

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 2024-01-01 PPP

Guayaquil, 22 de marzo de 2024

Contenido

ESTIMACIÓN HIDROACÚSTICA, DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL Y CONDICIONES BIOLÓGICAS DE LOS PRINCIPALES PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS EN ECUADOR ..	3
INTRODUCCIÓN	3
MATERIALES Y METODOS	4
Biomasa, abundancia y distribución geoespacial	5
2.2 Pesca comprobatoria.....	6
2.3 Arte de pesca	7
2.4 Obtención de Información biológica y pesquera	7
2.4.1 Estructura de Tallas	8
2.4.2 Desarrollo Gonadal y Proporción Sexual.....	8
2.5 Composición de las capturas	8
2.6 Estimación de límites de confianza.....	8
RESULTADOS	9
3.1 Estimación de biomاسas y abundancias de los Peces Pelágicos Pequeños (PPP)	9
3.2 Estimación de Abundancia de los Peces Pelágicos Pequeños	9
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 Sardina redonda (<i>Etrumeus teres</i>).....	13
3.4.4 Pinchagua (<i>Opisthonema</i> spp.)	14
3.4.5 Picudillo (<i>Decapterus macrosoma</i>)	15
3.4.6 Chuhueco (<i>Cetengraulis mysticetus</i>).....	16
3.5 Estimación de la biomasa por milla de los peces pelágicos pequeños	17
3.6 Límite de confianza de la biomasa estimada.....	18
3.7 Pesca comprobatoria.....	18
3.8 Aspectos biológicos	19
3.8.1 Estructura de tallas.....	19
4. DISCUSIÓN.....	21
5. CONCLUSIONES	22
6. BIBLIOGRAFÍA.....	22

ESTIMACIÓN HIDROACÚSTICA, DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL Y CONDICIONES BIOLÓGICAS DE LOS PRINCIPALES PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS EN ECUADOR

Álvaro Romero¹, Natalia González¹, Gabriela Ponce² y Ángel Muñoz¹

¹ Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca

² Small Pelagic Sustainability - Cámara Nacional de Pesquería

INTRODUCCIÓN

Los principales recursos de peces pelágicos pequeños (PPP) de interés económico en el Ecuador, comprende a macarela (*Scomber japonicus*), botella (*Auxis* sp.), picudillo (*Decapterus macrosoma*), sardina redonda (*Etrumeus teres*), pinchagua (*Opisthonema* spp.) y chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*); 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. Estas especies desde aproximadamente cinco décadas destacan su presencia en los desembarques que realiza la flota cerquera sardinera a lo largo de la costa continental ecuatoriana. La actividad pesquera pelágica se concentra mayormente en el Golfo de Guayaquil y en las áreas adyacentes a la costa, registrando una captura anual promedio de un millón de toneladas en la década de los 80's, mientras que en los 90's fue de 350 000 t (Cucalón-Zenck et al., 2000), en la actualidad, este promedio está alrededor de 208 000 t (IPIAP, 2023).

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 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 o La Niña y/o por las afectaciones originadas por la actividad de la pesca.

Con la finalidad de incrementar los conocimientos sobre los recursos pelágicos pequeños, específicamente en aspectos poblacionales (biomasa, abundancia, distribución geoespacial), aspectos reproductivos en el mar ecuatoriano, el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) en alianza público-privada con la participación de la Cámara Nacional de Pesquería (CNP), Asociación de Propietarios de Barcos Pesqueros "26 de Agosto", la Coordinadora Nacional de Organizaciones Pesqueras y Afines del Ecuador (CONOPAE), llevaron a cabo del 29 de enero al 9 de febrero de 2024 el 7º crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria en barcos pesqueros comerciales con énfasis en los Peces Pelágicos Pequeños (PPP); cabe mencionar que esta campaña fue realizada durante el periodo de veda correspondiente a enero-febrero de 2024, autorizada por la SRP mediante Oficio Nro. MPCIP-SRP-2024-0174-O del 29 de enero de 2024 y posteriormente por el Acuerdo Nro. MPCEIP-SRP-2024-0038-A del 12 de febrero de 2024.

Los resultados alcanzados servirán como 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 6 500 mn² desde la latitud 00°00'S/N (Pedernales) 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 21 transectos perpendiculares a la costa y paralelos entre sí (Figura 1). El área de estudio comprendió cuatro Sub-áreas distribuidas de la siguiente manera:

Sub-área A: desde la frontera con Perú hasta Chanduy

Sub-área B: desde Chanduy hasta Salango

Sub-área C: desde Salango hasta Bahía de Caráquez

Sub-área D: desde Bahía de Caráquez hasta Pedernales

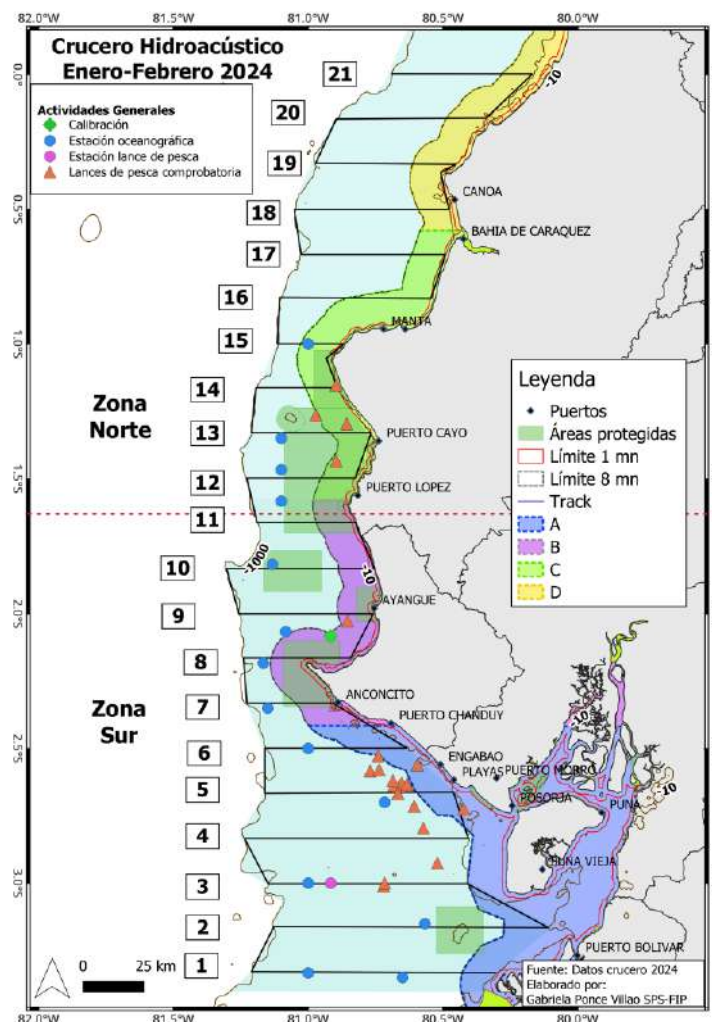


Figura 1. Área de estudio, Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, febrero 2024.

Este crucero se realizó en una sola fase de investigación desde el 29 de enero hasta el 9 de febrero de 2024, se recolectaron datos acústicos para determinar las marcas de peces pelágicos pequeños

presentes en 21 transectos, complementándolo con datos de 23 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 FLORIDA denominado “científico”, las características de la embarcación se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características generales de la embarcación “científica”, crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, febrero 2024

Nombre de embarcación	B/P Polar II
Matrícula	P-00-00899
Eslora	37,72 m
Manga	7,92 m
Puntal	4,2 m
TRN	80,00 t
Potencia	705 HP
Ecosonda científica	EY60 SIMRAD, 120 KHz
Zona	Toda el área de estudio (29 de enero al 9 de febrero de 2024)

El B/P FLORIDA llevó el ecosonda científico portátil SIMRAD EY60 con la frecuencia de 120 KHz. El diseño del sistema de muestreo acústico consistió en realizar 21 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 500 m de profundidad y procesados mediante la herramienta LP (Landívar y Ponce, 2018) en R Studio para obtener el coeficiente de dispersión náutica (NASC, Nautical Area Scattering Coefficient), necesario para estimar la biomasa y abundancia de las especies en estudio. Los ecotrazos fueron extraídos por cada milla náutica (1 UBM) y se consideraron como datos de entrada para la ejecución de la rutina; la profundidad fue fijada en 400 m y el coeficiente de absorción en 43.9 dB/km. Los resultados que se obtienen corresponden a longitud, latitud, profundidad promedio y NASC promedio de las marcas de peces pelágicas seleccionadas. La incertidumbre asociada a los resultados de valores NASC se consideró en la metodología propuesta por esta rutina.

La discriminación de cardúmenes registrados por especie, fue realizada 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 Isoparatorales (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):

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

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 presentan las ecuaciones para la frecuencia 120 kHz utilizadas para las diferentes especies evaluadas en este estudio, así como en todos los estudios de PPP.

Tabla 2. Ecuaciones TS para las diferentes especies evaluadas, crucero IPIAP 2024-02-01 PPP, febrero 2024

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)

La densidad o número de peces (ρ) se calculó según la ecuación $\rho = \text{NASC}/\sigma$, donde $\sigma = 4 \pi 10\text{TS}/10$, mientras que la biomasa fue calculada para cada transecta en base al peso promedio (w) de cada pez, la cual se estimó con la 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)	= 0,0024 L ^{3,5229}	(L en cm)
Macarela (g)	= 0,0011 L ^{3,7907}	(L en cm)
Pinchagua (g)	= 0,0084 L ^{3,0541}	(L en cm)
Picudillo (g)	= 0,0528 L ^{2,5636}	(L en cm)
Chuhueco (g)	= 0,0021 L ^{3,5101}	(L en cm)
Sardina redonda (g)	= 0,0018 L ^{3,6867}	(L en cm)

2.2 Pesca comprobatoria

Para la ejecución de esta fase, se utilizaron cinco barcos pesqueros comerciales: En cada Fase estuvieron activos tres barcos (Los B/P y fibras participantes en esta campaña se detallan en la Tabla 3). Los B/P se dividieron de acuerdo a su función, esto es, oceánicos los que realizaron pesca comprobatoria fuera de las 8 mn y costeros los que realizaron pesca comprobatoria dentro de las 8 mn.

Tabla 3. Embarcaciones participantes crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, febrero 2024

Nombre de embarcación	Función para el crucero	Fecha inicio	Fecha fin	Matrícula	Cobertura
B/P FLORIDA	Científico y pesca	29/01/2024	09/02/2024	P-00-00899	Desde la frontera con Perú hasta Pedernales

B/P CARIPEI	pesquero oceánico	01/02/2024	09/02/2024	P-00-00916	Desde la frontera con Perú hasta Pedernales
B/P MARIA MONSERRATE III	pesquero costero	31/01/2024	03/02/2024	P-00-00874	Desde la frontera con Perú hasta Chanduy
B/P MARCILLO III	pesquero costero	03/02/2024	05/02/2024	P-06-05748	Desde Chanduy hasta Salango
Monserrate	Transporte de pesca	03/02/2024	05/02/2024	B-06-06267	Desde Chanduy hasta Salango
Eliud Elian I	Transporte de pesca	03/02/2024	05/02/2024	B-06-08074	Desde la frontera con Perú hasta Salango
B/P WELLINGTON JOSE	pesquero costero	05/02/2024	07/07/2024	P-04-00930	Desde Salango hasta B. de Caráquez
Jose Enrique	Transporte de pesca	05/02/2024	07/07/2024	B-04-09205	Desde Salango hasta B. de Caráquez
Niño Johao	Transporte de pesca	05/02/2024	07/07/2024	B-04-08329	Desde Salango hasta B. de Caráquez
Sra. Amada II	Transporte de pesca	05/02/2024	07/07/2024	B-04-07623	Desde Salango hasta B. de Caráquez
B/P JUAN PABLO 2	pesquero costero	07/02/2024	09/02/2024	P-04-00259	Desde B. de Caráquez hasta Pedernales
Margarita I	Transporte de pesca	07/02/2024	09/02/2024	B-05-05044	Desde B. de Caráquez hasta Pedernales
4 Hermanos Mark	Transporte de pesca	07/02/2024	09/02/2024	B-05-01127	Desde B. de Caráquez hasta Pedernales
Margarita VI	Transporte de pesca	07/02/2024	09/02/2024	B-05-03796	Desde B. de Caráquez hasta Pedernales

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

2.3 Arte de pesca

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

- ✓ 250 a 550 bz de largo por 55 bz de alto
- ✓ Luz o claro de malla: 28 mm (1 ½ pulgada) en la sección del cuerpo y cabecero

2.4 Obtención de Información biológica y pesquera

Personal técnico del IPIAP a bordo de la embarcación que realizó la pesca comprobatoria, obtuvo 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, 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 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

RESULTADOS

3.1 Estimación de biomاسas y abundancias de los Peces Pelágicos Pequeños (PPP)

La biomasa total de PPP en el área de estudio fue de 694 636 t, la especie con la mayor biomasa fue la botella con 272 669 t, representando el 39,3% del total estimado, mientras que sardina redonda registró el menor valor de biomasa con 11 234 t (1,6%) (Tabla 4).

Tabla 4. Biomasa en toneladas (t) estimada por transecto y especie de PPP durante el Crucero IPIAP 202-01-01 PPP, enero/febrero 2024

Zona	Transecto	Latitud	Longitud inicial	Longitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Biomasa (t)
Sur	1	03°19.998'S	80°19.176'O	81°12.366'O	801	28 643	0	5 361	0	0	34 804
	2	03°9.954'S	80°7.62'O	81°7.47'O	117 480	764	0	25 269	0	0	143 513
	3	03°00'S	80°24.492'O	81°8.478'O	30 403	14944	0	64 161	0	18 016	127 523
	4	02°50.022'S	80°24.498'O	81°13.578'O	89 875	14 944	0	0	0	30 571	200 837
	5	02°39.816'S	80°28.392'O	81°8.604'O	9 982	21 002	3 685	25 008	0	0	59 676
	6	02°29.91'S	80°38.61'O	81°9.378'O	0	0	0	4 189	0	0	4 189
	7	02°20.082'S	80°54.654'O	81°13.422'O	0	2 696	0	1 191	0	0	3 887
	8	02°10.098'S	80°51.408'O	81°13.632'O	0	2 258	4 145	3 208	5 862	0	15 474
	9	01°59.916'S	80°46.338'O	81°14.664'O	20 762	8 836	0	12 084	0	0	41 682
	10	01°49.998'S	80°46.068'O	81°18'O	0	0	958	16 049	4 066	0	21 074
	11	01°39.714'S	80°50.46'O	81°10.506'O	0	0	1 239	0	5 258	0	6 498
Norte	12	01°29.886'S	80°49.758'O	81°12.528'O	0	0	653	0	2 770	0	3 423
	13	01°19.668'S	80°46.494'O	81°12.45'O	466	636	0	3 235	0	0	4 338
	14	01°9.762'S	80°53.76'O	81°11.514'O	0	0	553	0	2 346	0	2 899
	15	00°59.814'S	80°52.632'O	81°6.504'O	0	0	0	0	0	0	0
	16	00°49.944'S	80°33.48'O	81°5.688'O	0	0	0	0	0	0	0
	17	00°40.116'S	80°29.442'O	81°1.416'O	0	0	0	2 613	0	0	2 613
	18	00°30.054'S	80°29.634'O	81°2.454'O	0	0	0	7 592	0	0	7 592
	19	00°40.944'S	80°32.48'O	80°55.688'O	0	0	0	10 874	0	0	10 874
	20	00°50.116'S	80°30.442'O	80°23.416'O	0	0	0	841	0	0	841
	21	00°00.054'S	80°19.634'O	80°40.454'O	2 899	0	0	0	0	0	2 899
	Totales				272 669	160 169	11 234	181 765	20 302	48 586	694 636
				%	39	23	2	26	3	7	100

3.2 Estimación de Abundancia de los Peces Pelágicos Pequeños

La abundancia total de PPP en el área de estudio fue 15,7 millones de individuos, el chuhueco fue la especie que acumuló el 28% del total estimado con 4,3 millones de individuos, mientras que la sardina redonda registró el menor valor con 0,4 millones de individuos (Tabla 5).

Tabla 5. Abundancia de ejemplares estimada por transecto y especie de PPP durante el Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, enero/febrero 2024

Zona	Transecto	Latitud	Longitud inicial	Longitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Abundancia (millones de ejemplares)
Sur	1	03°19.998'S	80°19.176'O	81°12.366'O	0,01	0,28	0,00	0,06	0,00	0,00	0,35
	2	03°9.954'S	80°7.62'O	81°7.47'O	1,26	0,01	0,00	0,42	0,00	0,00	1,70
	3	03°00'S	80°24.492'O	81°8.478'O	0,31	0,20	0,00	1,03	0,00	1,50	3,05
	4	02°50.022'S	80°24.498'O	81°13.578'O	1,02	1,16	0,00	0,00	0,00	2,78	4,96
	5	02°39.816'S	80°28.392'O	81°8.604'O	0,15	0,40	0,12	0,58	0,00	0,00	1,24
	6	02°29.91'S	80°38.61'O	81°9.378'O	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,16
	7	02°20.082'S	80°54.654'O	81°13.422'O	0,00	0,14	0,00	0,07	0,00	0,00	0,21
	8	02°10.098'S	80°51.408'O	81°13.632'O	0,00	0,05	0,15	0,08	0,15	0,00	0,43
	9	01°59.916'S	80°46.338'O	81°14.664'O	0,31	0,17	0,00	0,28	0,00	0,00	0,77
	10	01°49.998'S	80°46.068'O	81°18'O	0,00	0,00	0,05	0,57	0,15	0,00	0,77
	11	01°39.714'S	80°50.46'O	81°10.506'O	0,00	0,00	0,06	0,00	0,18	0,00	0,24
Norte	12	01°29.886'S	80°49.758'O	81°12.528'O	0,00	0,00	0,03	0,00	0,08	0,00	0,11
	13	01°19.668'S	80°46.494'O	81°12.45'O	0,01	0,02	0,00	0,13	0,00	0,00	0,17
	14	01°9.762'S	80°53.76'O	81°11.514'O	0,00	0,00	0,04	0,00	0,13	0,00	0,18
	15	00°59.814'S	80°52.632'O	81°6.504'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	16	00°49.944'S	80°33.48'O	81°5.688'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	17	00°40.116'S	80°29.442'O	81°1.416'O	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,06
	18	00°30.054'S	80°29.634'O	81°2.454'O	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19
	19	00°40.944'S	80°32.48'O	80°55.688'O	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,38
	20	00°50.116'S	80°30.442'O	80°23.416'O	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02
	21	00°00.054'S	80°19.634'O	80°40.454'O	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
Totales					3,15	2,43	0,45	4,06	0,70	4,29	15,07
					20,87	16,12	3,00	26,91	4,65	28,45	100,00
					%						

3.4 Distribución horizontal y vertical de las principales especies pelágicas pequeñas

La distribución horizontal observada de los PPP (botella, pinchagua, macarela, chuhueco, picudillo y sardina redonda) denota varias áreas con mayor concentración de biomasa, localizadas en la parte externa del Golfo de Guayaquil (45 millas de la Isla Santa Clara), en los alrededores de la Puntilla de Santa Elena y frente de Pedernales (Figura 2a). En tanto que la distribución vertical fue registrada desde 35 m hasta 200 m de profundidad, en la Figura 2b se puede observar que 75% de la biomasa se encontraba localizada entre los 125 y 200 m.

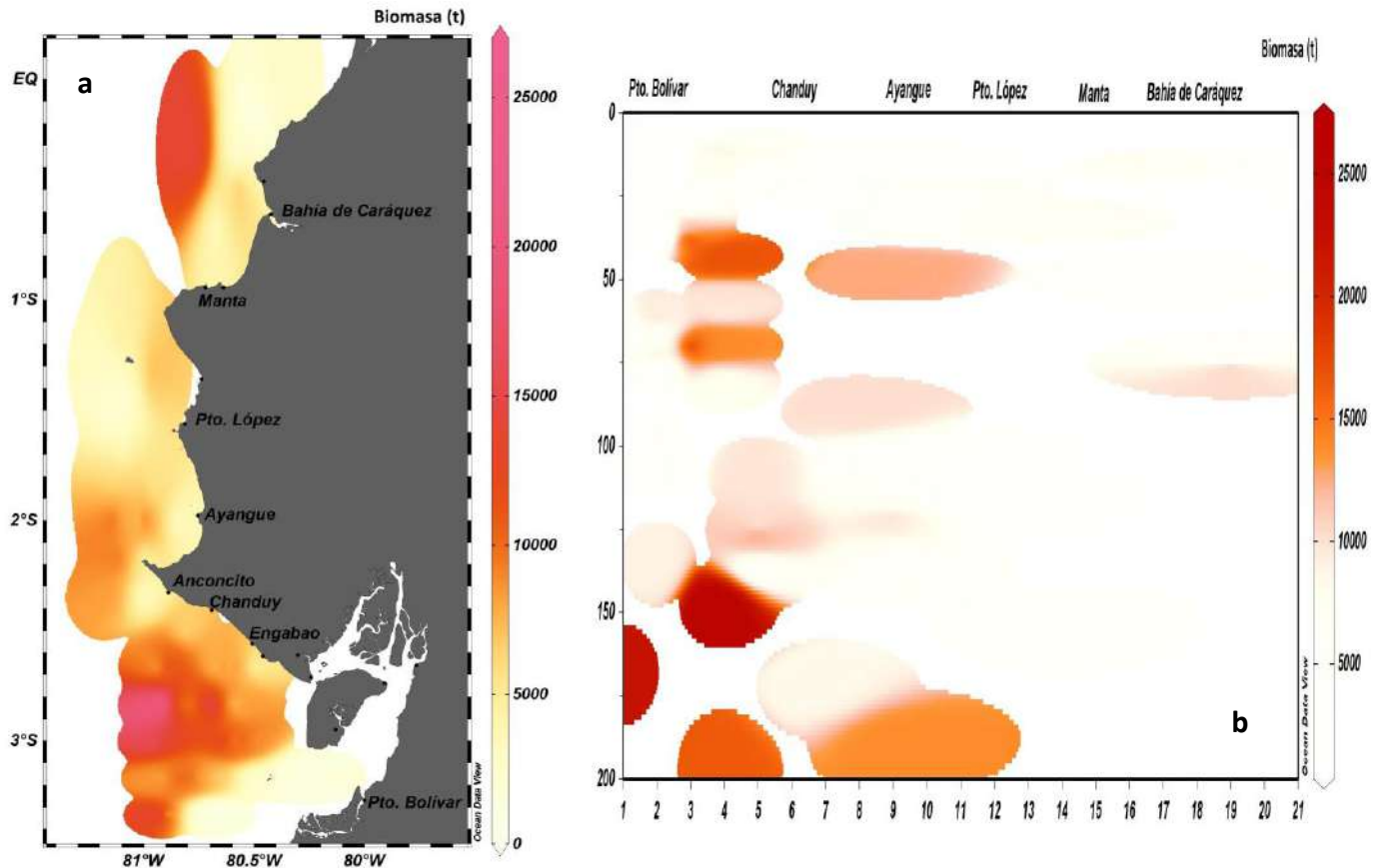


Figura 2. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de las principales especies pelágicas pequeñas, durante el Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, enero/febrero 2024.

3.4.1 Macarela (*Scomber japonicus*)

Se observaron tres núcleos de concentración, uno alrededor de la Puntilla de Santa Elena, cerca de la frontera con Perú, y a 40 millas de Villamil Playas. Su distribución horizontal presentó un comportamiento más oceánico a lo largo de costa.

En cuanto a su distribución vertical, estuvo entre 130 y 200 m, con mayor concentración entre los 140 y 175 m. La densidad acústica promedio de esta especie fue de 25 t mn^{-2} (Figura 3).

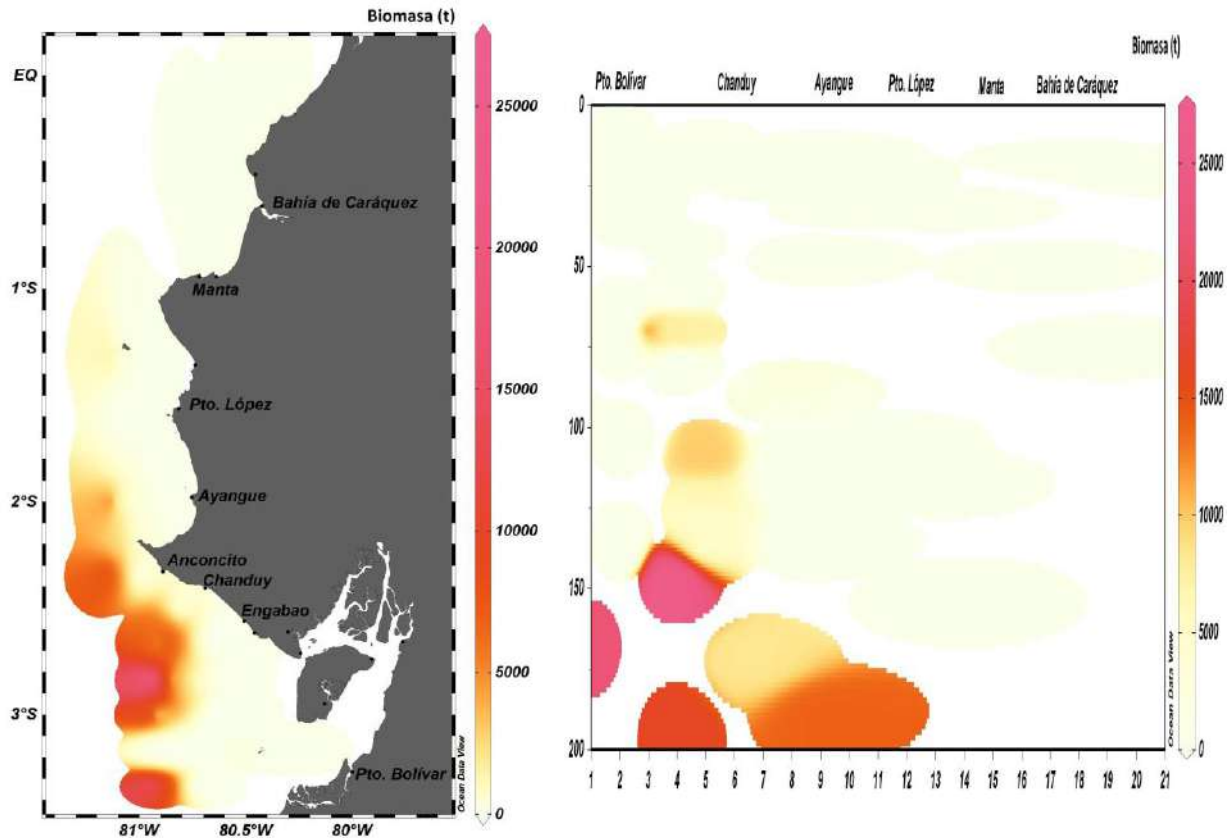


Figura 3. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de macarela, durante el Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, enero/febrero 2024

3.4.2 Botella (*Auxis* spp.)

La mayor concentración estuvo a 40 millas de Villamil Playas, presentó tres distribuciones sectorizadas, dos cercas a la costa y otra más oceánica. La distribución vertical de esta especie fluctuó entre 35 y 150 m, con una mayor concentración entre los 50 y 80 m de la columna de agua. La densidad acústica promedio fue de 42 t mn⁻² (Figura 4).

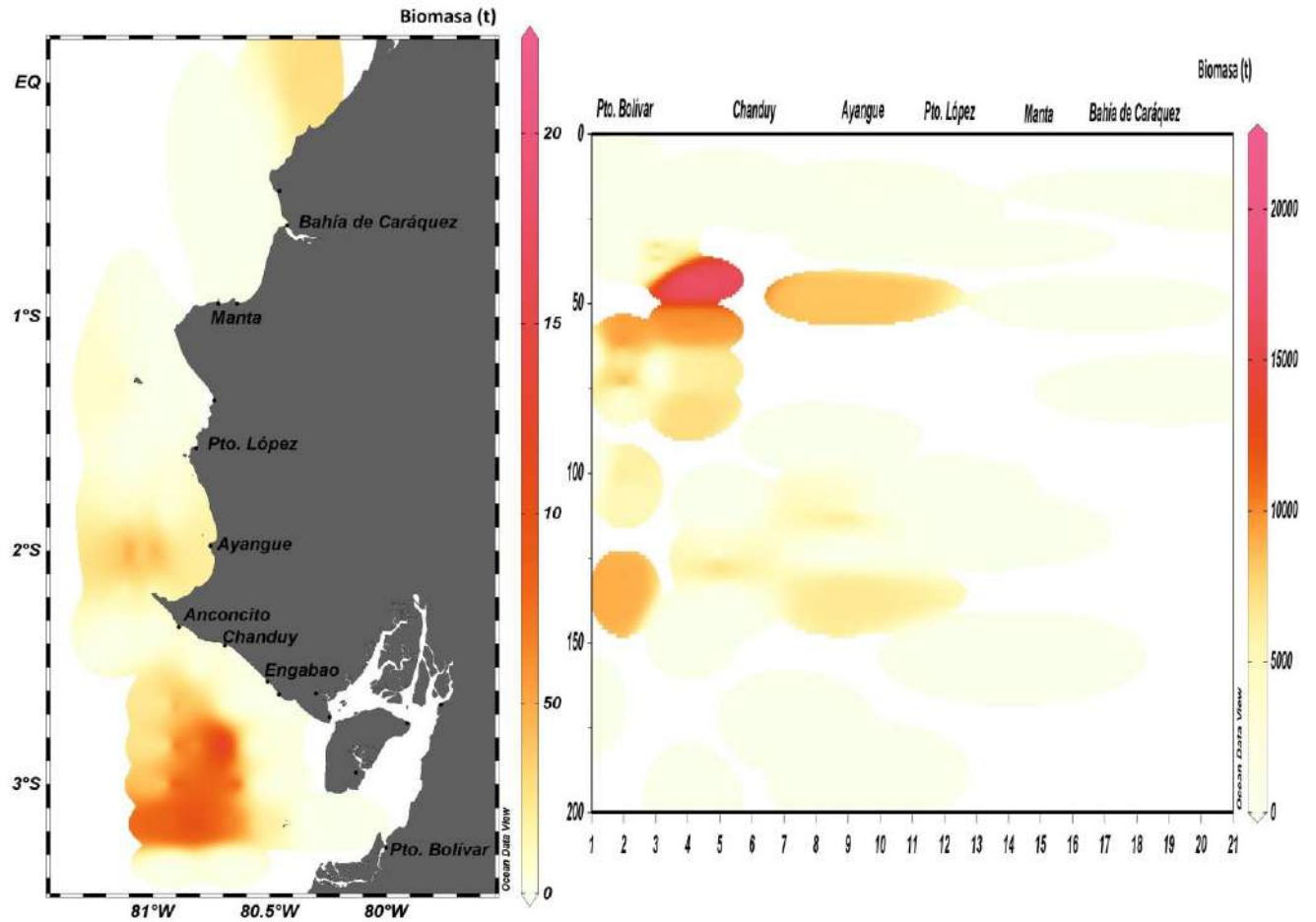


Figura 4. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de botella, durante el Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, enero/febrero 2024

3.4.3 Sardina redonda (*Etrumeus teres*)

Su distribución fue muy dispersa y en pequeñas concentraciones, presentando tres zonas más visibles: uno frente a Engabao, por la Puntilla de Santa Elena y otro frente a Manta (Figura 5), en tanto que su distribución vertical varió entre 0 y 180 m, con mayor concentración en 125 m de profundidad. La densidad acústica promedio fue de $1,7 \text{ t mn}^{-2}$.

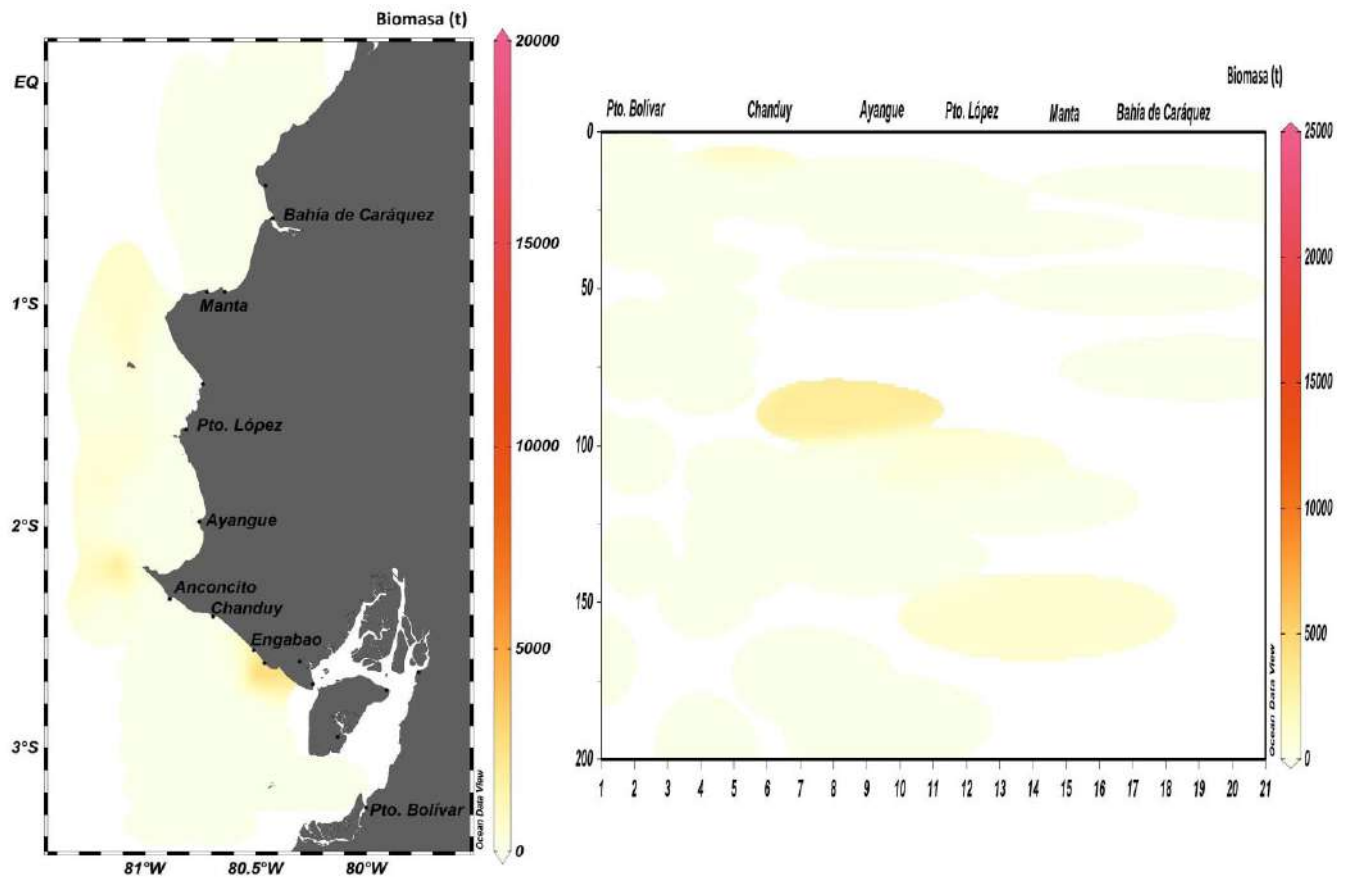


Figura 5. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de sardina redonda, durante el Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, enero/febrero 2024

3.4.4 Pinchagua (*Opisthonema* spp.)

Para esta especie se observó una distribución horizontal paralela a la costa ecuatoriana, presentando la mayor biomasa frente a Bahía de Caraquez, Machalilla, Chanduy, Engabao y a los alrededores de la Isla Santa Clara e Isla Puná. La distribución vertical fluctuó entre los 0 y 80 m de profundidad. La densidad acústica de esta especie fue de 28 t mn^{-2} (Figura 6).

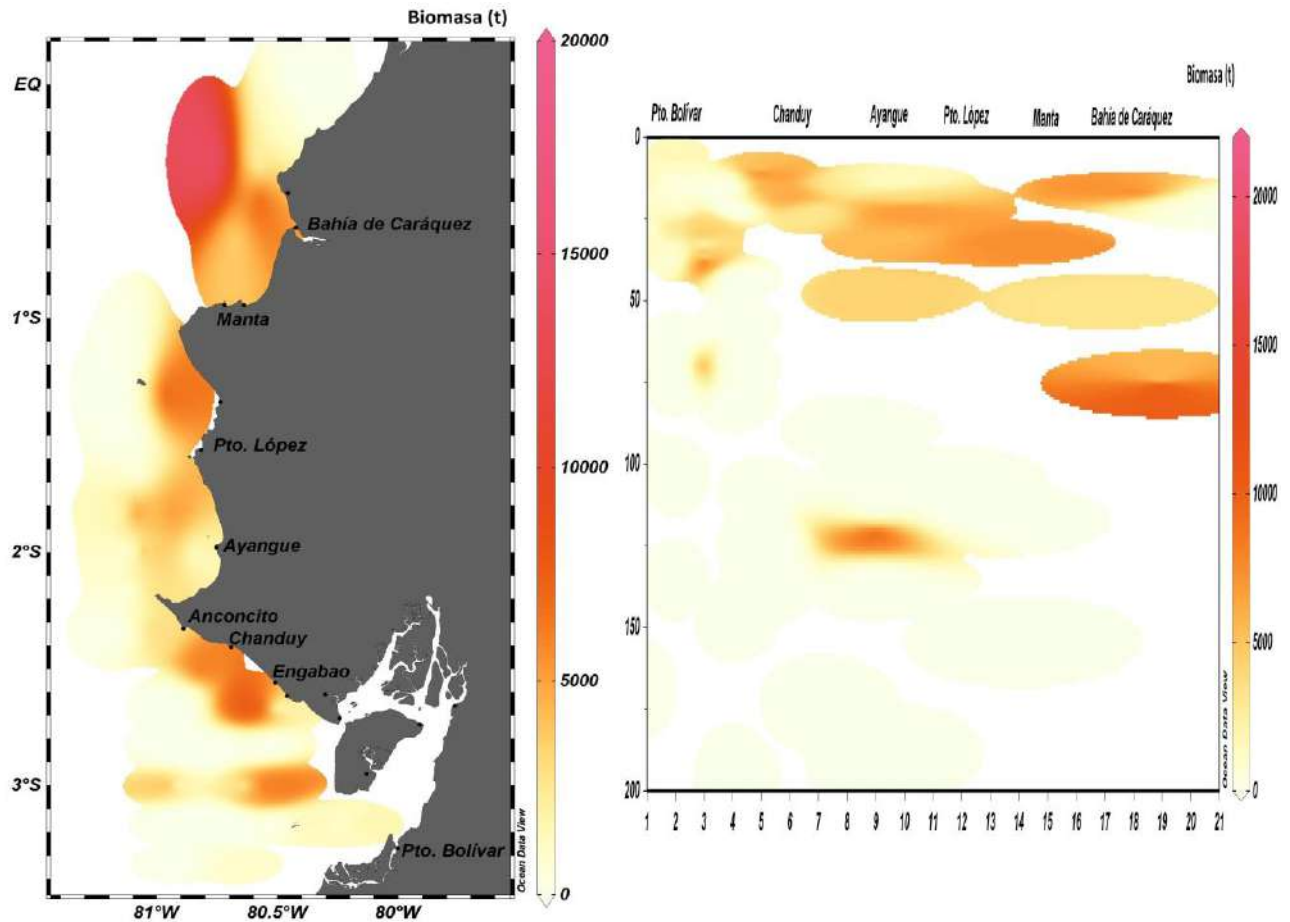


Figura 6. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de pinchagua, durante el Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, enero/febrero 2024

3.4.5 Picudillo (*Decapterus macrosoma*)

Se observaron varios núcleos de concentración y una distribución amplia desde la Puntilla de Santa Elena hasta frente a Manta. Estos núcleos estuvieron ubicados principalmente frente a la Puntilla de Santa Elena, Bajo El Cope y Manta. La distribución vertical estuvo entre 70 y 170 m de profundidad, con mayor concentración entre 70 y 150 m. Se estimó una densidad acústica de $3,2 \text{ t mn}^{-2}$ (Figura 7).

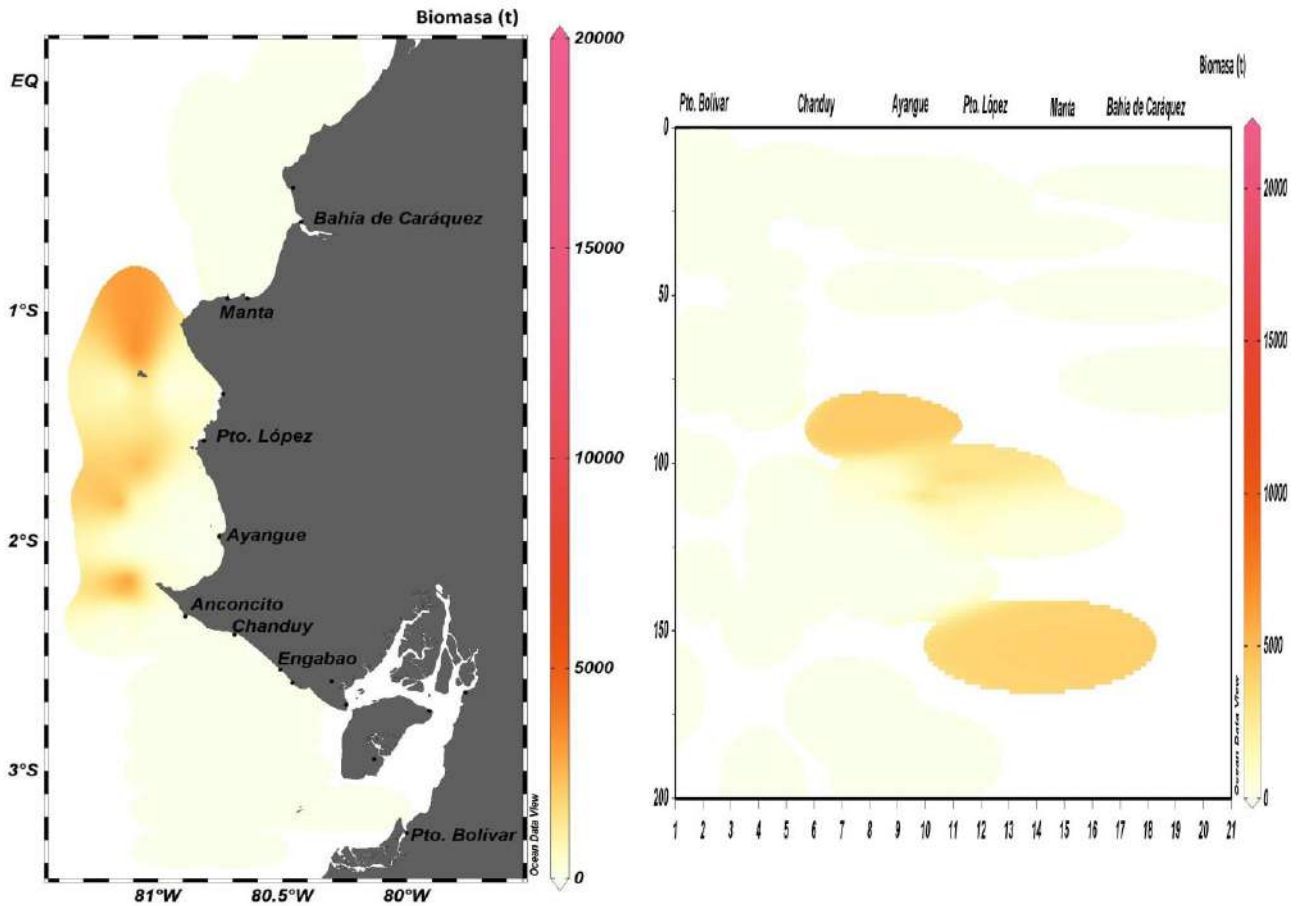


Figura 7. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de picudillo, durante el Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, enero/febrero 2024

3.4.6 Chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*)

La distribución de esta especie presentó un núcleo de concentración ubicado alrededor de la Isla Santa Clara y Puná. La distribución vertical fluctuó entre 10 y 40 m de profundidad, con una densidad acústica de $7,5 \text{ t mn}^{-2}$ (Figura 8).

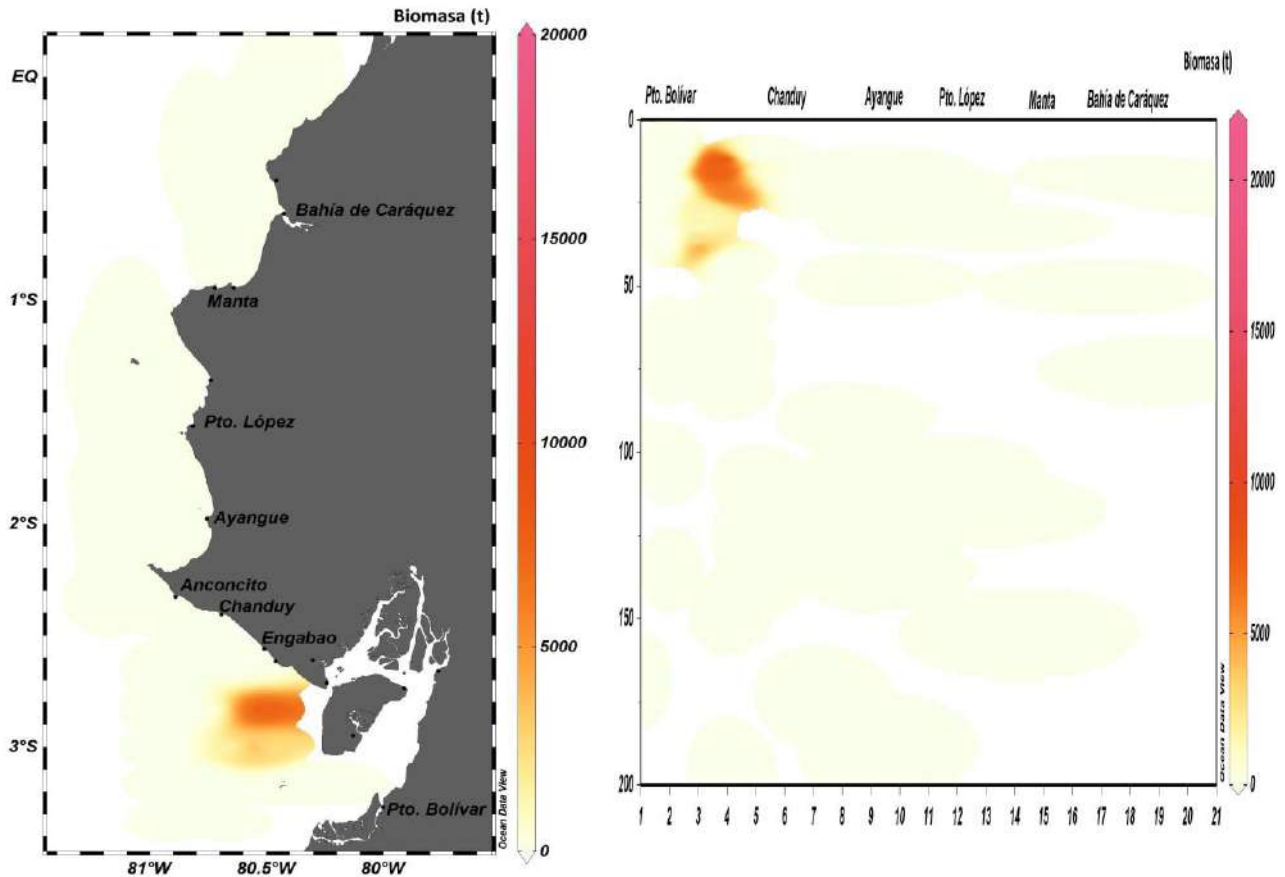


Figura 8. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de chuhueco, durante el Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, enero/febrero 2024

3.5 Estimación de la biomasa por milla de los peces pelágicos pequeños

El 92 % de la biomasa estimada fue registrada a partir de la milla 8, mientras que entre la milla 6 a 8 fue de 6%, de la milla 4 a 6 el 1% y de 0 a 4 millas acumuló 1% (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución de la biomasa de PPP por millas, durante el Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, enero/febrero 2024

Especies	Biomasa en relación a la Distancia a la costa [mn]				Total
	0 - 4	4 - 6	6 - 8	> 8	
Botella	0	2 077	0	270 592	272 669
Macarela	0	0	2 631	157 538	160 169
Sardina redonda	3 863	0	3 288	4083	11 234
Pinchagua	3 089	5312	30 101	143 172	181 675
Picudillo	0	0	4 296	16 007	20 302
Chuhueco	0	0	0	48 586	48 586
Total	6 952	7 390	40 315	639 978	694 636
%	1%	1%	6%	92%	100%

3.6 Límite de confianza de la biomasa estimada

Se obtuvo un límite superior (LC+) de 696 929 t y un límite inferior (LC-) de 692 342 t. El porcentaje de error de acuerdo con los LC calculados fue del 0,33 %.

3.7 Pesca comprobatoria

Se realizaron un total de 29 lances de pesca comprobatoria (23 lances efectivos y 6 lances descartados/nulos), se capturaron un total de 422 t. Fuera de las 8 millas se capturaron 343,00 t, mientras que 79 t dentro de las primeras 8 millas náuticas (Figura 9).

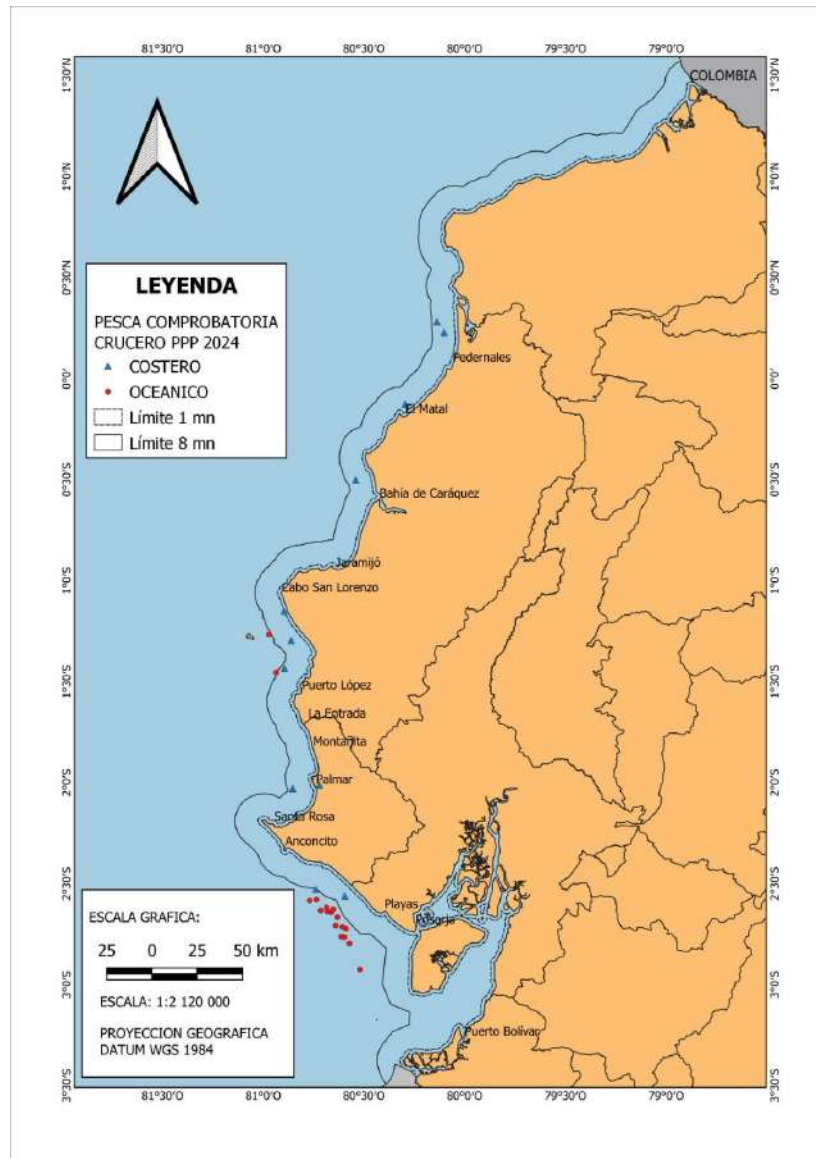


Figura 9. Distribución de los lances de pesca comprobatoria dentro y fuera de las 8 millas náuticas durante el crucero IPIAP-2024-01-01 PPP, enero/febrero de 2024

Del total capturado, mayormente estuvo representada por especies pelágicas pequeñas como pinchagua (87%), botella (4%), y el grupo “otras especies” (9%); este último estuvo conformado mayormente por hojita, burro y bonito pata seca que representaron el 5%, 2% y 1%, respectivamente (Figura 10).

El 71% de individuos de botella analizados comprendieron individuos juveniles, a diferencia de la pinchagua que estuvo mayormente representada por adultos (86%). Por otro lado, entre las especies asociadas, el 75% de los individuos capturados de hojita, eran juveniles.

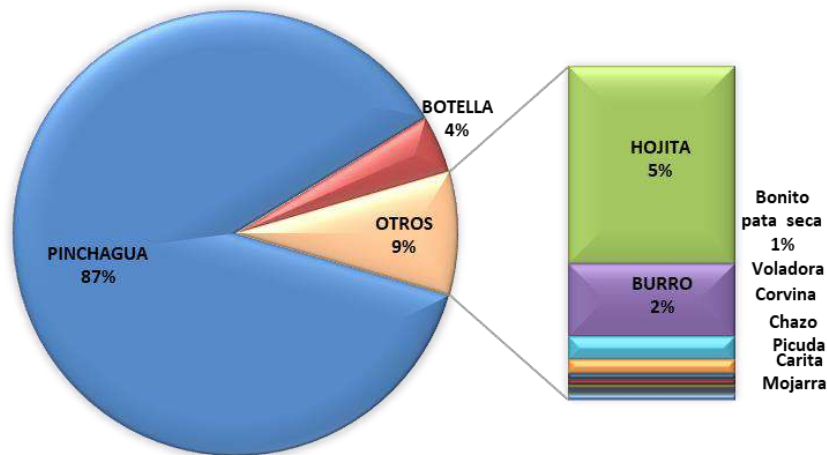


Figura 10. Composición de especies, Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, enero/febrero 2024

3.8 Aspectos biológicos

3.8.1 Estructura de tallas

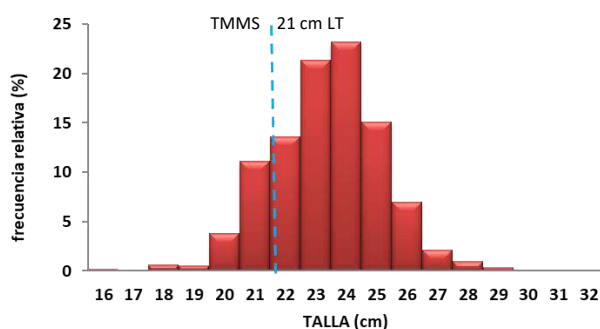
En los lances de pesca comprobatoria, la pinchagua registró un rango de longitudes entre 16 y 32 cm de Longitud Total (LT), con una moda de 24 cm LT, el 16% de los individuos presentaron una longitud inferior a la LMMS (Longitud Media de Madurez Sexual) calculada para esta especie (21 cm LT). La pinchagua registró individuos en estadio II (11%), III (17%), IV (57%) y V (15%).

La botella registró una estructura de tallas de 21 a 33 cm LF, presentando una moda de 23 cm LT y talla promedio de captura de 26 cm LF, el 67% de individuos presentaron longitudes inferiores a la LMMS (25.3 cm LF), y los estadios de madurez presentes fueron II (14%), III (10%), IV (29%) y V (47%)

La estructura de tallas de hojita (grupo "otros") fluctuó entre 15 y 24 cm LT, presentando una moda de 19 cm LT y una talla promedio de captura de 20.2 cm LT. El 75% de individuos capturados presentaron longitudes inferiores a la LMMS calculada para esta especie (19.75 cm LT). Los estadios de madurez correspondieron a II (8%), III (22%), IV (47%) y V (23%).

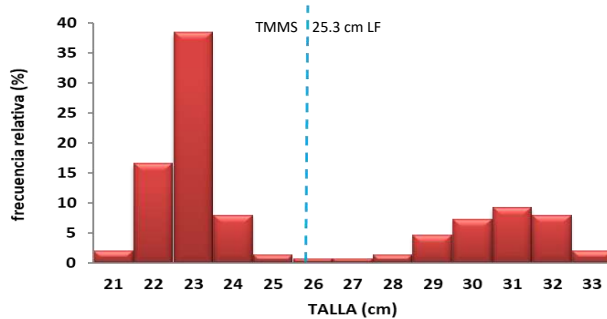
La especie voladora (*Oligoplites* spp.) registró un rango de tallas entre 18 y 30 cm LT, presentando una moda de 25 cm LT y una talla de captura de 23.8 m LT. La estructura de madurez comprendió los estadios II (14%), III (19%) y IV (67%) (Figura 11).

Pinchagua (*Opisthonema* spp.)



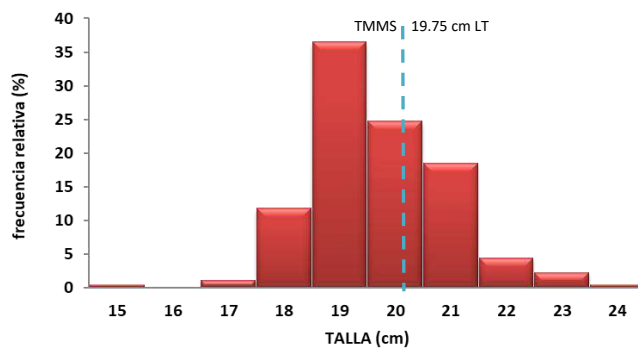
PARAMETROS	RESULTADOS
Rango de Tallas:	16 - 32 cm LT
Talla Promedio Captura:	22.9 cm LT
<TMMS (LT50%):	0.16
>TMMS (LT50%):	0.84
Porcentaje Machos:	49%
Porcentaje Hembras:	50%
Porcentaje indeterminados:	1%
Madurez Sexual:	II (11%), III (17%) IV (57%), V (15%)

Botella (*Auxis* spp.)



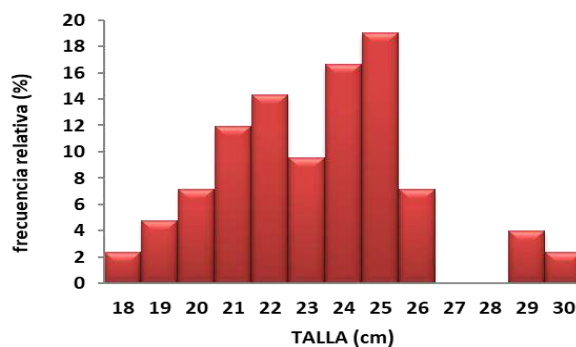
PARAMETROS	RESULTADOS
Rango de Tallas:	21 - 33 cm LF
Talla Promedio Captura:	26 cm LF
<TMMS (LT50%):	0.67
>TMMS (LT50%):	0.33
Porcentaje Machos:	42%
Porcentaje Hembras:	57%
Porcentaje indeterminados:	1%
Madurez Sexual:	II (14%), III (10%), IV (29%), V (47%)

Hojita (*Chloroscombrus orqueta*)



PARAMETROS	RESULTADOS
Rango de Tallas:	15 - 24 cm LF
Talla Promedio Captura:	20.2 cm LF
<TMMS (LT50%):	0.75
>TMMS (LT50%):	0.25
Porcentaje Machos:	50%
Porcentaje Hembras:	48%
Porcentaje indeterminados:	2%
Madurez Sexual:	II (8%), III (22%), IV (47%), V (23%)

Voladora (*Oligoplites* spp.)



PARAMETROS	RESULTADOS
Rango de Tallas:	18 - 30 cm LT
Talla Promedio Captura:	23.8 cm LF
<TMMS (LT50%):	-
>TMMS (LT50%):	-
Porcentaje Machos:	53%
Porcentaje Hembras:	47%
Porcentaje indeterminados:	2%
Madurez Sexual:	II (9%), III (19%), IV (72%)

Figura 11. Estructura de tallas de las principales especies capturadas en lances de pesca comprobatoria, durante el Crucero IPIAP 2024-01-01 PPP, enero/febrero 2024

4. DISCUSIÓN

Durante la campaña de investigación de enero/febrero de 2024, se estimó una biomasa de 694 636 t, siendo la de mayor presencia la botella con 272 669 t, seguida de pinchagua con 181 675 t y macarela con 160 169 t. Contrastando estos resultados con lo alcanzado en la última campaña de investigación (diciembre 2022), se observa similitud en los valores de biomasa total y por especie, con excepción de la presencia de la especie sardina redonda que en esta campaña presentó el 1,6 %, mientras que botella, pinchagua y chuhueco sus biomásas aumentaron significativamente.

La densidad acústica promedio del área de estudio fue de 108 t mn⁻², el Golfo de Guayaquil sigue siendo el área con mayor densidad. Además, se encontraron pocos núcleos de concentración de cardúmenes más densos pero distante el uno del otro; a diferencia a los cruceros acústicos anteriores, esto indica que las especies de PPP estarían formando grandes bancos de peces.

Verticalmente, la mayor concentración de biomasa de PPP se encontró entre los 125 y 200 m de profundidad, concentrándose la mayor biomasa entre 140 y 180 m de profundidad, esta condición puede estar relacionada a condiciones no favorables como la temperatura (23,1°C y 25,3°C, con un promedio de 24,3°C). Este rango de temperatura solo favorece a ciertas especies de PPP tales como botella, pinchagua y chuhueco.

Del análisis espacial realizado por milla náutica costa afuera, el 92% del total de la biomasa se encontraba fuera de las 8 millas, similar al crucero de diciembre de 2022 que fue época de reproducción, la mayor parte de los peces se encontraban lejos de la costa, con excepción de la pinchagua y chuhueco.

El porcentaje de error de acuerdo con los LC calculados fue del 0,33%, en comparación a los últimos cruceros que fueron de 0, 78 y 1,40 hasta 18%, expresando este límite de confianza una incertidumbre menor.

La mayor cantidad de especies fue encontrada fuera de las 8 millas náuticas, acumulando el 81%, en tanto dentro de las 8 millas fue de 9% capturando principalmente pinchagua, corroborando el análisis de composición de especies de campañas previas de investigación, se observa que es la primera vez que se obtiene volúmenes importantes de pinchagua cerca a la costa (Tabla 6).

Tabla 6: Captura en porcentaje por especie capturada en la pesca comprobatoria

Especies	Nombre científico	Peso (ton)	% Captura
Pinchagua	<i>Opisthonema</i> spp.	334.25	78
Hojita	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	66.86	16
Carita	<i>Selene peruviana</i>	7.00	2
Burro	<i>Caranx Caninus</i>	7.00	2
Menudo	nn	3.65	1
Mojarra	<i>Diapterus</i> spp.	2.85	1
Corvina	<i>Cynoscion</i> spp.	0.28	0
Botellita	<i>Auxis thazard</i>	0.24	0
Robalo	<i>Centropomus</i> spp.	0.14	0
Sierra	<i>Scomberomorus sierra</i>	0.13	0
Picuda	<i>Sphyrnaena ensis</i>	0.04	0
Total			100.00

Especies pelágicas pequeñas como botella y pinchagua conformaron mayormente la pesca comprobatoria (91%), a diferencia de “otras” especies no pelágicas, asociadas a esta pesquería que estuvo representada principalmente por capturas mínimas de hojita y carita (9%).

El 67% de pinchagua analizada y 33% de botella presentaron longitudes superiores a la Longitud Media de Madurez Sexual (LMMS); es decir que se encontraban en pleno proceso de reproducción, revalidando que las fechas establecidas de las vedas concuerdan con la actividad reproductiva de las especies PPP.

5. CONCLUSIONES

- La biomasa de PPP en el Golfo de Guayaquil fue de 69 636 t, representada por el 39% botella, 26% pinchagua, 23% macarela, 7% chuhueco, 3% picudillo y 2% para sardina redonda.
- 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 92% fuera de las 8 millas náuticas.
- El porcentaje de error de acuerdo al LC calculados es relativamente bajo (0,33%), lo que nos demuestra que los valores de biomasa estimados están cercano a la realidad disponible de PPP en toda el área de estudio.
- Los lances de pesca comprobatoria se ejecutaron fuera y dentro de las 8 millas estuvieron compuestos mayormente por especies pelágicas pequeñas tales como pinchagua y botella acumulando el 91% de la captura total.
- Se observó una distribución horizontal de los PPP (macarela, botella, pinchagua, chuhueco, picudillo y sardina redonda) un poco reducida y acumulándose en tres núcleos importantes como son el Golfo de Guayaquil, alrededores de la Puntilla de Santa Elena y frente a Pedernales.
- Se observó que especies como pinchagua y botella se capturaron en zonas más cercanas a la costa.
- Aproximadamente, el 67% de los individuos capturados de botella se encontraban en longitudes inferiores a la TMMS, sin embargo, el 76% de las especies se encontraban en periodo reproductivo (estadio IV -próximos a desovar/evacuar- y estadio V -desovados/evacuados).

6. BIBLIOGRAFÍA

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.

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

IPIAP, 2024. Estadísticas pesqueras, Peces Pelágicos Pequeños.
<https://institutopesca.gob.ec/estadisticas-pesqueras/>

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.

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

Romero, A., G. Ponce, N. González y M. Hurtado. 2022. Estimación hidroacústica de las principales
especies de peces pelágicos pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial. Informe técnico.