-2,66660	-80,46530	27	60	0	81	168
	8	-2,83330	-80,40060	-2,83330	-81,23757	0	0	12	0	12
	9	-2,99990	-81,14400	-2,99990	-80,40680	60	59	119	0	238
	10	-3,16660	-80,09850	-3,16660	-81,12528	45	0	15	111	170
	11	-3,33330	-81,20388	-3,33330	-80,29930	0	52	0	67	119
B (2.600 nm <sup>2</sup> )	8	-2,83330	-81,23757	-2,83330	-82,33330	0	0	0	0	0
	9	-2,99990	-82,33330	-2,99990	-81,14400	0	0	0	0	0
	10	-3,16660	-81,12528	-3,16660	-82,33330	0	0	0	0	0
	11	-3,33330	-82,33330	-3,33330	-81,20388	0	0	0	0	0
<b>Totales</b>						<b>235</b>	<b>1.668</b>	<b>667</b>	<b>294</b>	<b>2.864</b>
<b>% especies</b>						<b>8,2</b>	<b>58,2</b>	<b>23,3</b>	<b>10,3</b>	<b>100,0</b>



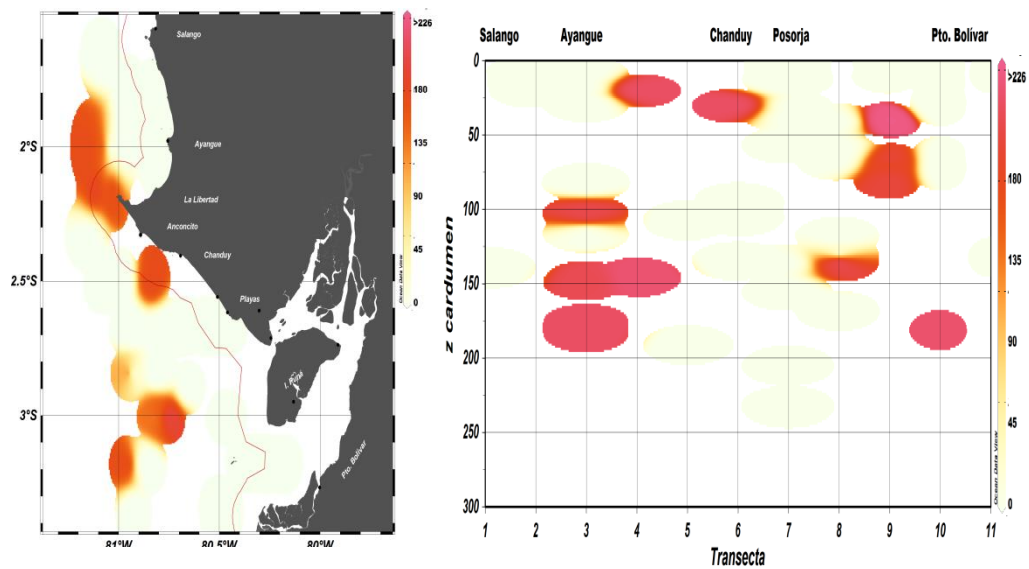
## Anexo 5

### Distribución espacial de "Otras Especies"

#### Gallineta

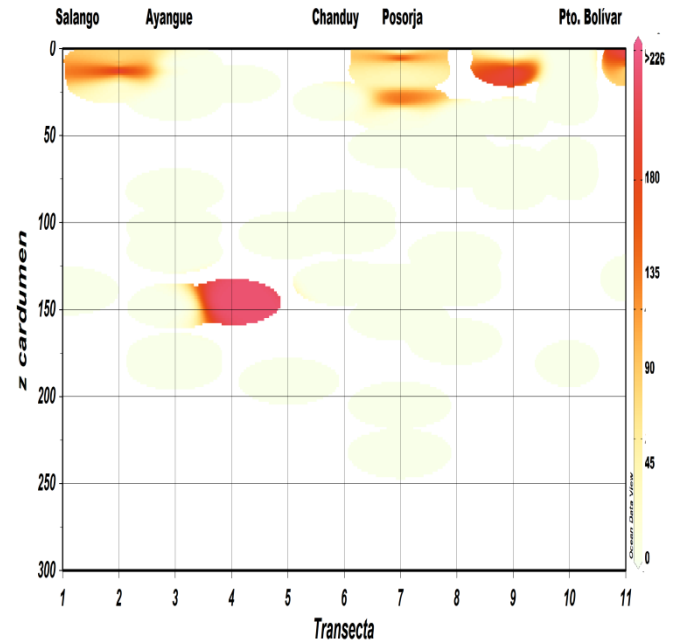
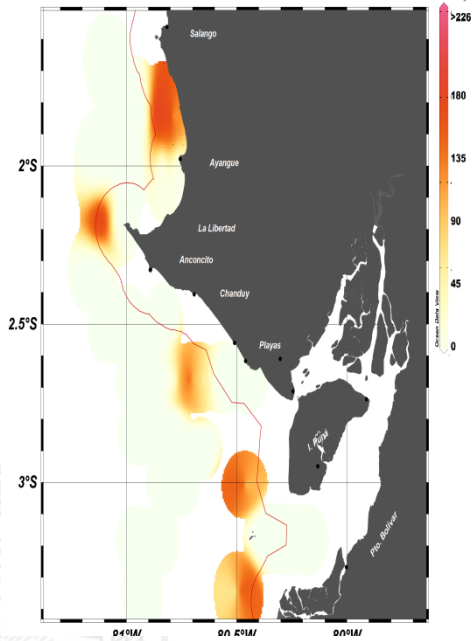


#### Chazo

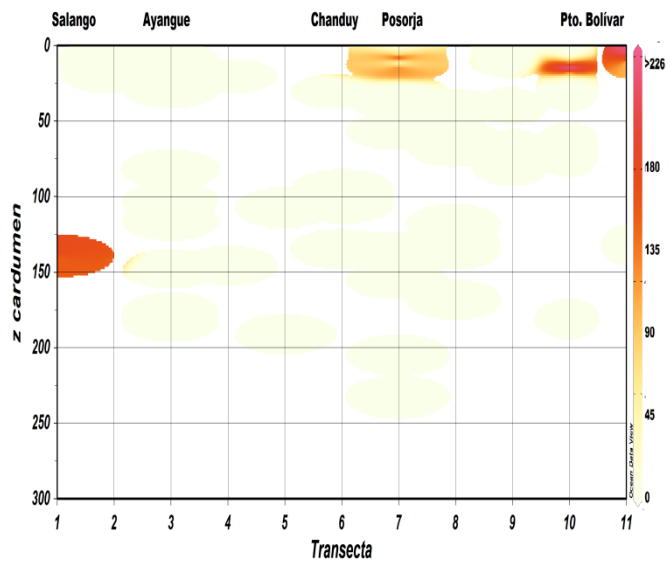
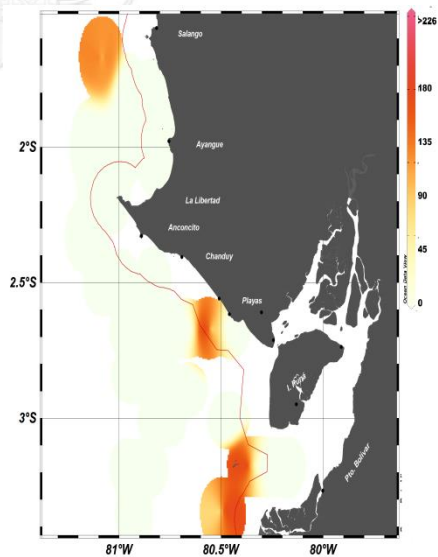




Hojita



Carita





## Participantes del crucero

### Actividad / Responsabilidad

1. Jefe científico
2. Oceanografía Física
3. Colaborador en acústica
4. Observador SRP
5. Colaborador en Oceanografía
6. Tecnólogo pesquero
7. Inspector SRP
8. Inspector SRP
9. Observador SRP

### Participantes

Blgo. Álvaro Romero	B/P Polar VIII
Ocean. Mario Hurtado	B/P Polar VIII
Srta. Grey Armijo	B/P Polar VIII
Blgo. Luis Parraga	B/P Polar VIII
Sr. Julio Prado	B/P Palma
Tlgo. Ángel Muñoz	B/P Palma
Blgo. Jandry Centeno	B/P Palma
Blgo. Carlos Lucas	B/P Marcillo III
Blgo. Manuel Yari	B/P Marcillo III

### Personal en Tierra

10. Coordinadora logística
11. Biología Pesquera
12. Biología Pesquera
13. Procesamiento datos acústicos

Blga. Viviana Jurado  
Blgo. Fernando Aguilar  
Blga. Natalia González  
Ing. Gabriela Ponce

