

INSTITUTO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN DE ACUICULTURA Y PESCA (IPIAP)

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

CRUCERO DE PROSPECCIÓN HIDROACÚSTICA Y PESCA COMPROBATORIA CON BARCOS PESQUEROS COMERCIALES

IPIAP 2022-12-02 PPP

Guayaquil, 30 de enero de 2023

Contenido

ESTIMACIÓN HIDROACÚSTICA, DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL Y CONDICIONES BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES DE LOS PRINCIPALES PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL.....	4
1. INTRODUCCIÓN	4
2. MATERIALES Y METODOS.....	5
2.1 Biomasa, abundancia y distribución geoespacial	6
2.2 Pesca comprobatoria	7
2.3 Arte de pesca.....	8
2.4 Obtención de Información biológica y pesquera.....	8
2.4.1 Estructura de Tallas	9
2.4.2 Desarrollo Gonadal y Proporción Sexual	9
2.5 Composición de las capturas	9
2.6 Estimación de límites de confianza	9
2.7 Condiciones oceanográficas	9
3. RESULTADOS	10
3.1 Estimación de biomasa y abundancia de los Peces Pelágicos Pequeños (PPP).....	10
3.2 Estimación de Abundancia de los Peces Pelágicos Pequeños	10
3.4 Distribución horizontal y vertical de las principales especies pelágicas pequeñas	10
3.4.1 Macarela (<i>Scomber japonicus</i>)	11
3.4.2 Botella (<i>Auxis</i> spp.).....	12
3.4.3 Anchoqueta (<i>Engraulis ringens</i>).....	13
3.4.4 Pinchagua (<i>Opisthonema</i> spp.)	14
3.4.5 Picudillo (<i>Decapterus macrosoma</i>)	14
3.4.6 Chuhueco (<i>Cetengraulis mysticetus</i>)	15
3.5 Estimación de la biomasa por milla de los peces pelágicos pequeños.....	16
3.6 Límite de confianza de la biomasa estimada.....	16
3.7 Pesca comprobatoria	16
3.8 Aspectos biológicos	18
3.8.1 Estructura de tallas	18
3.8.2 Índice Gonadosomático (IGS)	19

3.8.2.1 Macarela (<i>Scomber japonicus</i>).....	19
3.8.2.1 Botella (<i>Auxis spp.</i>)	20
3.8.3 Madurez sexual.....	21
3.8.2.1 Anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>)	21
3.9 Condiciones oceanográficas	21
3.9.1 Superficiales	22
3.9.2 Subsuperficiales	23
3.9.3 Masa de agua.....	24
4. DISCUSIÓN.....	25
5. CONCLUSIONES	26
6. BIBLIOGRAFIA.....	27

ESTIMACIÓN HIDROACÚSTICA, DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL Y CONDICIONES BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES DE LOS PRINCIPALES PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL

Álvaro Romero, Gabriela Ponce, Natalia González y Mario Hurtado

INTRODUCCIÓN

La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador continental está dirigida a especies como Pinchagua (*Opisthonema* spp.), Macarela (*Scomber japonicus*), Chuhueco (*Centengraulis mysticetus*), Botella (*Auxis* spp.), y Sardina Redonda (*Etrumeus acuminatus*), peces marinos caracterizados por formar grandes cardúmenes, alcanzar longitudes entre los 10 y 30 cm, un ciclo de vida corto y constituyen los principales recursos extraídos por varias pesquerías en todo el mundo.

En efecto, 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 (Landívar y Ponce, 2018).

Su distribución geográfica es muy amplia y sus biomásas muestran fluctuaciones asociadas a migraciones estacionales para la reproducción y alimentación, así como por condiciones extremas, tales como el fenómeno El Niño, sin contar con las afectaciones debidas a la actividad de la pesca.

Este recurso forma parte de una de las principales pesquerías en nuestro país, los cuales son extraídos por la flota industrial cerquera sardinera y pescadores artesanales a lo largo de todo el territorio continental ecuatoriano, principalmente en el Golfo de Guayaquil.

En cuanto a las condiciones oceanográficas, tienen una fuerte incidencia sobre la dinámica de los recursos pesqueros, entre ellos los pelágicos pequeños; el conocimiento de estas condiciones, así como el de las relaciones interespecíficas (predación, canibalismo, competencia, diversidad), sumado a una correcta evaluación de sus poblaciones permitirá un diagnóstico del tamaño poblacional de los recursos y su estructura por especie. En el marco de las condiciones ambientales, las variaciones interanuales como los eventos ENOS (El Niño/Oscilación del Sur) en sus fases positiva (El Niño) y negativa (La Niña), merecen una atención especial, ya que en cualquiera de sus fases (cálida o fría) tienen una enorme afectación sobre la distribución, abundancia y disponibilidad de los recursos pesqueros.

Con la finalidad de incrementar los conocimientos sobre los recursos pelágicos pequeños, específicamente en aspectos poblacionales (biomasa, abundancia, distribución geoespacial), aspectos reproductivos e interacción con las condiciones ambientales en el mar ecuatoriano, el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP), la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) y la Cámara Nacional de Pesquería (CNP), a través de una alianza público-privada llevaron a cabo del 15 al 22 de diciembre de 2022 el séptimo Crucero de Prospección Hidroacústica y Pesca Comprobatoria en el Golfo de Guayaquil con énfasis en los Peces Pelágicos Pequeños (PPP);

cabe se debe mencionar que esta campaña fue realizada durante el periodo de veda correspondiente a diciembre-enero de 2022, autorizada por la SRP mediante Acuerdo Nro. MPCEIP-SRP-2022-0278-A del 14 de diciembre de 2022.

Los resultados alcanzados son el sustento basado en ciencia para los tomadores de decisión en cuanto al manejo sustentable y sostenible de los recursos, y para la flota pesquera conocer el estado actual de los peces pelágicos pequeños en el mar ecuatoriano.

MATERIALES Y METODOS

Se prospectó un área total de 2 922 mn² desde la latitud 02°10'S (Puntilla de Santa Elena) hasta la latitud 03°23'S (frontera entre Ecuador y Perú), entre la costa ecuatoriana y el meridiano 81°30'O, cubriendo todo el perfil costero entre las líneas de batimetría de 10 hasta los 1000 m de profundidad, realizando 8 transectos perpendiculares a la costa y paralelas entre sí. El área de estudio comprendió el Golfo de Guayaquil (puntilla de Santa Elena hasta la Frontera sur con Perú; este crucero se realizó en una sola fase desde el 15 al 23 de diciembre de 2022 (Figura 1).

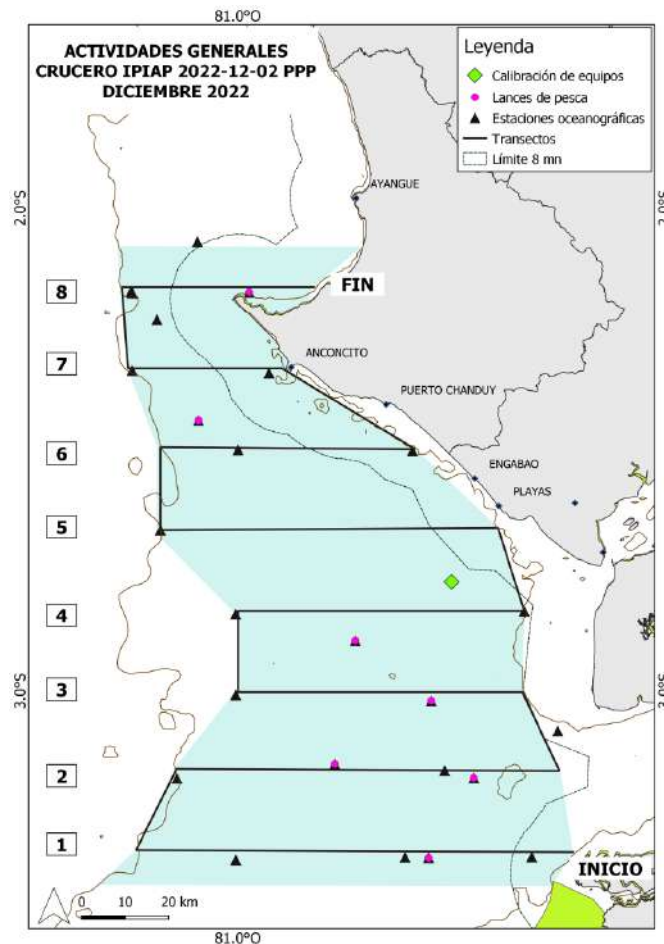


Figura 1. Área de estudio, Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

Durante el crucero se recolectaron datos acústicos para determinar las marcas de peces pelágicos pequeños presentes en 8 transectos, complementándolo con datos de 7 lances de pesca comprobatoria sobre cardúmenes identificados durante la prospección.

Biomasa, abundancia y distribución geoespacial

La prospección hidroacústica se realizó a bordo de un barco pesquero comercial B/P Polar II denominado “científico”, las características de la embarcación se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características generales de la embarcación “científica”, crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

Nombre de embarcación	B/P Polar II
Matrícula	P-00-0717
Eslora	32,35 m
Manga	8,2 m
Puntal	3,91 m
TRN	86,63 t
Potencia	705 HP
Ecosonda científica	EY60 SIMRAD, 120 KHz
Zona	Toda el área de estudio (15 al 22 de diciembre de 2022)

El B/P Polar II llevó la ecosonda científica portátil SIMRAD EY60 con la frecuencia de 120 KHz. El diseño del sistema de muestreo acústico consistió en realizar 8 transectos paralelos entre sí, con orientación Este - Oeste y Oeste – Este respecto a la costa, entre los veriles de 10 a 1000 m de profundidad. La separación entre transectos fue de 10 mn y la unidad básica de muestreo (UBM) fue de 1 mn.

Los ecogramas obtenidos fueron grabados hasta 300 m de profundidad y procesados con el software EchoView para obtener el coeficiente de dispersión náutica (NASC, Nautical Area Scattering Coefficient), necesario para estimar la abundancia y biomasa de las especies en estudio. Los ecotrazos fueron extraídos por regiones y celdas por cada milla náutica (1 UBM) y se consideraron como datos de entrada para la ejecución de la rutina; la profundidad fue fijada en 300 m y el coeficiente de absorción en 46,15 dB/km. Los resultados obtenidos corresponden a longitud, latitud, profundidad promedio y NASC promedio de las marcas de peces pelágicas seleccionadas.

Para la discriminación de cardúmenes registrados por especie, se realizó considerando el tipo de ecotrazos y/o características, 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). Posteriormente se calculó 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):

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

Dónde: 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 presentan las ecuaciones para la frecuencia 120 kHz utilizadas para las diferentes especies evaluadas en este estudio o en todos los estudios de PPP.

Tabla 2. Ecuaciones TS para las diferentes especies evaluadas, crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

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)
Chuhueco	$TS=20\log L-74,10$	por individuo (L en cm)
Picudillo	$TS=20\log L-74,10$	por individuo (L en cm)
Anchoveta	$TS=20\log L-77,50$	por individuo (L en cm)

La densidad o número de peces (ρ) se calculó según la ecuación $\rho = \text{NASC}/\sigma$, donde $\sigma = 4 \pi 10TS/10$, 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.

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

Botella (g)	= 0,0095 $L^{3,1884}$	(L en cm)
Macarela (g)	= 0,0074 $L^{3,1994}$	(L en cm)
Pinchagua (g)	= 0,0079 $L^{3,0840}$	(L en cm)
Picudillo (g)	= 0,0001 $L^{4,5502}$	(L en cm)
Chuhueco (g)	= 0,0140 $L^{2,8481}$	(L en cm)
Anchoveta (g)	= 0,0190 $L^{2,6126}$	(L en cm)

2.2 Pesca comprobatoria

Para la pesca comprobatoria se utilizó la misma embarcación denominada científica (B/P Polar II), los lances de pesca fueron efectuados tanto en la parte cerca de la costa como en la parte oceánica con la finalidad de corroborar la información acústica levantada. Se realizaron análisis biológicos específicos de las muestras representativas de los cardúmenes capturados.

2.3 Arte de pesca

Para los lances de pesca comprobatoria se utilizó la red de cerco de jareta anchovetera construido de material poliamida multifilamento con grosor de hilo de 210/24 en la sección del cuerpo y 210/36 en la sección del cabecero, en la tabla 3 se detalla las dimensiones y características.

Tabla 3. Principales características de la red anchovetera utilizada para la pesca comprobatoria, crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

Altura de la red (brazas)	Largo de la red (brazas)	Tamaño de malla (mm)		Material y grosor de la malla		Material de la jareta	Tipos de flotador
		Cuerpo	Cabecero	Cuerpo	Cabecero		
55	370	19	19	PA multi torcida color negro con nudo Ø 210d/36	PA multi torcida color negro con nudo Ø 210d/48	Cabo PP Ø 40 mm	Flotador EVA amarillo

2.4 Obtención de Información biológica y pesquera

Personal técnico del IPIAP a bordo de la embarcación que realizó la pesca comprobatoria, obtuvieron información biológico – pesquera de cada lance de pesca ejecutado.

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, medidas 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

2.4.1 Estructura de Tallas

Se construyeron histogramas de frecuencias de tallas con intervalos de 1 cm, para las principales especies de pelágicos pequeños.

2.4.2 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

2.5 Composición de las capturas

De las muestras colectadas en cada lance, se obtuvo el peso de las especies presentes, el mismo que es ponderado a la captura total del lance (pesca dentro de la 8 millas/pesca fuera de las 8 millas) y a la captura total de la campaña de investigación.

2.6 Estimación de límites de confianza

Para estimar los límites de confianza (LC) de la estimación de biomasa, se utilizó la siguiente fórmula:

$$LC(\pm) = \bar{X} \pm Z_{\alpha/2} * \sigma / \sqrt{(n)}$$

\bar{X} : media del conjunto de datos (biomasa),

$Z_{\alpha/2}$: 1,96, 95% de nivel de confianza

σ : desviación estándar

n: tamaño de la muestra

2.7 Condiciones oceanográficas

La metodología empleada tanto para el levantamiento de información durante el desarrollo del crucero como para el procesamiento, corresponde a la metodología estándar convencional utilizada en oceanografía.

Para la obtención de los datos físicos de la columna de agua, se utilizó un perfilador de temperatura y salinidad (CTD) de la marca SEA BIRD modelo 19 PLUS V2. El CTD actualmente tiene incorporado un sensor de fluorescencia.

Para el cálculo de las masas de agua se aplicó los índices de Cucalón (1983), y la composición porcentual por medio del método del Triángulo de Mezcla (Mamayev, 1975), con la ayuda de la herramienta R-Studio.

Cálculos adicionales se realizaron para obtener la profundidad de la capa de mezcla, y las

profundidades de las isotermas de 20°C (Z20) y 15°C (Z15).

Con los datos procesados se realizaron distribuciones horizontales y verticales utilizando el software Ocean Data View (ODV).

RESULTADOS

3.1 Estimación de biomasa y abundancia de los Peces Pelágicos Pequeños (PPP)

La biomasa total de PPP en el área de estudio fue de 373 066 t, la especie con la mayor biomasa estimada fue la macarela con 235 308 t, representando el 63,07% del total estimado, mientras que chuhueco registró el menor valor de biomasa con 2 887 t (0,77%) (Tabla 4).

Tabla 4. Biomasa en toneladas (t) estimada por transecto y especie de PPP durante el Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

	Transecto	Latitud	Longitud inicial	Longitud final	Botella	Macarela	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Anchoveta	Biomasa (t)
Golfo de Guayaquil	1	03°19.998'S	80°19.176'O	81°12.366'O	0	0	0	0	0	28.424	28.424
	2	03°09.954'S	80°07.620'O	81°07.470'O	10.441	1.256	12.015	408	1.441	0	25.561
	3	03°00,000'S	80°24.492'O	81°00,000'O	0	6.448	14.280	0	0	8.021	28.748
	4	02°50.022'S	80°24.498'O	81°00,000'O	10.498	76.305	0	5.192	0	7.371	99.366
	5	02°39.816'S	80°28.392'O	81°08.604'O	0	122.280	0	409	1.446	0	124.135
	6	02°29.910'S	80°38.610'O	81°09.378'O	0	16.461	8.321	4.143	0	0	28.924
	7	02°20.082'S	80°54.654'O	81°13.422'O	0	12.559	4.200	0	0	0	16.759
	8	02°10.098'S	80°51.408'O	81°13.632'O	8.381	0	12.756	12	0	0	21.149
	Total				29.320	235.308	51.572	10.163	2.887	43.815	373.066
	%				7,86	63,07	13,82	2,72	0,77	11,74	100,00

3.2 Estimación de Abundancia de los Peces Pelágicos Pequeños

La abundancia total de PPP en el área de estudio fue 11,58 millones de individuos, siendo la anchoveta la especie con la mayor con 5,81 millones de individuos, acumulando el 50% del total estimado; mientras que el chuhueco registró el menor valor con 0,15 millones de individuos (Tabla 5).

Tabla 5. Abundancia de ejemplares estimada por transecto y especie de PPP durante el Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

	Transecto	Latitud	Longitud inicial	Longitud final	Botella	Macarela	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Anchoveta	Abundancia (n)
Golfo de Guayaquil	1	03°19.998'S	80°19.176'O	81°12.366'O	0	0	0	0	0	2.846.553	2.846.553
	2	03°09.954'S	80°07.620'O	81°07.470'O	79.963	11.543	182.967	16.780	64.767	0	356.020
	3	03°00,000'S	80°24.492'O	81°00,000'O	0	86.572	317.650	0	0	1.634.392	2.038.614
	4	02°50.022'S	80°24.498'O	81°00,000'O	104.396	910.640	0	277.438	0	1.335.154	2.627.627
	5	02°39.816'S	80°28.392'O	81°08.604'O	0	1.548.061	0	23.196	89.531	0	1.660.788
	6	02°29.910'S	80°38.610'O	81°09.378'O	0	340.950	285.550	384.267	0	0	1.010.767
	7	02°20.082'S	80°54.654'O	81°13.422'O	0	422.980	234.390	0	0	0	657.370
	8	02°10.098'S	80°51.408'O	81°13.632'O	96.616	0	292.374	723	0	0	389.713
	Total				280.974	3.320.746	1.312.931	702.405	154.297	5.816.099	11.587.453
	%				2,42	28,66	11,33	6,06	1,33	50,19	100,00

3.4 Distribución horizontal y vertical de las principales especies pelágicas pequeñas

La distribución horizontal observada de los PPP (macarela, botella, pinchagua, chuhueco, picudillo y anchoveta) denota varias áreas con mayor concentración de biomasa, localizadas en los alrededores de la Puntilla de Santa Elena, Isla Santa Clara y cerca de la frontera con Perú (Figura 2a). En tanto que la distribución vertical fue registrada desde uno hasta 200 m de profundidad, en la Figura 2b se

puede observar que 85% de la biomasa se encuentra localizada entre los 25 y 125 m. La densidad acústica de PPP en esta campaña fue de 134 t mn⁻².

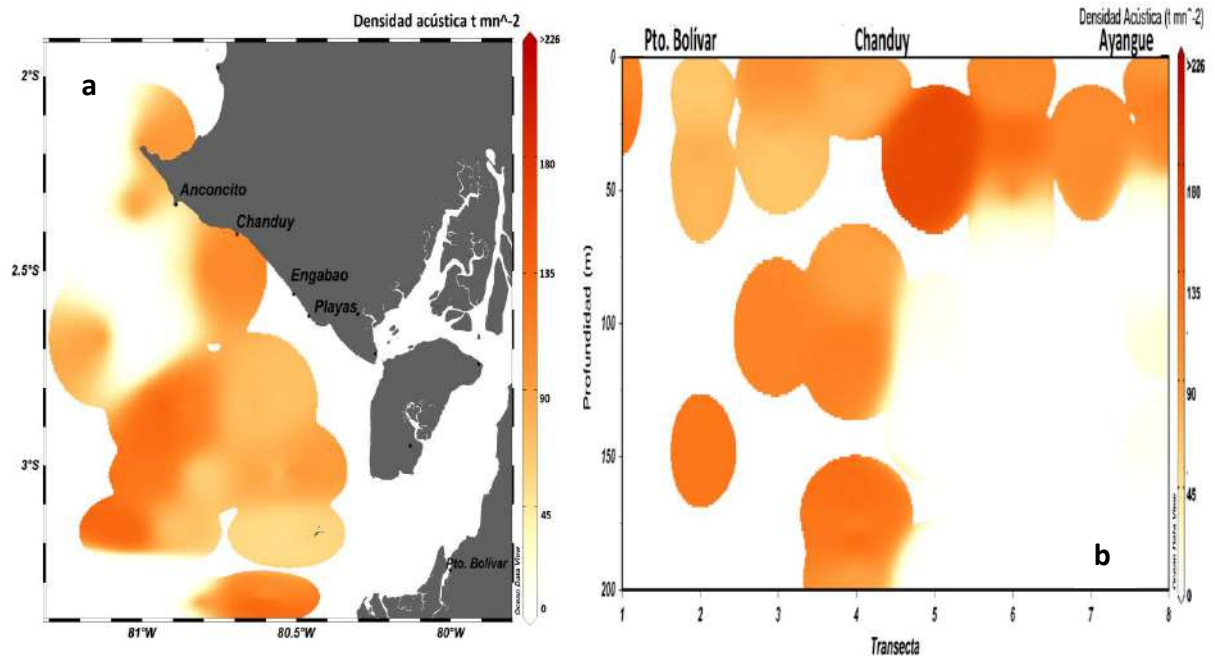


Figura 2. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de las principales especies pelágicas pequeñas, durante el Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

3.4.1 Macarela (*Scomber japonicus*)

Se observaron 3 núcleos de concentración, uno cerca de la localidad de Anconcito, a 40 millas de Chanduy y a 30 mn de Villamil Playas. Su distribución horizontal presentó un comportamiento más oceánico a lo largo de costa.

En cuanto a su distribución vertical, estuvo entre 20 y 200 m, con mayor concentración entre los 25 y 125 m. La densidad acústica promedio de esta especie fue de 84,53 t mn⁻²(Figura 3).

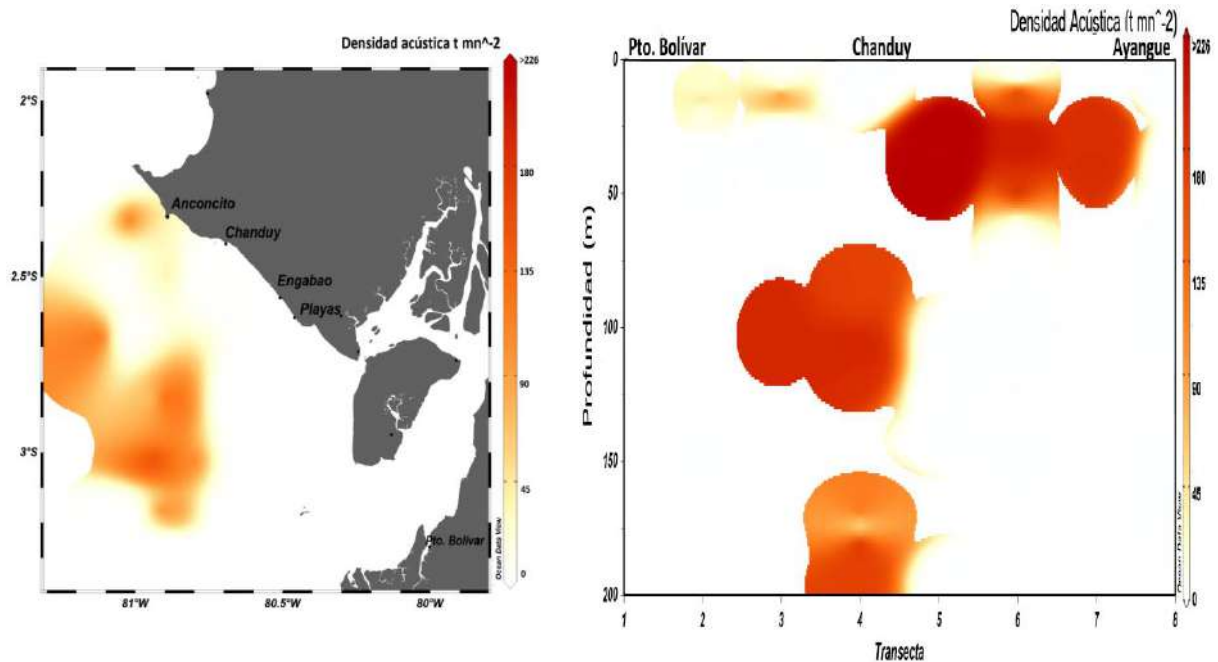


Figura 3. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de macarela, durante el Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

3.4.2 Botella (*Auxis* spp.)

La mayor concentración estuvo frente a la Puntilla de Santa Elena y a 40 millas de Villamil Playas, presentó tres distribuciones sectorizadas, una cerca a la costa y otras más oceánica. La distribución vertical de esta especie fluctuó entre 5 y 250 m, con una mayor concentración en entre los 50 y 175 m de la columna de agua. La densidad acústica promedio fue de 10,53 t mn⁻² (Figura 4).

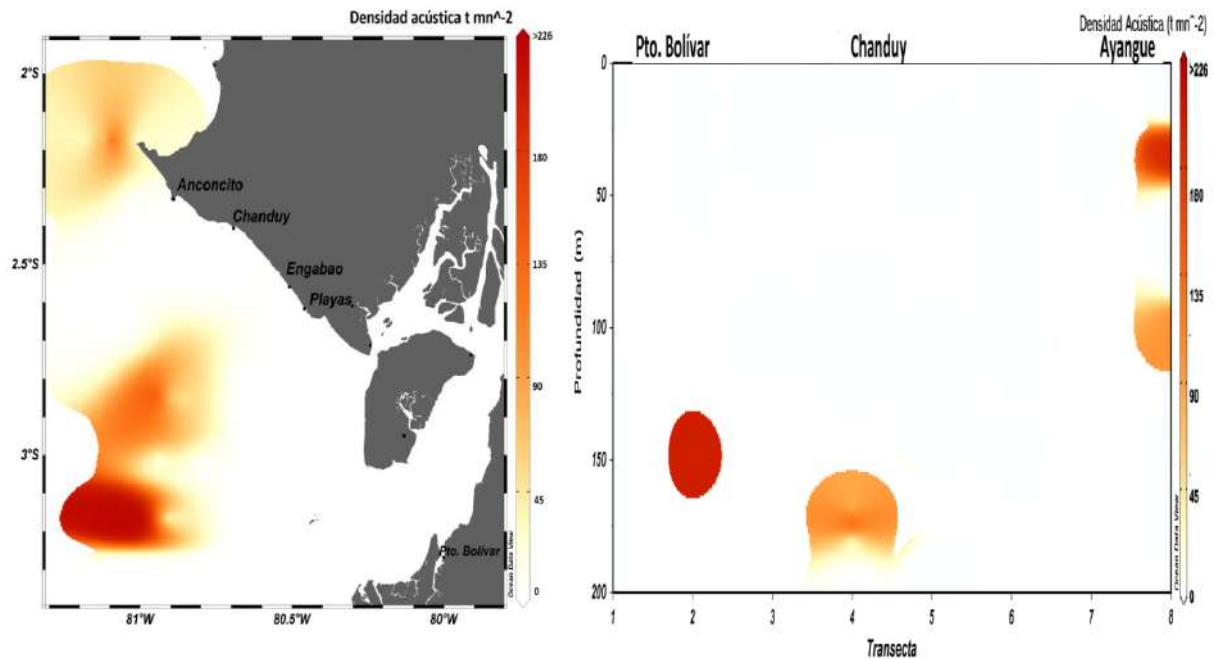


Figura 4. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de botella, durante el Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

3.4.3 Anchoqueta (*Engraulis ringens*)

Su distribución presentó dos núcleos grandes: uno frente a Chanduy y otro en la frontera con Perú (Figura 5), en tanto que su distribución vertical varió entre 0 y 40 m, con mayor concentración en 25 m de profundidad. La densidad acústica promedio fue de 15,74 t mn⁻².

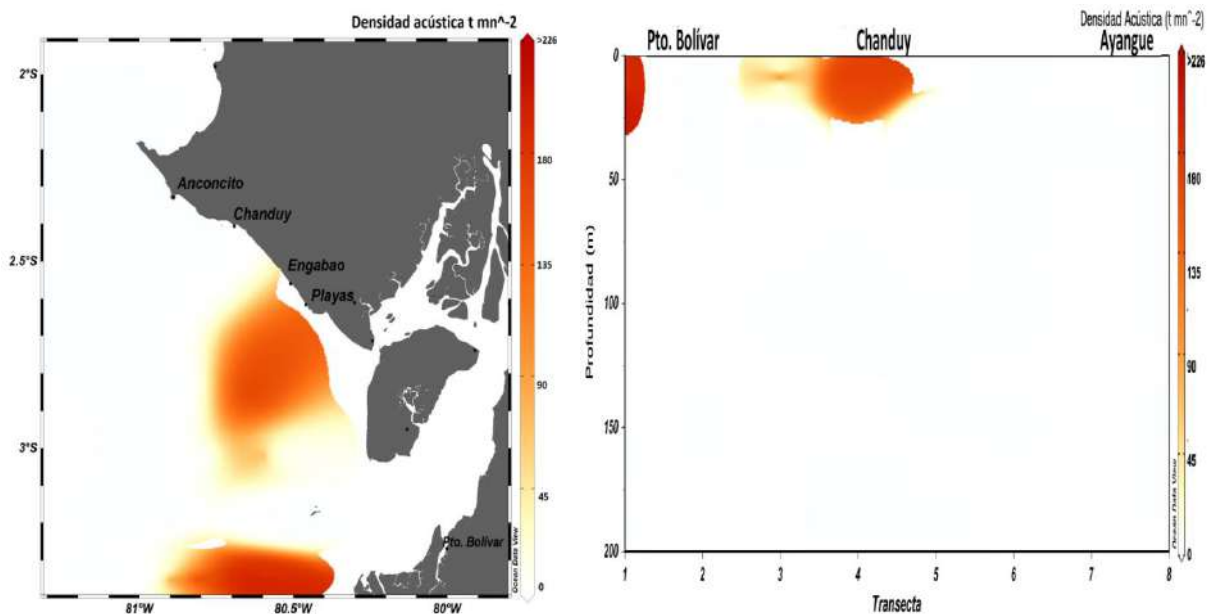


Figura 5. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de anchoqueta, durante el Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

3.4.4 Pinchagua (*Opisthonema* spp.)

Para esta especie se observó una distribución horizontal paralela a la costa ecuatoriana, presentando la mayor biomasa cerca a la Isla Santa Clara, Isla Puna, Puntilla de Santa Elena y Chanduy. La distribución vertical fluctuó entre los 0 y 60 m de profundidad. La densidad acústica de esta especie fue de 18,52 t mn⁻² (Figura 6).

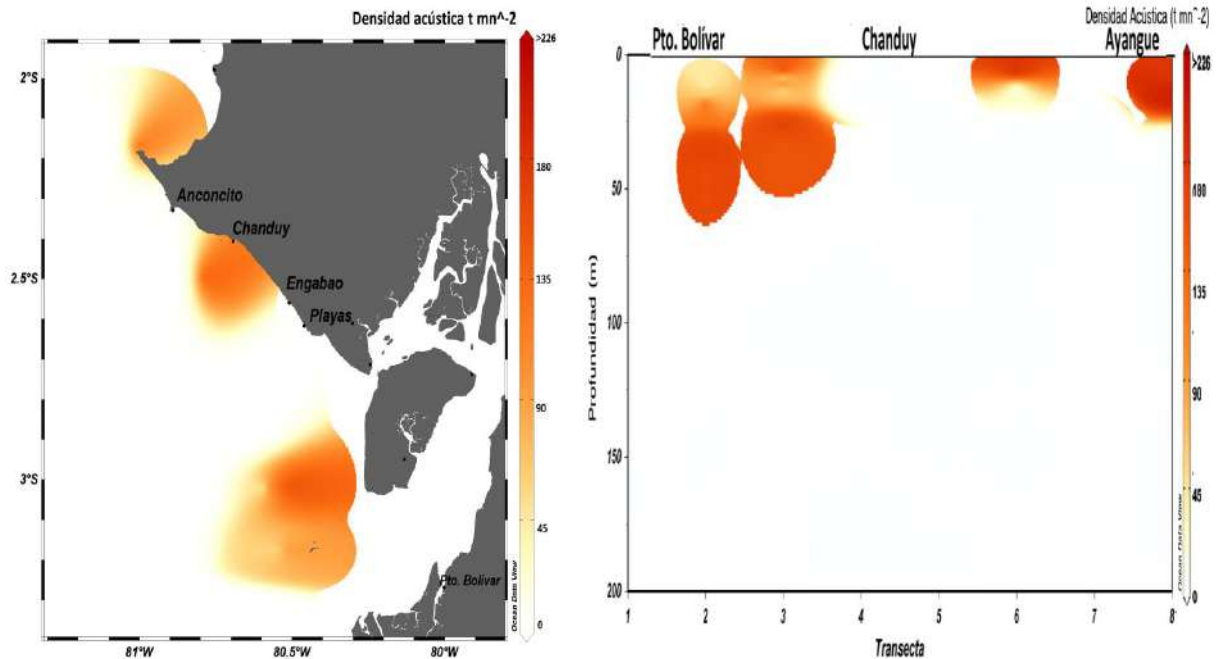
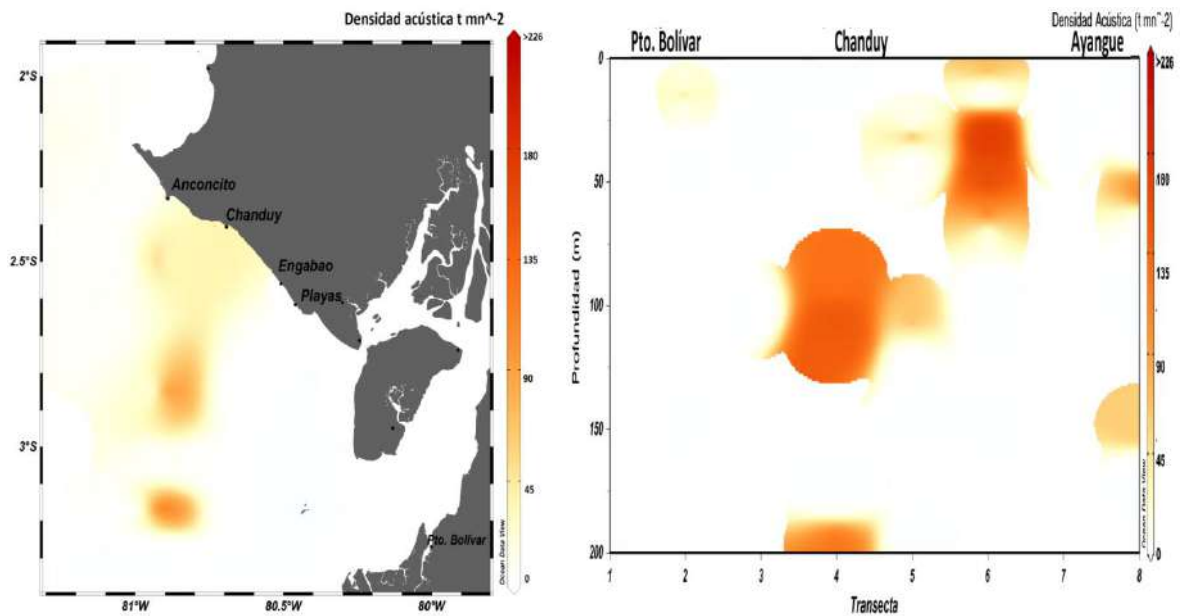


Figura 6. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de pinchagua, durante el Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

3.4.5 Picudillo (*Decapterus macrosoma*)

Se observaron varios núcleos de concentración y una distribución amplia en el Golfo de Guayaquil, estos núcleos estuvieron ubicados principalmente frente a Anconcito y Villamil Playas (a 30 millas de la costa). La distribución vertical estuvo entre 25 y 200 m de profundidad, con mayor concentración entre 25 y 125 m. Se estimó una densidad acústica de 3,62 t mn⁻² (Figura



7).

Figura 7. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de picudillo, durante el Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

3.4.6 Chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*)

La distribución de esta especie presento un núcleo de concentración ubicado alrededor de la Isla Santa Clara. La distribución vertical fluctuó entre 5 y 30 m de profundidad, con una densidad acústica de 1,03 t mn⁻² (Figura 8).

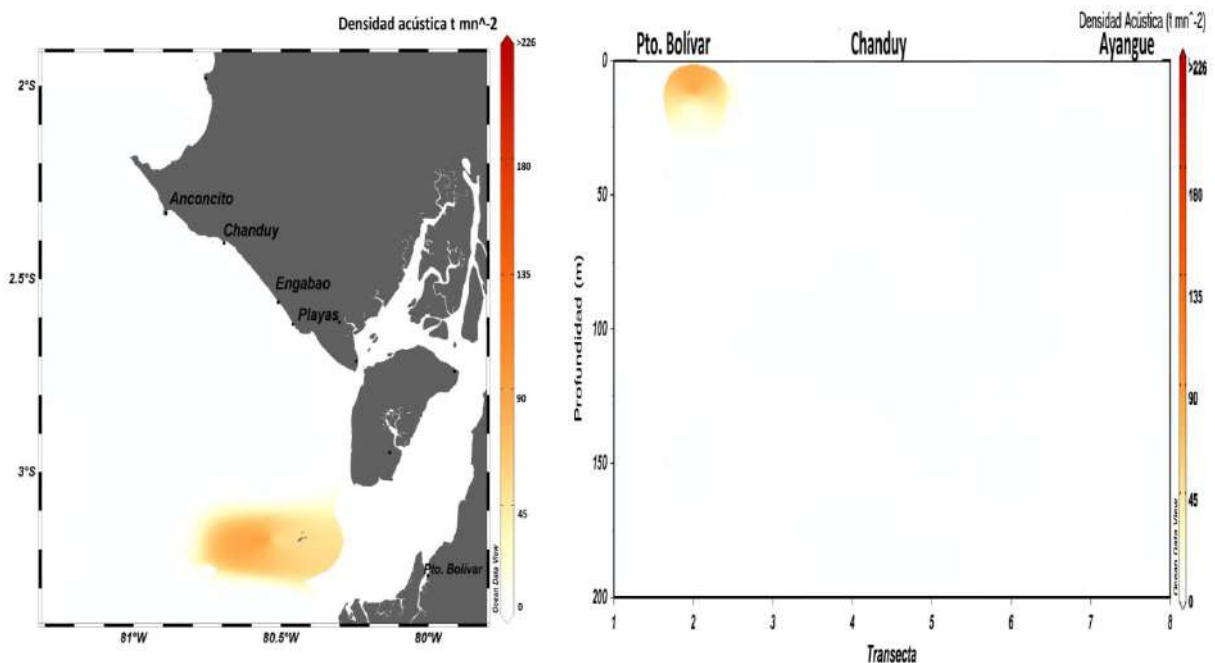


Figura 8. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de chuhueco, durante el Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

Estimación de la biomasa por milla de los peces pelágicos pequeños

El 88,5 % de la biomasa estimada fue registrada a partir de la milla 8, mientras que entre la milla 6 a 8 fue de 5,9%, de 4 a 6 (1,4%) y de 0 a 4 millas acumuló 4,1% (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución de la biomasa de PPP por millas, durante el Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

Especies	Distancia a la costa [mn]				Total
	0 a 4	4 a 6	6 a 8	mayor a 8	
Botella	0	5 399	96	23 826	29 320
Macarela	0	0	12 654	222 654	235 308
Pinchagua	15 257	0	8 795	27 520	51 572
Picudillo	0	0	541	9 623	10 163
Chuhueco	0	0	0	2 887	2 887
Anchoveta	0	0	0	43 815	43 815
Total	15 257	5 399	22 085	330 325	373 066
%	4,1%	1,4%	5,9%	88,5%	100,0%

3.6 Límite de confianza de la biomasa estimada

La biomasa total estimada durante la prospección fue de 373 066 t de las especies en estudio (botella, macarela, pinchagua, picudillo, chuhueco y anchoveta), se realizaron los cálculos correspondientes para obtener los Límites de Confianza (LC). Se obtuvo un límite superior (LC+) de 375 959 t y un límite inferior (LC-) de 370 173 t. El porcentaje de error de acuerdo con los LC calculados fue del 0,78 %.

3.7 Pesca comprobatoria

Se realizaron un total de 8 lances de pesca comprobatoria, los cuales fueron realizados mayormente en el estuario externo del Golfo de Guayaquil, con una mayor variedad de especies, y en menor proporción frente a la Puntilla de Santa Elena (Figura 9).

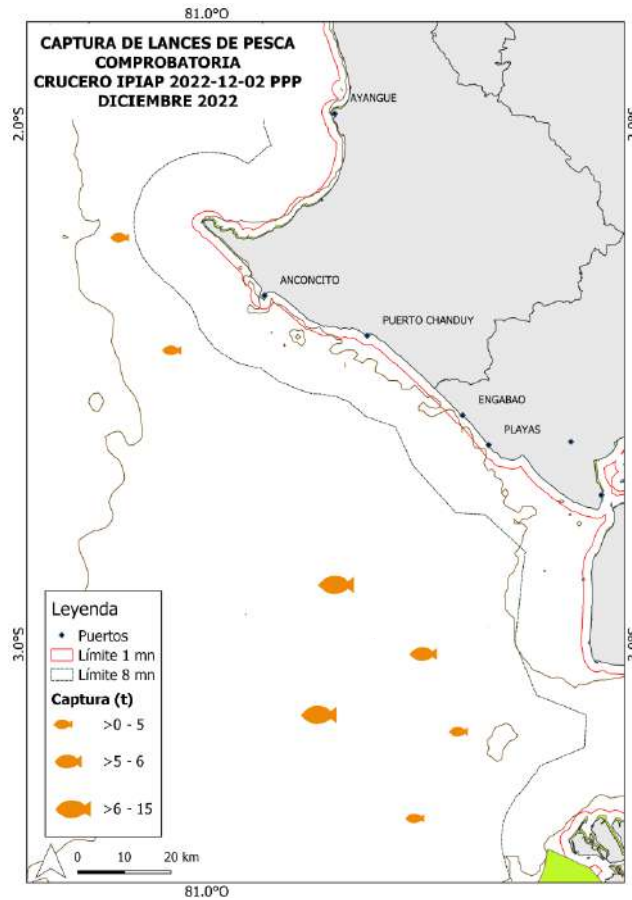


Figura 9. Lances de pesca comprobatoria, Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

En la figura 10 se representa la composición de especies en los lances efectivos de pesca, donde se registró una captura aproximada de 55 t, correspondiendo en orden de abundancia: macarela (58%), botella (19%), anchoveta (16%), rollizo (5%), así como también capturas mínimas de picudillo (1%) y “Otras” especies como corvina ñata (0,8%) y chazo (0,2%).

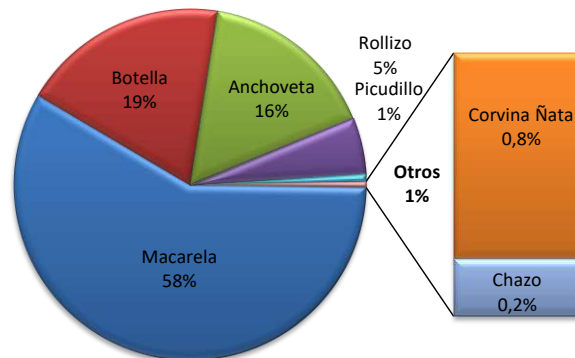


Figura 10. Composición de especies, Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

3.8 Aspectos biológicos

3.8.1 Estructura de tallas

Las tallas registradas de macarela en los lances de pesca comprobatoria presentaron un rango entre 20 y 39 cm de Longitud Furcal (LF), predominando los individuos de 27 cm LF; el 39% de los individuos presentaron una longitud inferior a la Longitud Media de Madurez Sexual (LMMS) determinada para esta especie (25,6 cm LF). La botella registró una estructura de tallas de 23 a 30 cm LF, presentando una moda en 26 cm LT, el 94% de individuos presentaron longitudes inferiores a la LMMS (26,2 cm LF).

La anchoveta, presentó un rango de tallas entre 11 y 14 cm de Longitud Total, con una moda de 13 cm LT; el 22,1% de los individuos se encontraban por debajo de la LMMS (12,0 cm LT, De La Cruz, *et al.*, 2020). La estructura de tallas del picudillo fluctuó entre 16 y 22 cm LF, presentando una moda de 21 cm LF; el 100% de individuos capturados presentaron longitudes inferiores a la LMMS calculada para esta especie (16,3 cm LF); el rollizo registró un rango de tallas entre 7 y 10 cm LT, presentando una moda de 9 cm LT (Figura 11). Dentro del grupo “Otras especies”, la corvina ñata presentó longitudes entre 15 y 128 cm LT y una moda de 16 cm LT.

En la tabla 7 se presenta la Talla Media de Captura (TMC) de las principales especies registradas en los diferentes lances de pesca.

Tabla 7. Talla media de captura de las principales especies capturadas, Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

Especie	TMC
Macarela	25,9
Botella	25,7
Anchoveta	13,4
Picudillo	20,8
Rollizo	9,2
Corvina ñata	16,9

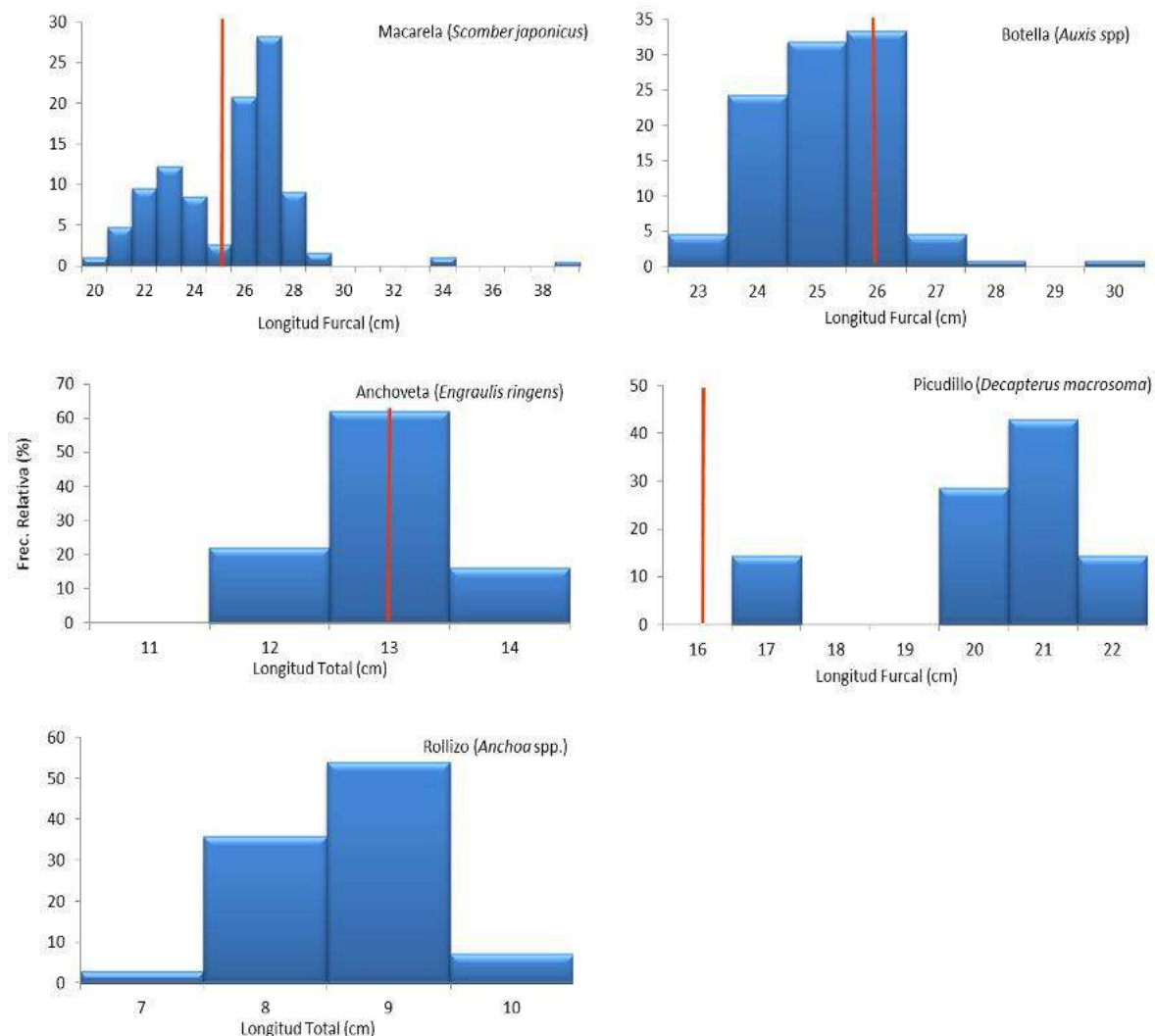


Figura 11. Estructura de tallas de las principales especies capturadas en lances de pesca comprobatoria, Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

3.8.2 Índice Gonadosomático (IGS)

3.8.2.1 Macarela (*Scomber japonicus*)

El IGS estimado para esta especie, se presenta con similar tendencia para hembras y machos, cuyos rangos variaron entre 0,2 - 13,5. El ciclo reproductivo de macarela por lo general inicia en septiembre, registrándose su mayor pulso en enero (IGS: 12,6 machos; 13,4 hembras). Se observa julio y noviembre 2022 máximos pulsos del IGS, decayendo en diciembre (IGS: 3,7 machos; 3,0 hembras); se esperaría en enero 2023 un incremento del mismo (Figura 12).

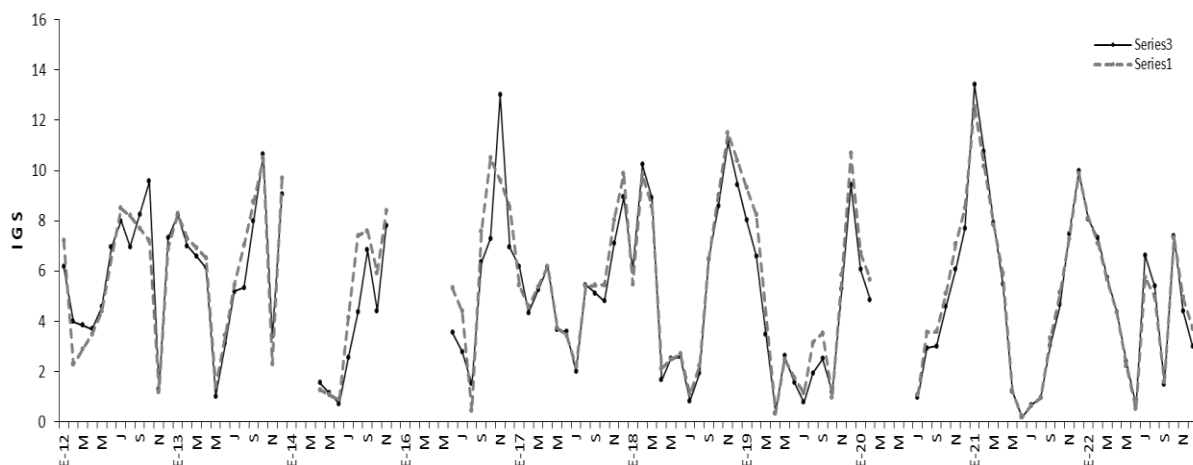


Figura 12. Promedios mensuales históricos (2012 – diciembre 2022) del índice gonadosomático (IGS) para hembras y machos de *Scomber japonicus*.

3.8.2.1 Botella (*Auxis spp.*)

En la Figura 13 se representan los promedios mensuales del IGS, observándose la simultaneidad en el periodo de desarrollo gonadal para ambos sexos, registrándose valores similares tanto en hembras como machos, con valores entre 0,2 y 7,0.

Para hembras y machos, el ciclo reproductivo inicia en noviembre con valores máximos durante enero y febrero.

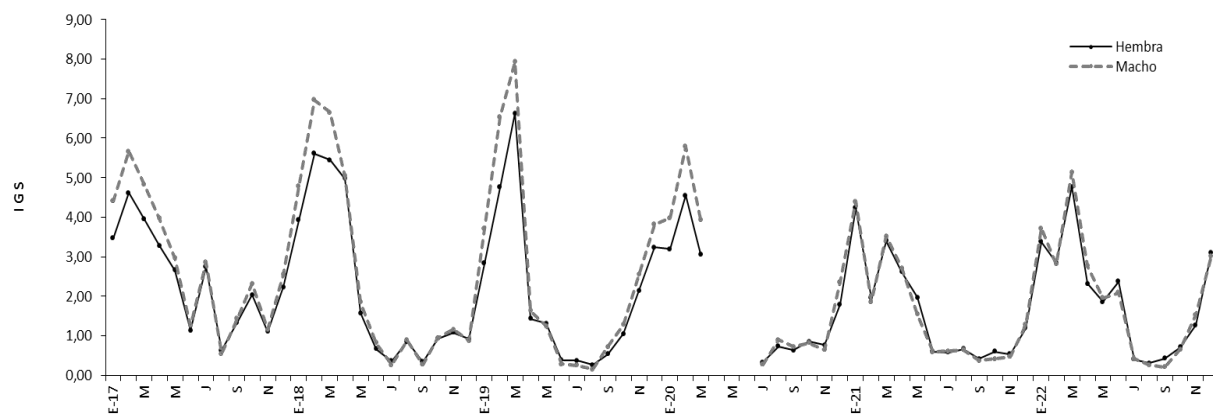


Figura 13. Promedios mensuales históricos (2012 – diciembre 2022) del índice gonadosomático (IGS) para hembras y machos de *Auxis spp.*

3.8.3 Madurez sexual

3.8.2.1 Anchoqueta (*Engraulis ringens*)

Se registra en la tabla 11 que machos y hembras capturados de esta especie se encontraban mayormente en estadio IV (66% y 77%, respectivamente), esto es en plena actividad reproductiva preparándose para iniciar su desove.

Tabla 8. Estadio de madurez sexual de *Engraulis ringens*, Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

	I	II	III	IV	V	%
HEMBRA		1	7	77	15	100
MACHO			15	66	19	100

3.9 Condiciones oceanográficas

Un total de 24 estaciones oceanográficas fueron ejecutadas, registrando datos continuos de temperatura, salinidad en relación a la profundidad distribuida en toda el área de estudio (Figura 14).

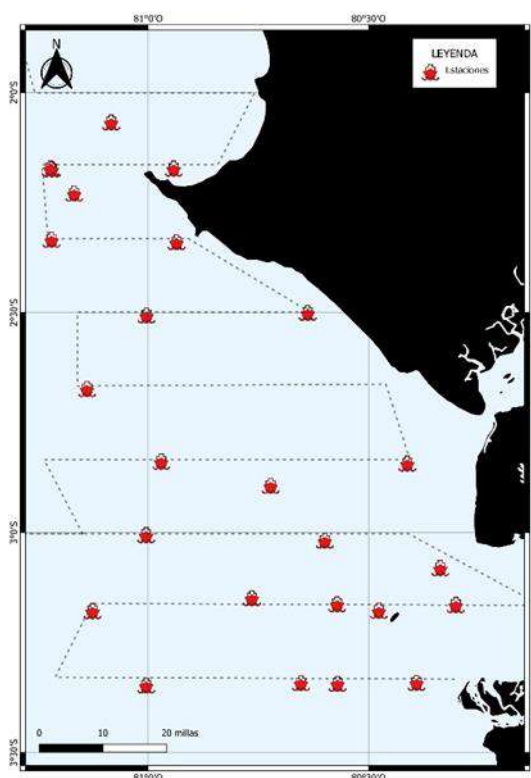


Figura 14. Estaciones oceanográficas ejecutadas. Crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022

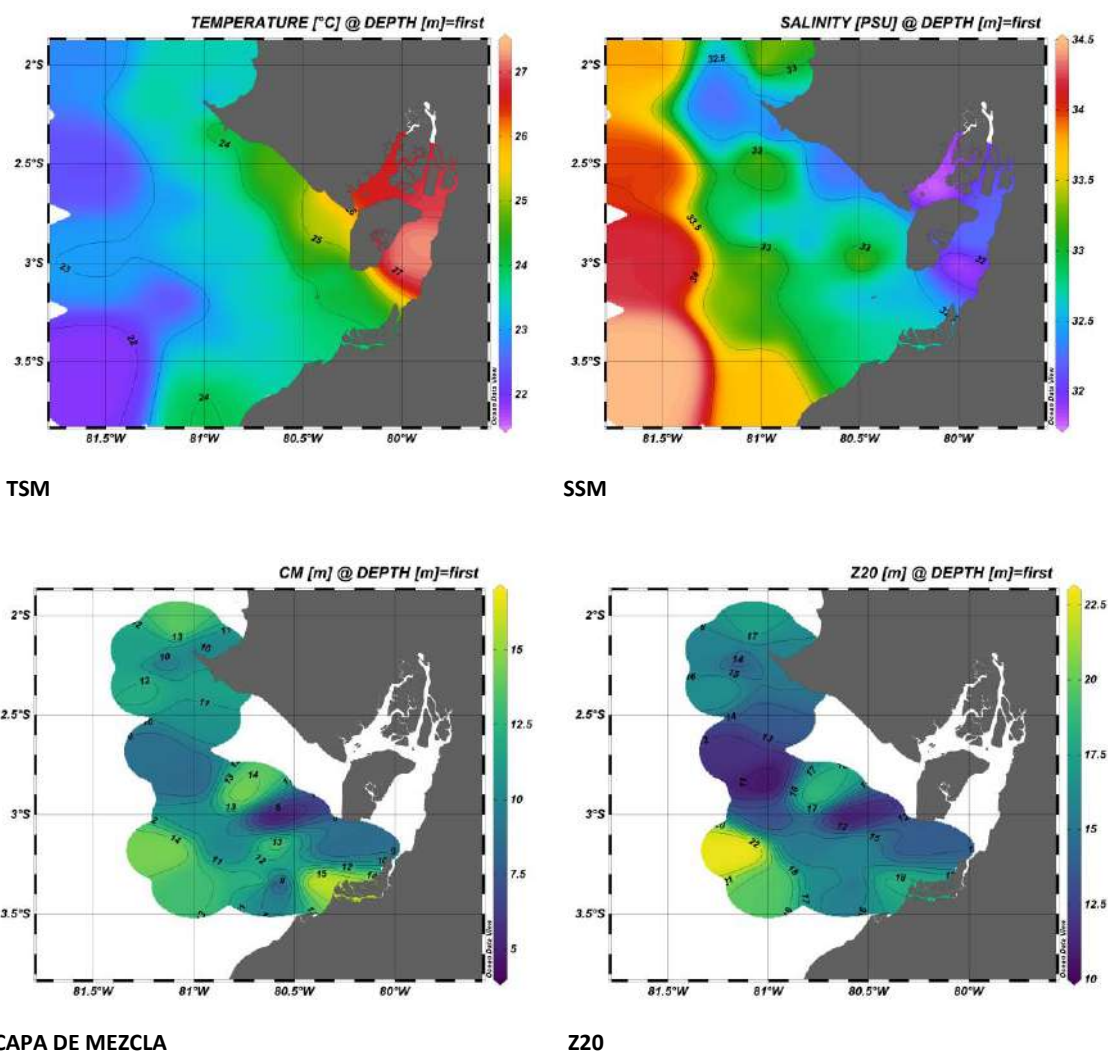
3.9.1 Superficiales

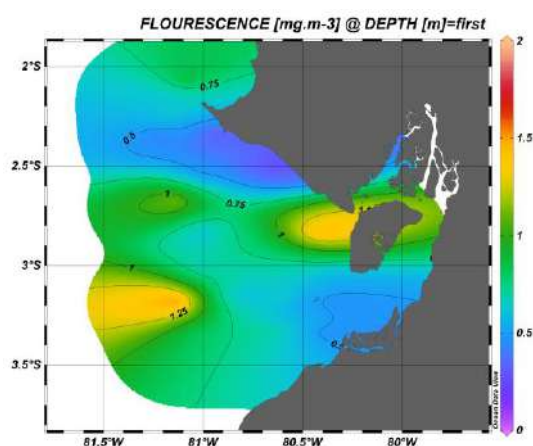
La temperatura superficial del mar (TSM) fluctuó entre 21,9°C y 27,3°C, con un promedio de 23,9°C. Los mayores valores de TSM fueron registrados en la zona interior del Golfo, los valores mínimos de TSM se registraron en la parte oeste de la zona de estudio (Figura 15a).

Los registros de salinidad superficial del mar (SSM) estuvieron entre 31,7 a 34,5 UPS con un promedio de 32,9 UPS (Figura 15b).

La capa de mezcla mostró valores entre 4,8 y 16,3 m, siendo el valor promedio de 11,1 m. Los valores más altos se registraron en la estación al norte de la zona estudio, y cerca de la frontera con Perú. La Z20 en promedio se ubicó a 15,5 m (Figura 15c y 15d).

El sensor de fluorescencia registró valores superficiales que oscilaron de 0,220 mg.m⁻³ a 1,780 mg.m⁻³, el área de estudio tiene un promedio de 0,69 mg.m⁻³. Los valores más altos se registraron cerca de la Isla Puná y en la zona oeste de la zona de estudio (Figura 15e).





FLUORESCENCIA

Figura 15. Variables oceanográficas superficiales, durante el crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

	TSM [°C]	Salinidad [UPS]	Fluorescencia [mg.m-3]	Capa de mezcla [m]	Z20 [m]
Min	21,9	31,760	0,220	4,79	10,680
Max	27,29	34,490	1,780	16,320	22,950
Media	23,781	32,968	0,690	11,116	15,543
Desv Stand	1,284	0,768	0,395	3,151	2,931

3.9.2 Subsuperficiales

Para establecer las condiciones oceanográficas a niveles subsuperficiales, se realizó un corte en las estaciones oceanográficas a una profundidad de 100 m en la longitud 81° W. La temperatura estuvo distribuida a nivel superficial con valores por encima de los 23 °C, la Z20 se muestra superficial, a una profundidad de aproximadamente de 20 m, de igual forma la Z15 se muestra muy cerca de la superficie alrededor de los 35 m.

Se puede visualizar salinidades más bajas dominando en los primeros metros en la parte norte del área de estudio. El valor más bajo fue de aproximadamente 32,5 UPS, estos valores se distribuyeron hasta los primeros 20 m de profundidad, en las siguientes profundidades los valores de salinidad estuvieron por encima de 34,5 UPS. La haloclina se posicionó a los 20 m aproximadamente en toda el área de estudio.

La fluorescencia mostró sus mayores valores en la termoclina y haloclina, entre los 10 y 30 m de profundidad. La parte central de la zona de estudio, entre 2,5 – 3 °S, evidenció los valores más bajos en la columna de agua (Figura 16).

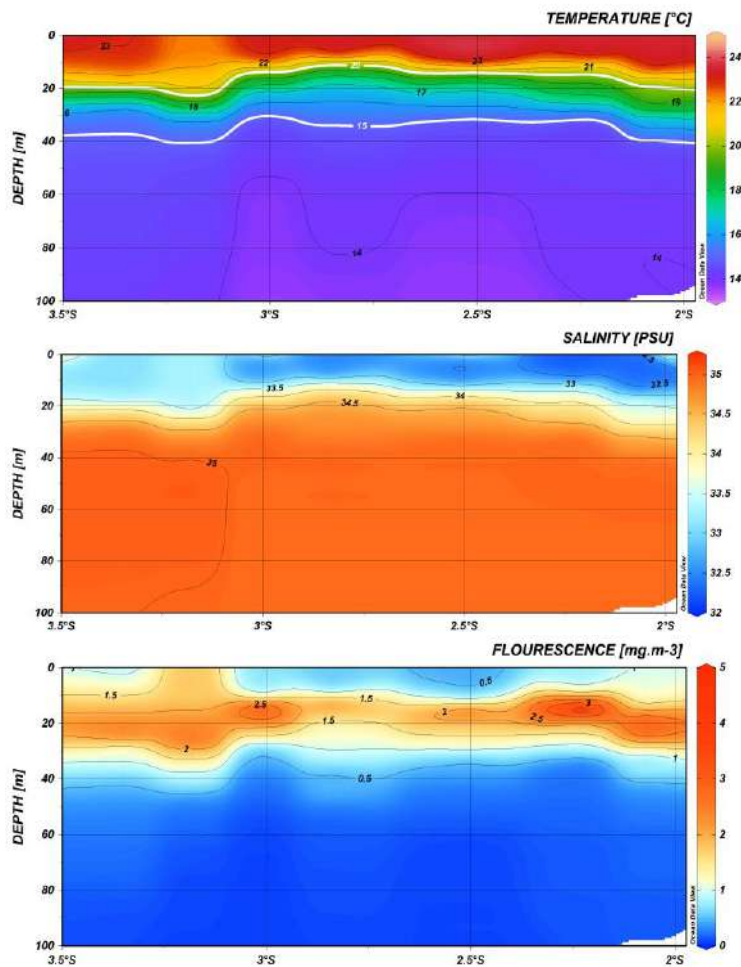
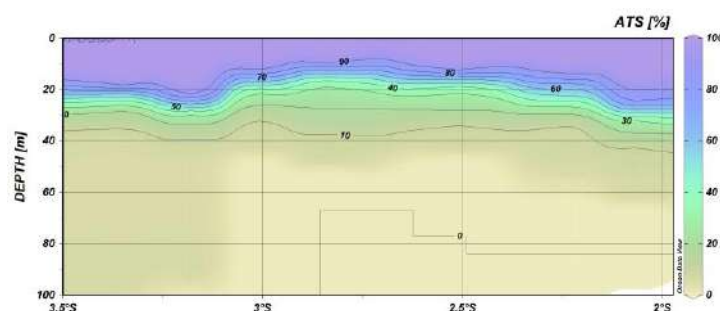


Figura 16. Variables oceanográficas en la columna de agua, durante el crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

3.9.3 Masa de agua

El análisis de masas de agua, muestra que a nivel superficial domina el Agua Tropical Superficial (ATS), sin embargo, este dominio es solo hasta los 20-25 m de profundidad. Se registró ausencia de Agua Subtropical Superficial (ASTS), siendo los valores más altos registrados en la parte sur del área de estudio a una profundidad entre los 30 y 80 m de profundidad, pero no sienten mayores los porcentajes de <8%. Se observó dominancia de Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) luego de los 20 m (Figura 17).



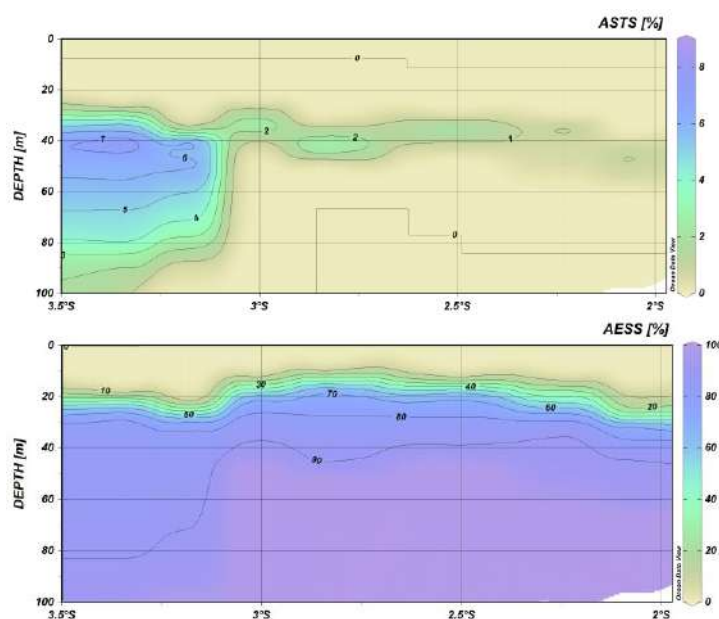


Figura 17. Perfiles de estaciones oceánicas durante el crucero IPIAP 2022-12-02 PPP, diciembre 2022.

4. DISCUSIÓN

Durante la campaña de investigación de diciembre de 2022, se estimó una biomasa de 373 066 t, siendo las más abundantes macarela con una biomasa de 235 308 t, seguida de pinchagua con 51 572 t y anchoveta con 43 815 t. Contrastando estos resultados con lo alcanzado en las últimas campañas de investigación (noviembre 2018 y diciembre 2019), se observa similitud en la biomasa total y por especie, con excepción de la ausencia de la especie sardina redonda y presencia anchoveta que en esta campaña presentó el 11,74 %, mientras que botella, pinchagua y chuhueco sus biomásas disminuyeron en un 90%, 50% y 93%, respectivamente.

La densidad acústica promedio del área de estudio fue de 134 t mn⁻², el Golfo de Guayaquil sigue siendo el área con mayor densidad. Además, se encontraron núcleos más densos pero distante el uno del otro; a diferencia a los cruceros acústicos anteriores, esto indica una mayor concentración de peces formando grandes cardúmenes.

Verticalmente, la mayor concentración de biomasa de PPP se encontró entre los 5 y 125 m de profundidad, concentrándose la mayor biomasa entre 25 y 100 metros de profundidad, esta condición puede estar relacionada a condiciones favorables de temperatura (21,9°C y 27,3°C, con un promedio de 23,9°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).

Del análisis espacial realizado por milla náutica costa afuera, el 88% del total de la biomasa se encontraba fuera de las 8 millas, que a diferencia del crucero de junio de 2022 que fue época de reclutamiento, la mayor parte de los peces se encontraban cerca a la costa, lo cual se corrobora con información obtenida del seguimiento mensual e información de los observadores a bordo de los barcos cerqueros sardineros.

El porcentaje de error de acuerdo con los LC calculados fue del 0,78 %, en comparación a los últimos

cruceros que han sido de 1,40 hasta 18%, este límite de confianza en la estimación de la biomasa es el que presenta el valor más bajo haciendo una reduciendo en gran medida de incertidumbre.

Especies pelágicas pequeñas como macarela, botella, picudillo, rollizo conformaron mayormente los lances efectivos de pesca (99%), a diferencia de “otras” especies no pelágicas, asociadas a esta pesquería que estuvo representada por capturas mínimas de chazo y corvina ñata (1%).

Los lances de pesca comprobatoria se efectuaron solo fuera de las 8 millas náuticas, por lo que la pesca incidental representó mínimos porcentajes (1%), corroborando el análisis de composición de especies de campañas previas de investigación, donde la pesca realizada por barcos pesqueros en zonas más costeras, registra mayor porcentaje y diversidad de especies (Romero A. *et al*, . 2021)

La mayoría de las especies PPP muestreadas presentaron longitudes inferiores a la Longitud Media de Madurez Sexual (LMMS), pero sexualmente maduras; es decir que se están reproduciendo antes de alcanzar la talla calculada para cada especie. Excepto el picudillo, donde el 100% de los individuos presentaron longitudes superiores a la LMMS (16 cm LF); No es sorprendente que muchos de los patrones reproductivos de los animales sean fuertemente influenciados por los factores ambientales para asegurar las condiciones ambientales más favorables y así completar el ciclo reproductivo de la especie para garantizar su supervivencia (Louw, 1997).

Los valores promedio del Índice Gonadosomático para macarela y botella fueron relativamente bajos, los individuos presentaban gónadas sexualmente maduras y próximas a iniciar un periodo de desove, coincidiendo con la baja densidad de huevos y larvas, de acuerdo al reporte ictioplanctónico en diciembre 2022.

La termoclina, Z20 y Z15 se encontró muy superficiales esta a su vez favoreció la presencia de una alta biodiversidad de fauna marina poco inusual para la época.

En cuanto a las masas de agua se observó que provenían del oeste, demostrando una marcada condición La Niña que se ha venido estudiando en el marco del Comité Nacional ERFEN. La termoclina para diciembre de 2022 regularmente se la localiza aproximadamente a 40 m de profundidad, sin embargo, de acuerdo a los datos se ubicó entre los 15 y 20 m.

De igual forma, la información obtenida de masas de agua sugiere la influencia de agua proveniente del oeste a nivel subsuperficial, aunque en los primeros 20 m se registró disminución de salinidad considerable, probablemente indicativo de un cambio estacional de época seca a lluviosa.

5. CONCLUSIONES

- La biomasa de PPP en el Golfo de Guayaquil fue de 373 066 t, representada por el 63% macarela, 14 % pinchagua, 11 % anchoveta, 8 % botella, 3% picudillo y menor a 1 % para chuhueco.
- La especie de mayor abundancia fue la anchoveta (50% del total estimado), seguido de macarela con el 29 %, mientras que el chuhueco fue el de menor porcentaje (1,33 %).
- Se observaron tres grandes núcleos de concentración de mayor biomasa: alrededores de la Puntilla de Santa Elena, frente a Chanduy y a 40 millas de Villamil, Playas.
- La distribución vertical denota una mayor concentración de los recursos entre los 5 y 125 m de profundidad.
- La biomasa registrada por milla de distancia a la costa indica un 88% fuera de las 8 millas

náuticas.

- El porcentaje de error de acuerdo al LC calculados es relativamente bajo (0,78 %), lo que nos demuestra que los valores de biomasa estimados están cercano a la realidad disponible de PPP en el Golfo de Guayaquil.
- Los lances de pesca comprobatoria se ejecutaron fuera de las 8 millas, alejados de la costa, y estuvieron compuestos mayormente por especies pelágicas pequeñas (99%).
- Se registró la presencia de anchoveta (*Engraulis ringens*), en el Golfo de Guayaquil, especie típica de aguas frías, sin embargo, se indica que esta especie no es típica de nuestras costas y que su permanencia se relaciona a varios factores.
- Se determinó que las especies macarela y botella se encontraban iniciando su actividad reproductiva, mientras que la anchoveta estaba en plena actividad reproductiva.
- Las condiciones frías están asociadas a la termoclina a nivel subsuperficial (25 a 35 m) que favorece la presencia de anchoveta en el Golfo de Guayaquil.
- Se observó la presencia de un evento frío muy marcado, este evento muestra la termoclina, la Z20, la Z15 muy superficiales y mostrando al final una biodiversidad de fauna marina importante pero poco usual para la época. La NOAA (2023) en sus datos muestra condiciones La Niña que han estado presentes durante aproximadamente dos años consecutivos.
- Las masas agua mostrarían que el agua proviene del oeste siendo consecuente con las condiciones La Niña que se han venido publicando en el marco del Comité Nacional ERFEN (2023). De acuerdo a la base histórica de IPIAP, la termoclina para el mes de monitoreo debió ubicarse aproximadamente a 40 m de profundidad, sin embargo, de acuerdo a los datos se ubicó entre los 15 y 20 m.
- Se reporta también a los primeros 20 m de la columna de agua una disminución de salinidad considerable, lo que también sugeriría intrusión de agua del norte, típica del cambio estacional pero solo a nivel superficial.

6. BIBLIOGRAFIA

Arriaga L., S. Coello y L. Maridueña. 1983. Escala de Madurez Sexual para los Principales Peces Pelágicos en Aguas Ecuatorianas. Rev. Cien. Mar. Limn. Vol. 2Nº 1 (1983) 69-78.

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, R., L. Vasquez, S. Peraltilla, E. Tello, y A. Aliaga. 1999. Rangos preferenciales de temperatura y salinidad de la anchoveta y de la pota durante verano 1999. Crucero BIC José OlayaBalandra 9902-03 de Tumbes a Tacna. Inf. Inst. Mar Perú 147: 47-58.

De La Cruz, K.; Delgado, A.; Baca, J.; Hualcas, D.; Costa, J. González, C.; Culquichicón, Z. 2020. Sinopsis Biológica de *Engraulis ringens* (Jenyns, 1842) Anchoveta. REBIOL 42(2):298-317. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.02.15>.

ERFEN (2023). Boletines ERFEN- ECUADOR.

<https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/erfen>

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

Lowe-Mc Connell, R. H. 1987. Ecological studies in tropical fishes communities, Tropical Biology Series. 382 pp.

Landívar, E. G. y Ponce, G. E. (2018). An opensource script that converts SIMRAD EK60 and EY60 echosounders plain data into visual results to determinate nautical area scattering coefficient of Ecuadorian small pelagic resources. Obtenido de Trabajo final para la obtención del título de: Ingeniera Oceánica Ambiental: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/44965>.

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

NOAA (2023). Climate Prediction Center.

https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

Romero, A., G. Ponce, N. González y V. Jurado. 2021. Estimación hidroacústica de los principales especies de peces pelágicos pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial. Informe técnico.