

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

**Estimación  
hidroacústica,  
distribución  
geoespacial y  
condiciones biológicas  
de los principales  
peces pelágicos  
pequeños en el  
Ecuador**

**CRUCERO  
IPIAP 2025-02-01 PPP**



## Contenido

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 .....	8
2.4.2 Desarrollo Gonadal y Proporción Sexual .....	8
2.5 Composición de las capturas .....	8
2.6 Estimación de límites de confianza .....	9
2.7 Análisis Ictioplanctónico .....	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 .....	11
3.4 Distribución horizontal y vertical de las principales especies pelágicas pequeñas .....	11
3.4.1 Macarela ( <i>Scomber japonicus</i> ) .....	12
3.4.2 Botella ( <i>Auxis</i> spp.) .....	13
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> ) .....	15
3.5 Estimación de la biomasa de los peces pelágicos pequeños por milla .....	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
3.9 Fauna Ictioplanctónica .....	20
3.9.1 Composición de Huevos y Larvas de Peces .....	20
3.9.2 Abundancia de Huevos y Larvas de peces .....	21
3.9.2.1 Distribución Superficial .....	21
3.9.2.2 Distribución vertical .....	23
3.9.3 ESTADIOS DE DESARROLLO .....	24
3.9.4 DIVERSIDAD .....	25
3.9.5 SIMILITUD .....	26



4. DISCUSIÓN .....	27
5. CONCLUSIONES .....	30
6. BIBLIOGRAFIA.....	31

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

Álvaro Romero, Natalia González, Rodrigo Moreno, Gregoria Calderón, Geovanny Sandoval y Ángel Muñoz

## 1. INTRODUCCIÓN

Los principales recursos de Peces Pelágicos Pequeños (PPP) de interés económico en el Ecuador, comprende macarela (*Scomber japonicus*), botella (*Auxis* sp.), picudillo (*Decapterus macrosoma*), sardina redonda (*Etrumeus teres*), pinchagua (*Opisthonema* spp.) y chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*); 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.

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

Su distribución geográfica es muy amplia y sus biomasa 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 por las afectaciones originadas por la actividad de la pesca.

El análisis de la biología reproductiva de peces es de esencial importancia en la evaluación y manejo de las pesquerías. Es necesario que no sólo la población total se mantenga por encima de cierto nivel de abundancia o biomasa, sino también, que la estructura de edad y/o tamaños de la población se encuentre en un estado en el cual sea capaz de mantener el nivel de reproducción. El potencial reproductivo de una población, estimado a partir de estos parámetros y de la estructura de la fracción desovante, es una variable crítica que puede explicar en parte los cambios observados en el reclutamiento de una especie (Marshall et al., 1998).

El Ictioplancton provee información acerca de las primeras etapas de vida de los peces, siendo esto esencial para el entendimiento de las asociaciones entre la ictiofauna y su ambiente, también permite conocer diferentes etapas de desarrollo larval, así como datos sobre el tipo de recurso pesquero, la determinación de épocas de desove y reproducción, además conocimientos sobre la ecología de estos organismos (Palma & Silva, 2004).

El ictioplancton constituye un componente importante dentro de las comunidades planctónicas por presentar la mayor relevancia en términos de potencialidad pesquera, siendo la base fundamental de la cadena trófica, y desde cierto punto de vista, es uno de los aspectos más importante en el ámbito pesquero (Cury et al., 2001).

Con la finalidad de incrementar los conocimientos en el mar ecuatoriano sobre los recursos pelágicos pequeños, específicamente en aspectos poblacionales (biomasa, abundancia, distribución geoespacial), y aspectos reproductivos, el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) en alianza público-privada, con la participación de la Cámara Nacional de Pesquería (CNP), MORANPEZ S.A y la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) llevaron a cabo del 12 al 22 de febrero de 2025 el 8º 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 2025, autorizada por la SRP mediante Acuerdo Nro. MPCEIP-SRP-2025-0016-A del 12 de febrero de 2025.

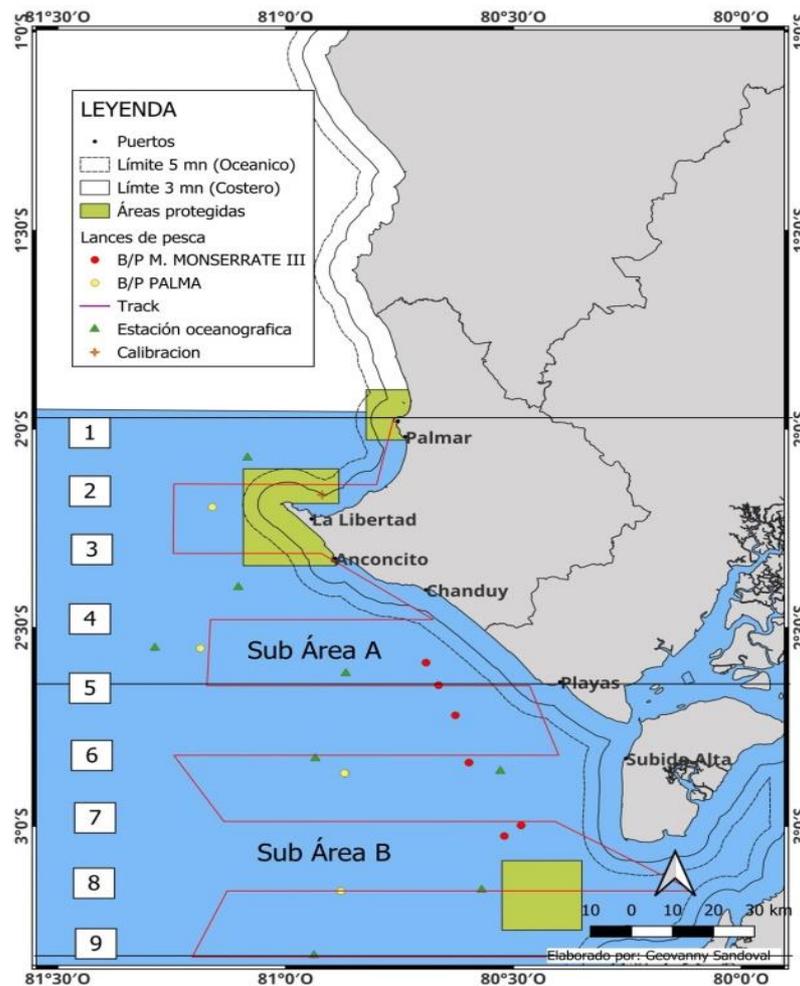
Los resultados alcanzados servirán como sustento basado en ciencia para los tomadores de decisión en cuanto al manejo sustentable y sostenible de los recursos, y para la flota pesquera conocer el estado actual de los peces pelágicos pequeños en el mar ecuatoriano.

## 2. MATERIALES Y METODOS

Se prospectó un área total de 3.365 mn<sup>2</sup> desde la latitud 02°00'S (Palmar) 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 9 transectos perpendiculares a la costa y paralelos entre sí (Figura 1). El área de estudio comprendió 2 Sub-áreas distribuidas de la siguiente manera:

Sub-área A: desde Palmar hasta Playas

Sub-área B: desde Playas hasta la frontera entre Ecuador y Perú



**Figura 1. Área de estudio, Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025**

Este crucero se realizó en una sola fase de investigación desde el 12 al 22 de febrero de 2025, se recolectaron datos acústicos para determinar las marcas de peces pelágicos pequeños presentes en 9 transectos, complementándolo con datos de 11 lances de pesca comprobatoria sobre cardúmenes identificados durante la prospección.

## 2.1 BIOMASA, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL

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

**Tabla 1. Características generales de la embarcación “científica”, crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025**

<b>Nombre de embarcación</b>	B/P Polar I
<b>Matrícula</b>	P-00-0716
<b>Eslora</b>	37,72 m
<b>Manga</b>	7,92 m
<b>Puntal</b>	4,2 m
<b>TRN</b>	80,00 t
<b>Potencia</b>	705 HP
<b>Ecosonda científica</b>	EY60 SIMRAD, 120 KHz
<b>Zona</b>	Toda el área de estudio (12 al 22 de febrero de 2025)

El B/P POLAR I llevó el ecosonda científico portátil SIMRAD EY60 con la frecuencia de 120 KHz. El diseño del sistema de muestreo acústico consistió en realizar 9 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 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 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):

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

Dónde: L es la longitud del pez en cm y b<sub>20</sub> (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 2025-02-01 PPP, febrero 2025**

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

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)	= 0,1349 L <sup>2,3447</sup>	(L en cm)
Macarela (g)	= 0,0016 L <sup>3,7107</sup>	(L en cm)
Pinchagua (g)	= 0,0084 L <sup>3,0696</sup>	(L en cm)
Picudillo (g)	= 0,0528 L <sup>2,5636</sup>	(L en cm)
Chuhueco (g)	= 0,0021 L <sup>3,5101</sup>	(L en cm)
Sardina redonda (g)	= 0,0018 L <sup>3,6867</sup>	(L en cm)

## 2.2 PESCA COMPROBATORIA

Para la pesca comprobatoria se utilizaron 2 barcos pesqueros comerciales; durante todo el estudio estas embarcaciones estuvieron activas. Los B/P participantes en esta campaña se detallan en la Tabla 3, estos se dividieron, de acuerdo a su función en la ejecución del estudio, en oceánicos que realizaron pesca comprobatoria fuera de las 5 mn, y el costero que realizó pesca comprobatoria desde la milla 3 hasta las 10 millas.

**Tabla 3. Embarcaciones participantes crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025**

Nombre de embarcación	Función para el crucero	Fecha inicio	Fecha fin	Matrícula	Cobertura
B/P PALMA	Pesca de la milla 5 en adelante	15/02/2024	22/02/2024	P-00-0906	Todo
B/P MARIA MONSERRATE III	Pesca de la milla 3 hasta la milla 10	15/02/2024	22/02/2024	P-00-00874	Todo

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 fueron:

- 250 a 550 bz de largo por 55 bz de alto
- Luz o claro de malla: 28 mm (1 ¼ 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 realizó pesca comprobatoria, obteniéndose 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 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:

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

**Donde:**

x: media del conjunto de datos (biomasa),

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

$\sigma$ : desviación estándar

n: tamaño de la muestra

## 2.7 ANÁLISIS ICTIOPLANCTÓNICO

Las muestras de ictioplancton fueron colectadas mediante arrastres verticales (0-70 m de profundidad), y arrastres superficiales con una duración de 5 min y a una velocidad de 2 nudos. Se utilizaron redes tipo Bongo de 60 cm de diámetro, 3.2 m de longitud; y con 300  $\mu$ m de abertura de malla.

Las muestras ictioplanctónicas fueron fijadas en una solución de formalina al 4%. En el laboratorio se separó y cuantificó la totalidad de cada una de las muestras, las mismas que se estandarizaron a número de individuos/10 m<sup>2</sup>, a partir del método descrito por Smith y Richardson (1979). La identificación de los huevos se realizó utilizando las claves de Moser (1996), Beltrán-León y Ríos (2000), Calderón (2011) y Calderón et al., (2021).

La composición y abundancia de las especies de estudio, se determinó generando un listado sistemático de las especies presentes siguiendo los lineamientos de Eschmeyer (2011); a cada especie se le agregó el tipo de hábitat de donde viven los adultos de acuerdo con Fisher et al., (1995) (FishBase, Versión electrónica 11/2010), esto es: Ar (asociados arrecife), Dp (demersales de profundidad), Ds (demersales superficiales), Mp (mesopelágicos), Pc (pelágicos costeros), Po (pelágicos oceánicos) y Bp (bento-pelágicos).

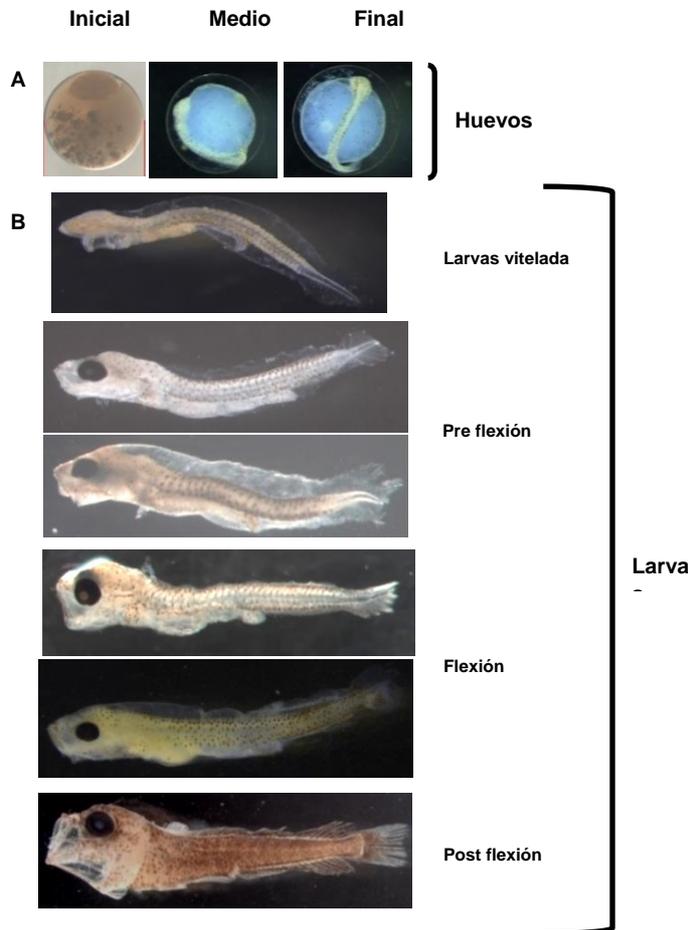
Para conocer los índices ecológicos de la comunidad se calculó: Diversidad (H' Shannon & Wiener, 1949 (H' = -  $\sum_{i=1}^n p_i (\log_2 p_i)$ )), riqueza de especies (Margalef, 1974 (d= S-1/log N)), y equidad J' (Pielou, 1966 (J' = H' / H.máx)) a partir de la abundancia. En cuanto al índice de dominancia (McNaughton, 1968; según Krebs, 1989) y constancia, se agruparon en 3 componentes, de acuerdo con la clasificación propuesta por Yáñez-Arancibia et al., (1980) (Tabla 4).

**Tabla 4.- Clasificación de componentes para la determinación del índice de abundancia y constancia**

Componentes	Frecuencia
Ocasionales o accidentales	1 a 30% (*)
Cíclicas o estacionales	31 a 70% (●)
Residentes permanentes	71 a 100% (■)

Las asociaciones temporales se calcularon mediante el índice de similaridad de Bray - Curtis y como técnica de agrupamiento (Cluster) la media aritmética no ponderada (UPGMA), el cual se basa en la asignación de similitud entre especies de acuerdo a sus distancias en una gráfica multidimensional, en donde su posición está definida por su abundancia (o por su similitud en la composición de especies). Se utilizó la transformación log 10 (X+1) y se consideraron las especies frecuentes y abundantes con el criterio del 4%. El criterio para establecer el nivel de corte o similitud fue definido considerando el promedio de los niveles de similitud en el cual se formaron los grupos, resultando en grupos formados con el  $\leq$ 30% de similitud o más.

Así también para el enfoque estadístico, se aplicó el análisis de Kruskal-Wallis, para detectar posibles diferencias en la densidad ictioplanctónica y los índices ecológicos (diversidad y riqueza). El nivel de significación utilizado fue de  $p = 0,05$ .



Se asignaron los estados de desarrollo de los huevos de peces tomando como referencia las determinadas por Ahlstrom y Counts (1955), quienes incluyen tres fases de desarrollo estadio **inicial** desde la fecundación hasta el cierre del blastoporo, el cual incluye los estadios del 1 al 11. **Media**, desde el cierre del blastoporo hasta la separación de la cola del embrión del vitelo, estadios 12 y 13 y **Final**, desde el término de la fase media hasta la eclosión, estadios 14 al 18.

Las larvas de peces fueron cuantificadas según sus etapas de desarrollo, basado en la asignación propuesta por Kendall et al., (1984) que incluye cuatro etapas para las larvas con relación al desarrollo del notocordio, que son: estadios de preflexión, flexión, postflexión y juvenil (Figura 2).

Figura 2. Figura tomada de Calderón et al., (2021), sobre los estadios y etapas de desarrollo de *Coryphaena hippurus*

### 3. 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 226 272 t, la especie con la mayor biomasa estimada fue la macarela con 68 329 t, representando el 30,2 % del total estimado, mientras que sardina redonda registró el menor valor de biomasa con 16 887 t (7,5%) (Tabla 4).

**Tabla 4. Biomasa en toneladas (t) estimada por transecto y especie de PPP durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025**

Transecto	Latitud	Longitud inicial	Longitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Biomasa (t)
1	02°00'S	81°14'O	80°50'O		22.693	16.887	59	17.910		57.550
2	02°10'S	80°52'O	81°14'O	3.539			12.912			16.451
3	02°20'S	81°14'O	80°55'O	6.059			1.459			7.518
4	02°30'S	80°40'O	81°10'O		7.670		7.686			15.356
5	02°40'S	81°08'O	80°30'O	2.085			429			2.514
6	02°50'S	80°25'O	81°10'O	18.754			13.703		10.937	43.395
7	03°00'S	81°08'O	80°30'O		1.319		5.517		7.355	14.191
8	03°10'S	80°10'O	81°08'O	10.078	34.463					44.541
9	03°20'S	81°10'O	80°25'O	15.828	2.184		5.680		1.065	24.756
<b>Totales</b>				<b>56.343</b>	<b>68.329</b>	<b>16.887</b>	<b>47.445</b>	<b>17.910</b>	<b>19.357</b>	<b>226.272</b>
			%	<b>24,9</b>	<b>30,2</b>	<b>7,5</b>	<b>21,0</b>	<b>7,9</b>	<b>8,6</b>	<b>100,0</b>

### 3.2 ESTIMACIÓN DE ABUNDANCIA DE LOS PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS

La abundancia total de PPP en el área de estudio fue 5,4 millones de individuos, siendo el chuhueco la especie con la mayor representatividad con 1,7 millones de individuos, acumulando el 31 % del total estimado, mientras que el picudillo registró el menor valor con 0,4 millones de individuos (Tabla 5).

**Tabla 5. Abundancia (millones de ejemplares) estimada por transecto y especie de PPP durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025**

Transecto	Latitud	Longitud inicial	Longitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Abundancia (millones de ejemplares)
1	02°00'S	81°14'O	80°50'O	0,00	0,34	0,58	0,00	0,44	0,00	1,36
2	02°10'S	80°52'O	81°14'O	0,03	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,43
3	02°20'S	81°14'O	80°55'O	0,14	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,25
4	02°30'S	80°40'O	81°10'O	0,00	0,18	0,00	0,35	0,00	0,00	0,53
5	02°40'S	81°08'O	80°30'O	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03
6	02°50'S	80°25'O	81°10'O	0,13	0,00	0,00	0,29	0,00	1,00	1,41
7	03°00'S	81°08'O	80°30'O	0,00	0,01	0,00	0,11	0,00	0,61	0,73
8	03°10'S	80°10'O	81°08'O	0,07	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
9	03°20'S	81°10'O	80°25'O	0,07	0,02	0,00	0,08	0,00	0,07	0,24
<b>Totales</b>				<b>0,47</b>	<b>0,91</b>	<b>0,58</b>	<b>1,34</b>	<b>0,44</b>	<b>1,68</b>	<b>5,41</b>
			%	<b>8,6</b>	<b>16,8</b>	<b>10,7</b>	<b>24,8</b>	<b>8,2</b>	<b>31,0</b>	<b>100,0</b>

### 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 dos áreas con mayor concentración de biomasa, localizadas frente a la Puntilla de Santa Elena (20 millas) y cerca de la frontera con Perú, pero en menor cantidad (Figura 2a). En tanto que la distribución vertical fue registrada desde 5 m hasta 250 m de profundidad, en la Figura 2b se puede observar que 50 % de la biomasa se encontraba localizada entre los 40 y 150 m. La densidad acústica de PPP en esta campaña fue de 67 t mn<sup>-2</sup>.

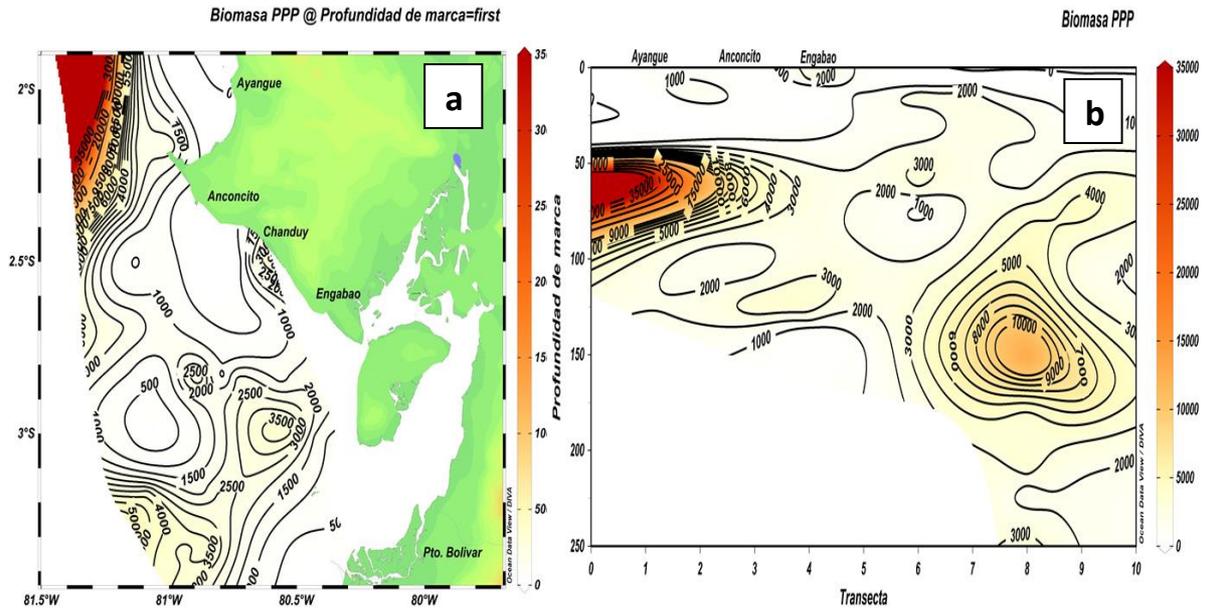


Figura 2. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de las principales especies pelágicas pequeñas, durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025

### 3.4.1 MACARELA (*SCOMBER JAPONICUS*)

Se observaron 2 núcleos de concentración, uno al norte de La Puntilla de Santa Elena y otro cerca de la frontera con Perú. Su distribución horizontal presentó un comportamiento más oceánico.

En cuanto a su distribución vertical, estuvo entre 50 y 200 m, con mayor concentración entre los 50 y 150 m. La densidad acústica promedio de esta especie fue de 20 t mn<sup>-2</sup> (Figura 3).

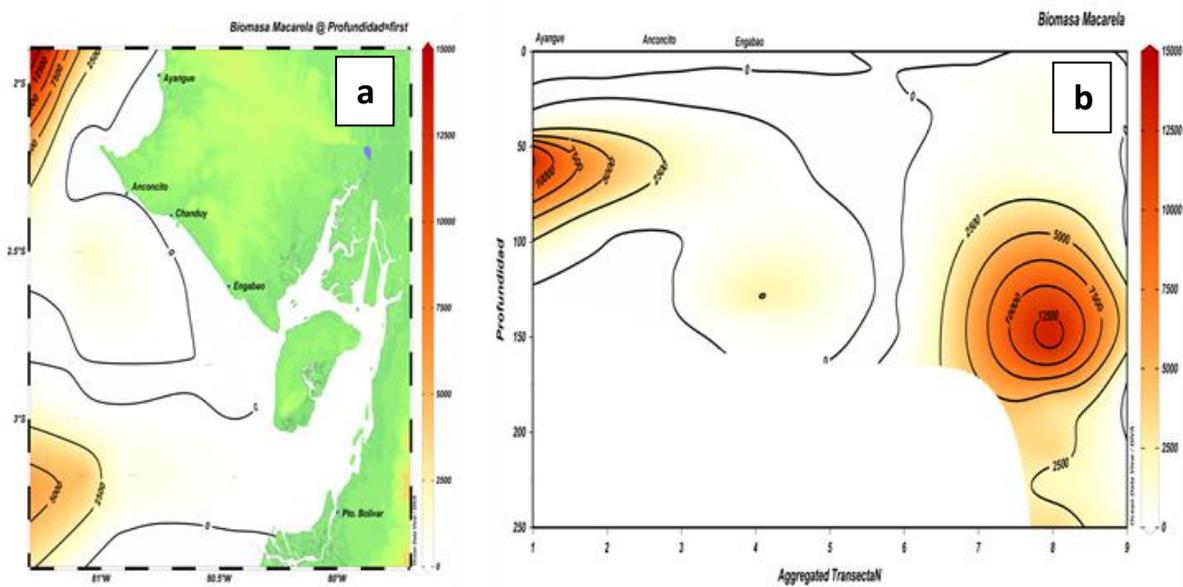
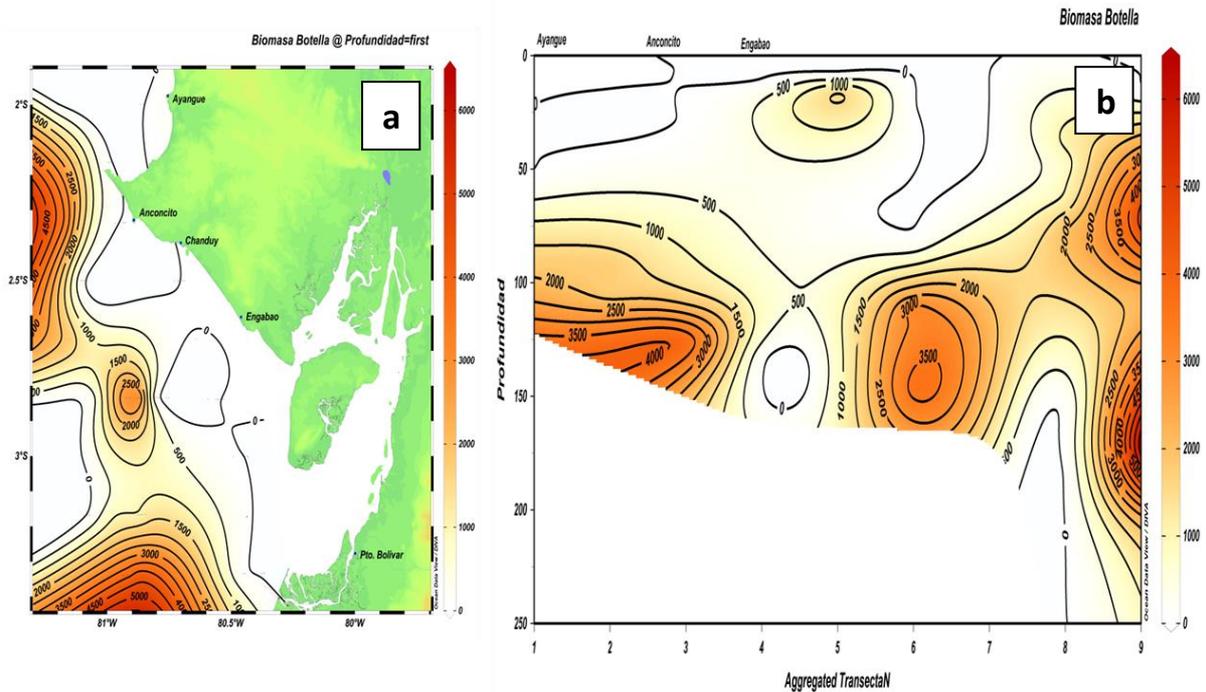


Figura 3. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de macarela, durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025

### 3.4.2 BOTELLA (*AUXIS SPP.*)

La mayor concentración fue registrada frente a la Puntilla de Santa Elena y cerca de la frontera con Perú, presentando tres distribuciones sectorizadas, lejos de la costa. Su distribución vertical fluctuó entre 5 y 250 m, con una mayor concentración entre los 50 y 175 m de la columna de agua. La densidad acústica promedio fue de 17 t mn<sup>-2</sup> (Figura 4).



**Figura 4. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de botella, durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025**

### 3.4.3 SARDINA REDONDA (*ETRUMEUS TERES*)

Para esta campaña la zona de distribución se registra por el norte y alrededores de La Puntilla de Santa Elena (Figura 5), en tanto que su distribución vertical varió entre 30 y 100 m, con mayor concentración en 75 m de profundidad. La densidad acústica promedio fue de 5 t mn<sup>-2</sup>.

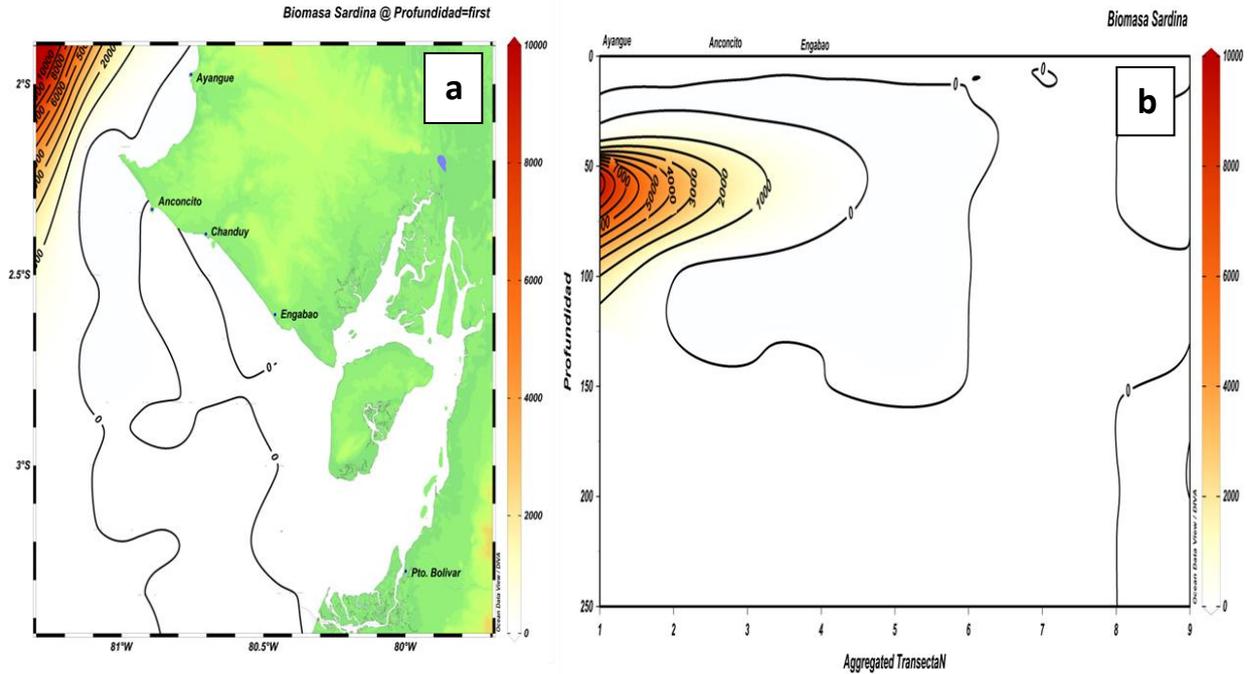


Figura 5. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de sardina redonda, durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025

### 3.4.4 PINCHAGUA (*OPISTHONEMA SPP.*)

Presentó una distribución horizontal paralela a la costa ecuatoriana, con una mayor biomasa cerca a la Puntilla de Santa Elena, Chanduy y en los alrededores de la Isla Santa Clara. La distribución vertical fluctuó entre los 0 y 75 m de profundidad. La densidad acústica de esta especie fue de  $14 \text{ t mn}^{-2}$  (Figura 6).

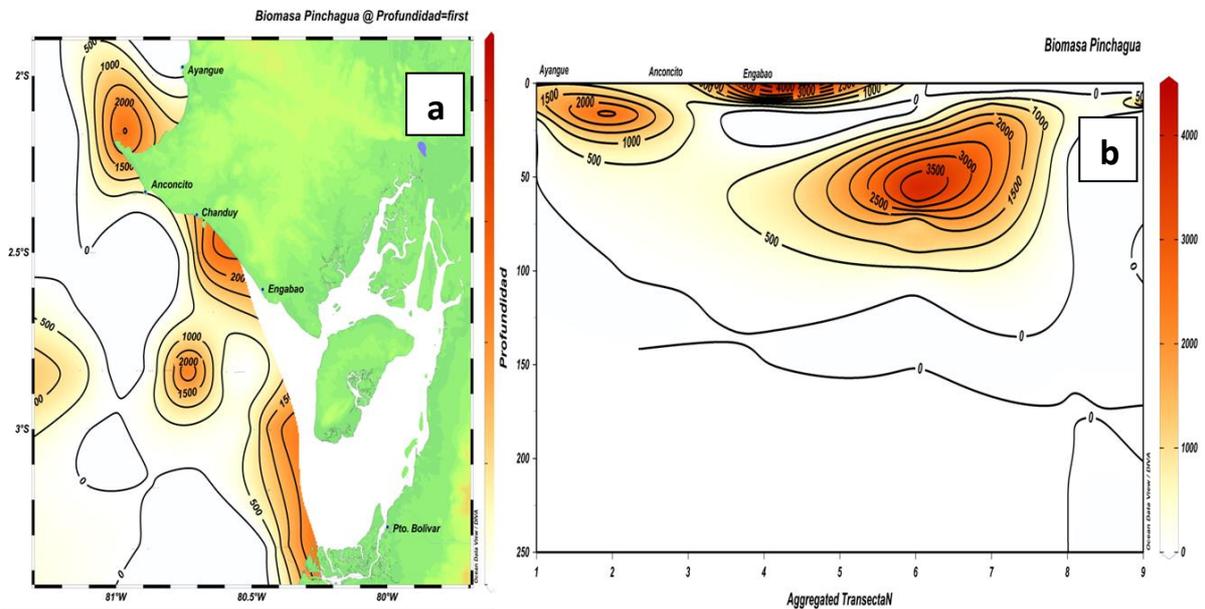


Figura 6. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de pinchagua, durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025

### 3.4.5 PICUDILLO (*DECAPTERUS MACROSOMA*)

Se observó una zona de distribución por la parte norte de La Puntilla de Santa Elena (Figura 7), en tanto que su distribución vertical varió entre 40 y 110 m, con mayor concentración en 65 m de profundidad. La densidad acústica promedio fue de  $5 \text{ t mn}^{-2}$ .

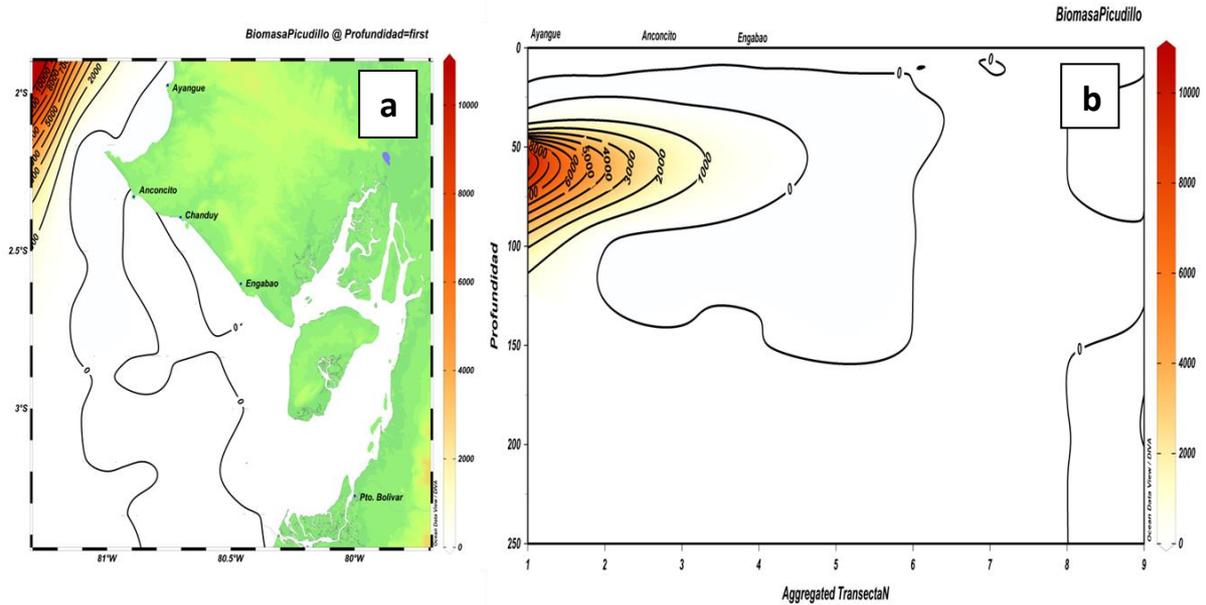


Figura 7. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de picudillo, durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025

### 3.4.6 CHUHUECO (*CETENGRAULIS MYSTICETUS*)

La distribución horizontal presentó 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  $6 \text{ t mn}^{-2}$  (Figura 8).

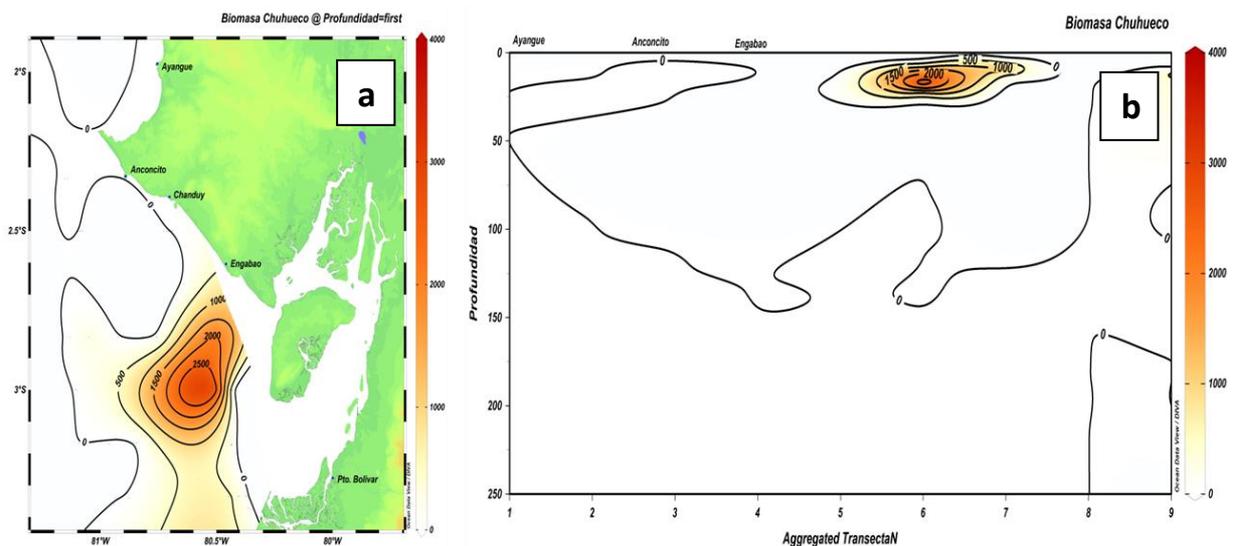


Figura 8. Distribución horizontal (a) y vertical (b) de chuhueco, durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025

### 3.5 ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS POR MILLA

El 85,8 % de la biomasa estimada fue registrada a partir de la milla 8, mientras que entre la milla 6 a 8 fue de 1,9%, de 4 a 6 y de 0 a 4 millas ambas de 6,1 % (Tabla 6).

**Tabla 6. Distribución de la biomasa (t) de PPP por millas, durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP, febrero 2025**

Especies	Distancia a la costa [mn]				Total (t)
	0 a 4	4 a 6	6 a 8	mayor a 8	
<b>Botella</b>	0	0	3.510	52.833	56.343
<b>Macarela</b>	0	0	0	68.329	68.329
<b>Sardina</b>	0	0	0	16.887	16.887
<b>Pinchagua</b>	13.831	13.810	65	19.739	47.445
<b>Picudillo</b>	0	0	0	17.910	17.910
<b>Chuhueco</b>	0	0	756	18.601	19.357
<b>Total</b>	13.831	13.810	4.331	194.300	226.272
<b>%</b>	<b>6,1</b>	<b>6,1</b>	<b>1,9</b>	<b>85,8</b>	100,0

### 3.6 LÍMITE DE CONFIANZA DE LA BIOMASA ESTIMADA

La biomasa total estimada durante la prospección fue de 226 272 t de las especies en estudio (botella, macarela, pinchagua, picudillo, chuhueco y sardina redonda). Se obtuvo un límite superior (LC+) de 227.698 t y un límite inferior (LC-) de 224.845 t. El porcentaje de error de acuerdo con los LC calculados fue del 0,63%.

### 3.7 PESCA COMPROBATORIA

Se realizaron un total de 11 lances de pesca comprobatoria a partir de la tercera milla del perfil costero hacia mar afuera abarcando las sub-áreas A y B (Tabla 7).

**Tabla 7. Cronograma de pesca comprobatoria**

Embarcación	Día de faenas	Áreas	Cobertura
Palma	15 al 18 febrero	A	Palmar - Playas
Ma. Monserrate III	15 al 18 febrero	A	Palmar - Playas
Palma	18 al 21 febrero	B	Playas – Frontera Perú
Ma. Monserrate III	18 al 21 febrero	B	Playas – Frontera Perú

Los lances de pesca con el B/P Palma se realizaron a partir de la milla 5, mientras que la pesca con el B/P María Monserrate III fue a partir de la milla 3 en las sub-áreas A y B comprendidas desde Palmar hasta frontera con Perú (figura 9).

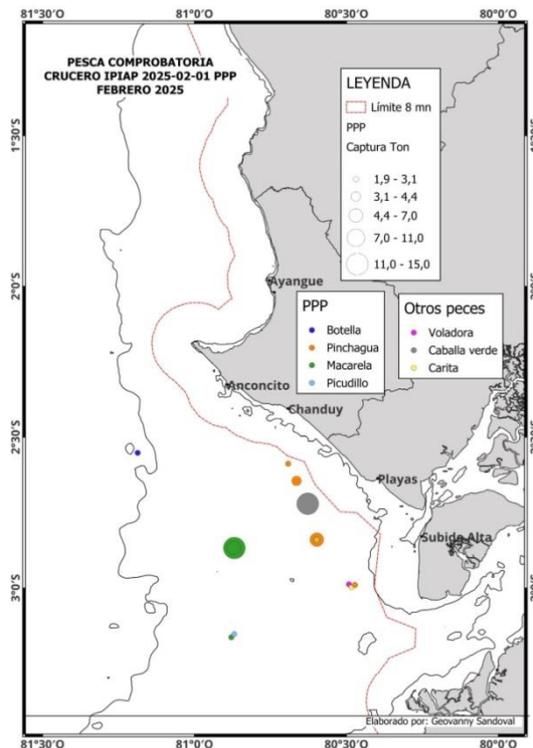


Figura 9. Distribución de los lances de pesca comprobatoria durante el crucero IPIAP-2025-02-01 PPP, febrero de 2025

### Pesca comprobatoria B/P Palma

Realizó un total de 5 lances de pesca comprobatoria (4 efectivos y 1 fallido) con un total de 22,15 t capturadas en las sub áreas A y B y a profundidades que fluctuaron entre 90,00 a 360,00 m de profundidad (Tabla 8).

Tabla 8. Lances de pesca efectivo del B/P Palma

N° Lances	Sub Área	Zonas de pesca	Captura (ton)	%	Composición de captura
2	A	L 33	0,15	100	Botella
3	B	M 27	15	100	Macarela
4	B	M 27	5	100	Macarela
5	B	M 28	1,88	94	Macarela
5	B	M 28	0,12	6	Picudillo

### Pesca comprobatoria B/P María Monserrate III

Se realizó un total de 6 lances de pesca comprobatoria (5 efectivos y 1 fallido), con un total de 66,00 t capturadas en las dos sub áreas de pesca (A y B), a profundidades entre 23,00 y 40,00 m (Tabla 9).

**Tabla 9. Lances de pesca efectivo del B/P María Monserrate III.**

Nº Lances	Sub Área	Zona de pesca	Captura (ton)	%	Composición de la captura
1	B	O 25	8,00	100	Pinchagua ( <i>Opisthonema</i> spp.)
2	A	N 25	4,00	100	Pinchagua ( <i>Opisthonema</i> spp.)
3	B	O 26	30,00	100	Caballa ( <i>C. caballus</i> )
4	B	O 27	18,00	90	Caballa ( <i>C. caballus</i> )
4	B	O 27	1,80	10	Pinchagua ( <i>Opisthonema</i> spp.)
4	B	O 27	0,20	20	Hojita ( <i>C. orqueta</i> )
6	B	P 27	0,00	20	Pinchagua ( <i>Opisthonema</i> spp.)
6	B	P 27	0,80	20	Voladora ( <i>O. mundus</i> )
6	B	P 27	0,80	20	Hojita ( <i>C. orqueta</i> )
6	B	P 27	0,80	20	Carita ( <i>S. peruviana</i> )
6	B	P 27	0,80	20	Menudo

### Análisis general de la pesca comprobatoria

Se capturó un total de 88,15 t siendo la especie *Caranx caballus* la mayormente capturada con el 53,4%, seguido de *Scomber japonicus* con 24,3%, y *Opisthonema* spp. con 18,2% (Tabla 10).

**Tabla 10. Composición total de capturas**

Especies	Nombre científico	Peso (ton)	% Captura
Caballa	<i>Caranx caballus</i>	48,00	53,4
Macarela	<i>Scomber japonicus</i>	21,88	24,3
Pinchagua	<i>Opisthonema</i> spp.	14,60	18,2
Hojita	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	1,00	1,1
Botella	<i>Auxis thazard</i>	0,15	0,2
Picudillo	<i>Decapterus macrosoma</i>	0,12	0,1
Carita	<i>Selene peruviana</i>	0,80	0,9
Voladora	<i>Oligoplites mundus</i>	0,80	0,9
Menudo	Menudo	0,80	0,9
<b>Total</b>		<b>88,15</b>	<b>100</b>

## 3.8 ASPECTOS BIOLÓGICOS

### 3.8.1 ESTRUCTURA DE TALLAS

En los lances de pesca comprobatoria las capturas de botella presentaron un rango de tallas entre 19 y 30 cm de Longitud Furcal (LF), predominando los individuos de 25 cm LF; el 49% de los individuos presentaron una longitud inferior a la Longitud Media de Madurez Sexual (LMMS) calculada para esta especie (24 cm LF). La pinchagua registró una estructura de tallas de 20 a 29 cm de Longitud Total (LT), presentando una moda en 24 cm LT, el 26% de individuos presentaron longitudes inferiores a la LMMS (21,3 cm LT).

La estructura de tallas de macarela fluctuó entre 19 y 29 cm LF, presentando una moda de 23 cm LF; el 65% de individuos capturados presentaron longitudes inferiores a la LMMS calculada para esta especie (23 cm LF). Dentro del grupo de "Otras especies", la hojita presentó longitudes entre 17 y 25 cm LT y una moda de 23 cm LT (Figura 10).

En la tabla 11 se presenta la Talla Media de Captura (TMC) de las principales especies reportadas en los diferentes lances de pesca, las mismas que fluctúan entre 21 y 25 cm.

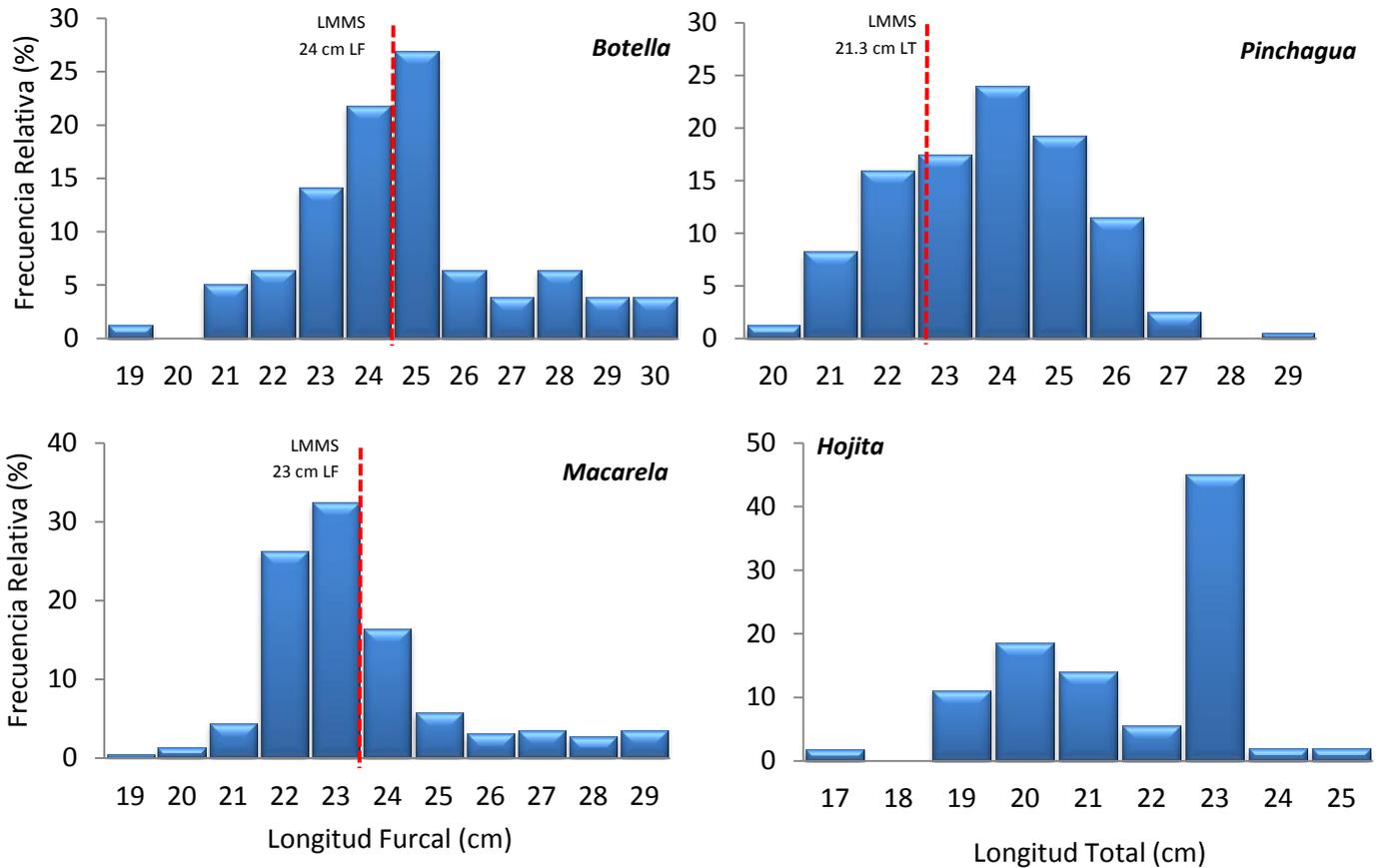


Figura 10. Frecuencia de longitudes de las principales especies capturadas en lances de pesca comprobatoria, durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP

Tabla 11. Talla media de captura de principales especies reportadas. Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP

Especie	TMC
Macarela	23,9
Pinchagua	24,2
Botella	25,2
Hojita	21,1

### 3.8.2 Madurez sexual

Para conocer si las especies de peces pelágicos pequeños se encuentran en proceso de reproducción, las gónadas deben presentar diferentes características, determinadas en 5 estadios, siendo los estadios III y IV los que indican que se encuentran en proceso reproductivo, en tanto que en el estadio V los especímenes ya han desovados.

En base a los análisis biológicos de los lances efectivos de pesca, se determinó que el 96 % de las hembras de pinchagua (*Opisthonema* spp.) se encontraban desovadas (estadio V), con una similar tendencia para los machos (75 %). Para el caso de botella (*Auxis* spp.), aproximadamente el 70 % de las hembras estuvieron representadas por el estadio V (desovadas); la macarela estuvo mayormente representada por individuos en estadio II sexualmente inmaduros y estadio IV (machos 59 %, hembras 26 %) (Figura 11).

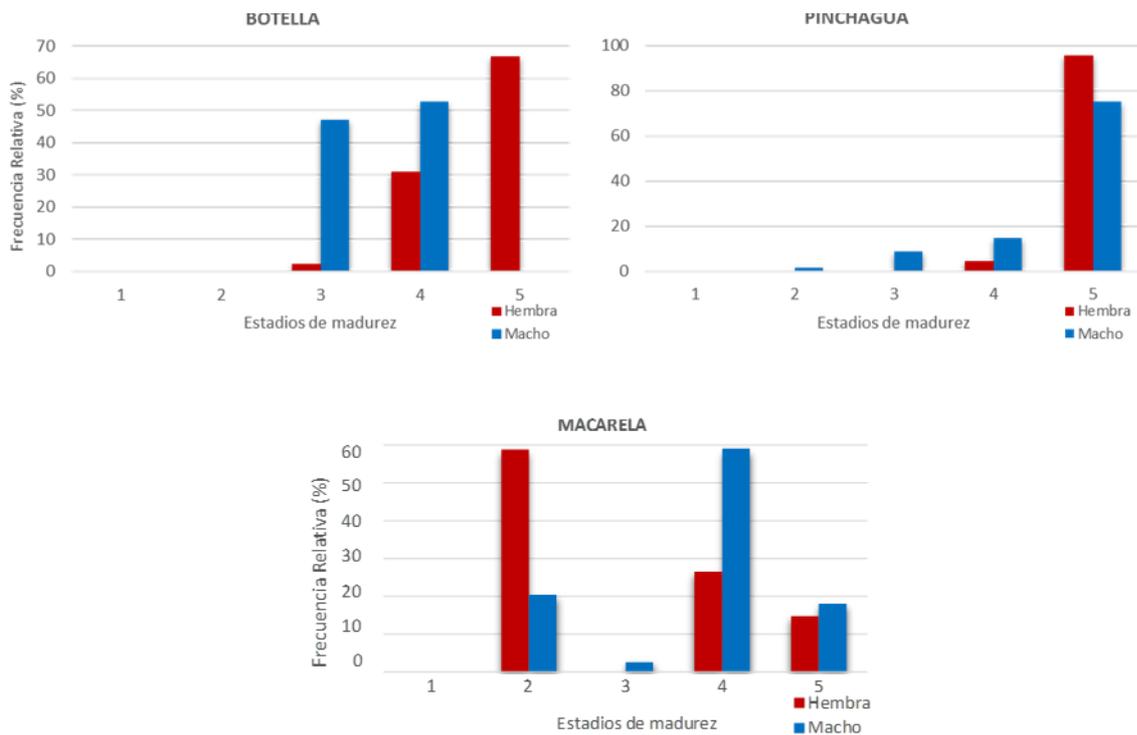


Figura 11. Estadio de madurez sexual de las principales especies capturadas en lances de pesca comprobatoria, durante el Crucero IPIAP 2025-02-01 PPP

## 3.9 FAUNA ICTIOPLANCTÓNICA

### 3.9.1 COMPOSICIÓN DE HUEVOS Y LARVAS DE PECES

Fueron colectados un total de 4,22 millones de huevos. $10m^{-2}$ , de los cuales el 98 % corresponden a nivel superficial y el 2 % restante en la columna de agua. En el caso del estadio larval se identificaron 147 352 larvas. $10m^{-2}$ , con un 56 % a nivel superficial y el 44 % en la columna de agua (Figura 13).

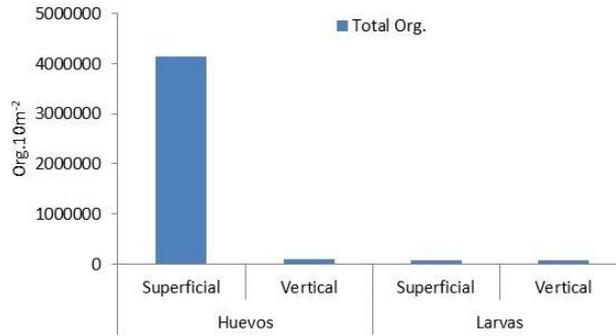


Figura 12. Abundancia de huevos y larvas de peces por nivel de muestreo durante febrero 2025

Se identificaron a nivel de huevos 8 órdenes, 18 familias, 21 géneros y 22 especies. Para el estadio larvas fueron identificados 14 órdenes, 31 familias, 42 géneros y 48 especies.

A nivel de colecta, cuatro estaciones (2, 3, 4 y 6) registraron el mayor porcentaje de huevos en la columna de agua, las otras cinco estaciones más la estación en la zona del lance de pesca (L1) presentaron dominancia de huevos en la superficie (Figura 13 Izquierda). Mientras que, para el estadio larval se observó que las estaciones 3, 4, 6 y 9 registraron la frecuencia relativa más alta de organismos en la columna de agua, en el resto de las estaciones fueron más abundantes en la superficie las larvas de peces (Figura 13 derecha).

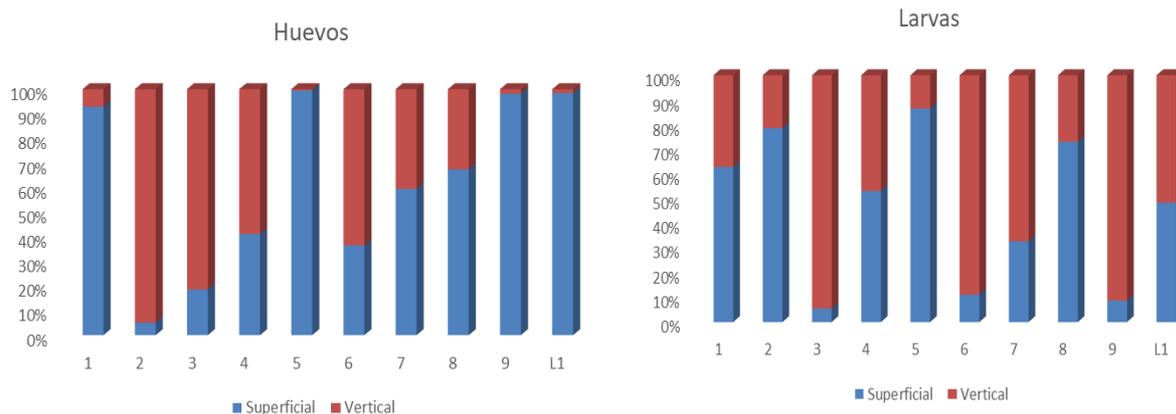
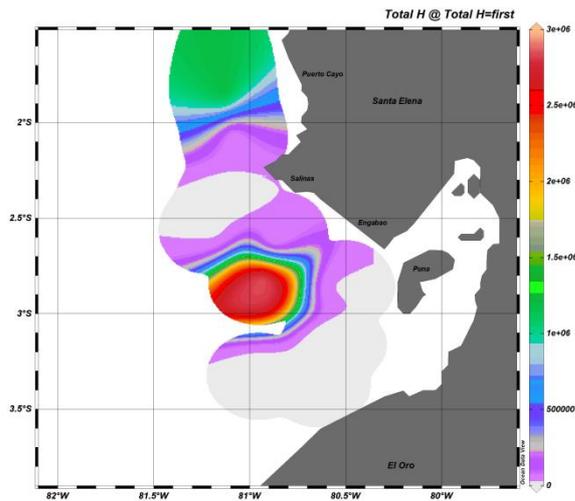


Figura 13. Frecuencia relativa de huevos (izquierda) y larvas de peces (derecha), durante febrero 2025

### 3.9.2 ABUNDANCIA DE HUEVOS Y LARVAS DE PECES

#### 3.9.2.1 DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL

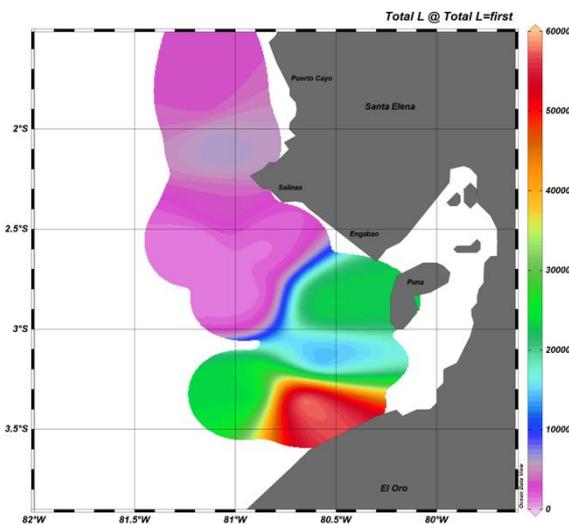
Del total de huevos registrados se evidenció que el 99,66 % correspondieron a botella (*Auxis* sp.), y estuvo presente en las nueve estaciones y en el lance de pesca (L1), con mayor abundancia en las estaciones 5 y 9. El 0,34 % restante se distribuyó entre pelágicos pequeños (0,13 %) y el grupo otros (0,21 %). Dentro de los pelágicos pequeños, la sardina redonda (*Etrumeus acuminatus*) fue la más frecuente en el lance L1, seguida por la pinchagua (*Opisthonema* spp.) en la estación 5 y el chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*) en la estación 8 (Figura 14).



PELÁGICOS		
Nombre Científico	Nombre Común	%
<i>Auxis sp.</i>	Botella	99.66%
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	Chuhueco	
<i>Etrumeus acuminatus</i>	Sardina Redonda	
<i>Opisthonema spp.</i>	Pinchagua	
<i>Scomber japonicus</i>	Macarela	
OTROS		
<i>Cheilopogon xenopterus</i>		0.21%
<i>Coryphaena hippurus</i>		
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>		
<i>Exocoetus sp.</i>		
<i>Leuroglossus stilbius</i>		
<i>Mugil cephalus</i>		
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>		
<i>Pleuronichthys sp.</i>		
<i>Prionotus sp.</i>		
<i>Seriola lalandi</i>		
<i>Symphurus sp.</i>		
<i>Synodus sp.</i>		
<i>Vinciguerria lucetia</i>		

Figura 14. Área de concentración de huevos de peces obtenidas a nivel superficial, durante febrero 2025

En cuanto a larvas, el 70,54 % correspondió a pinchagua (*Opisthonema spp.*), el 11,38 % pelágicos pequeños y oceánicos, y el 10,08 % restantes a otras especies. La mayor abundancia larval fue registrada en la estación 2 al sur del área prospectada con 96 794 org.10m<sup>-2</sup> (Figura 15).



PELÁGICOS			
Nombre Científico	Nombre Común	%	
<i>Opisthonema spp.</i>	Pinchagua	70.54%	
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	Chuhueco		
<i>Etrumeus acuminatus</i>	Sardina Redonda		
<i>Auxis sp.</i>	Botella		
<i>Scomber japonicus</i>	Macarela	11.38%	
OTROS			
<i>Abudefduf troscheli</i>	<i>Hyporhamphus rosae</i>		10.08%
<i>Bathylagus sp.</i>	<i>Larimus sp.</i>		
<i>Bathylagus wesethi</i>	<i>Lepophidium negropinna</i>		
<i>Benthoosema panamense</i>	<i>Merluccius gayi</i>		
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	<i>Mugil cephalus</i>		
<i>Calamus brachysomus</i>	<i>Myctophum aurolateratum</i>		
<i>Caranx caballus</i>	<i>Myctophum nitidulum</i>		
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	<i>Oligoplites saurus</i>		
<i>Chromis sp.</i>	<i>Polydactylus opercularis</i>		
<i>Citharichthys fragilis</i>	<i>Psenes sio</i>		
<i>Coryphaena sp.</i>	<i>Scorpaena guttata</i>		
<i>Coryphaena hippurus</i>	<i>Selene peruviana</i>		
<i>Diogenichthys laternatus</i>	<i>Seriola lalandi</i>		
<i>Engraulis ringens</i>	<i>Seriola sp.</i>		
<i>Eucinostomus gracilis</i>	<i>Serranus sp.</i>		
<i>Fistularia corneta</i>	<i>Sphyraena ensis</i>		
<i>Gobiidae</i>	<i>Symphurus sp.</i>		
<i>Hoplunnis sicarius</i>	<i>Synodus lucioceps</i>		
<i>Vinciguerria lucetia</i>	<i>Synodus evermanni</i>		

Figura 15. Área de concentración de larvas de peces obtenidas a nivel superficial, durante febrero 2025

### 3.9.2.2 DISTRIBUCIÓN VERTICAL

Del total de huevos de peces recolectados el 2 % se registra en la columna de agua. Las estaciones 2, 3, 4 y 6 presentaron una mayor proporción de huevos, lo que sugiere un posible hundimiento en la columna de agua o una respuesta pasiva al efecto de las corrientes locales. Este patrón puede estar influenciado por características oceanográficas específicas del área, como la estratificación térmica o la turbulencia, que afectan la flotabilidad y distribución vertical de los huevos (Figura 16).

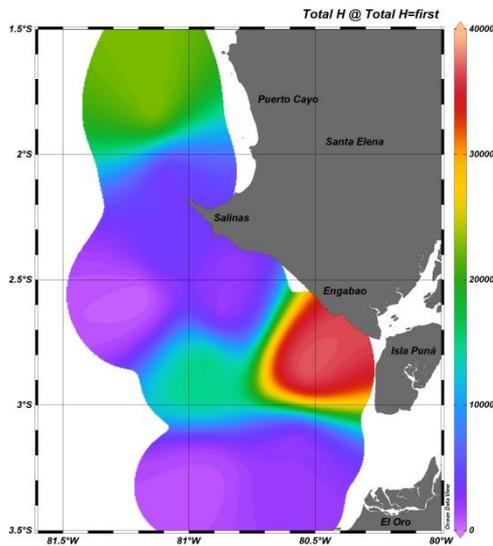
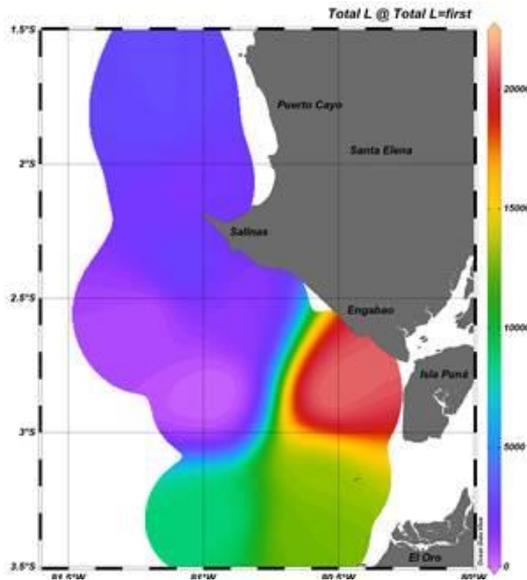


Figura 16. Área de concentración de huevos de peces obtenidas en la columna de agua durante febrero 2025

En el caso de las larvas, las estaciones 3, 4, 6 y 9 presentaron mayor frecuencia relativa de organismos en la columna de agua, posiblemente relacionadas con procesos de migración vertical o concentración pasiva en zonas de mezcla (Figura 17).

PELÁGICOS		
Nombre Científico	Nombre Común	%
<i>Auxis</i> spp.	Botella	96%
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	Chuhueco	1,88%
<i>Etrumeus acuminatus</i>	Sardina Redonda	
<i>Opisthonema</i> spp.	Pinchagua	
<i>Scomber japonicus</i>	Macarela	
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	Ojón	
OTROS		
<i>Cheilopogon xenopterus</i>		2,12%
<i>Coryphaena hippurus</i>		
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>		
<i>Exocoetus</i> sp.		
<i>Leuroglossus stilbius</i>		
<i>Mugil cephalus</i>		
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>		
<i>Pleuronichthys</i> sp.		
<i>Prionotus stephanophrys</i>		
<i>Seriola lalandi</i>		
<i>Symphurus</i> sp.		
<i>Synodus</i> sp.		
<i>Vinciguerria lucetia</i>		



PELÁGICOS		
Nombre Científico	Nombre Común	%
<i>Opisthonema</i> spp.	pinchaguaa	60,3%
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	Chuhueco	18,01%
<i>Etrumeus acuminatus</i>	Sardina Redonda	
<i>Mugil cephalus</i>	lisa	
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	hojita	
OTROS		
<i>Eucinostomus gracilis</i>		21,66%
<i>Larimus</i> spp.		
<i>Diogenichthys laternatus</i>		
<i>Abudefduf troscheli</i>		
<i>Serranus</i> spp.		
<i>Mugil cephalus</i>		
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>		
<i>Pleuronichthys</i> sp.		
<i>Prionotus stephanophrys</i>		
<i>Seriola lalandi</i>		
<i>Symphurus</i> sp.		
<i>Synodus</i> sp.		
<i>Vinciguerria lucetia</i>		

Figura 17. Área de concentración de larvas de peces obtenidas en la columna de agua durante febrero 2025

### 3.9.3 ESTADIOS DE DESARROLLO

Según las fases de desarrollo de los huevos de peces, se pudo evidenciar que la máxima abundancia correspondió al primer estadio con el 99,2 %, los mismos que predominaron en la estación 5 ubicada en el Golfo de Guayaquil (Prov. Guayas), registrando una temperatura de 27,14°C y Salinidad de 33,8 ups, en tanto que el estadio medio registra un 0,30 % y el estadio final 0,52 % donde los valores de la temperatura fueron de 27,7 °C, mientras que los valores de salinidad fueron los más altos de 35,9 ups, ambos para la estación 8 (Figura 18).

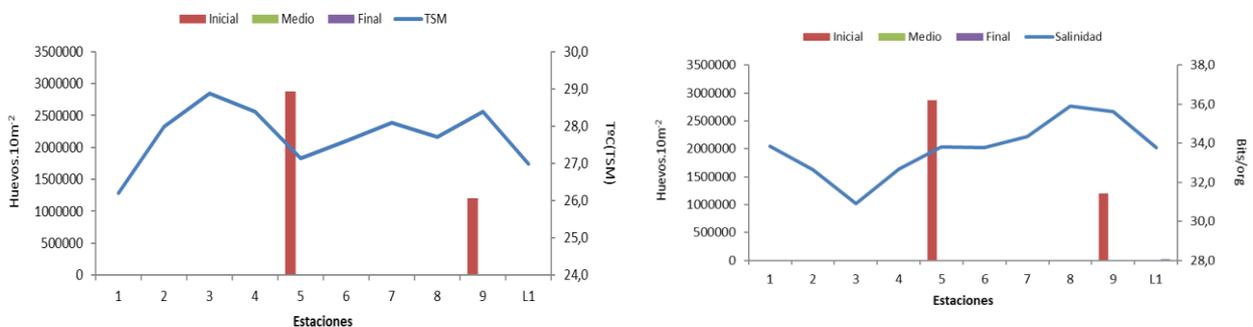


Figura 18. Abundancia de estadios de desarrollo de huevos de peces con relación a la TSM y Salinidad registrada durante febrero 2025

En el caso de las larvas, la etapa de flexión fue la más abundante con el 55 %, evidenciando que la temperatura fue la más alta con 28,9°C y una salinidad con 30,9 ups en la estación 3. En etapa de preflexión se registró el 40% y el 5 % restante estuvieron en posflexión. La mayor abundancia larval fue registrada en los alrededores de la Isla Santa Clara (Prov. El Oro) (Figura 19).

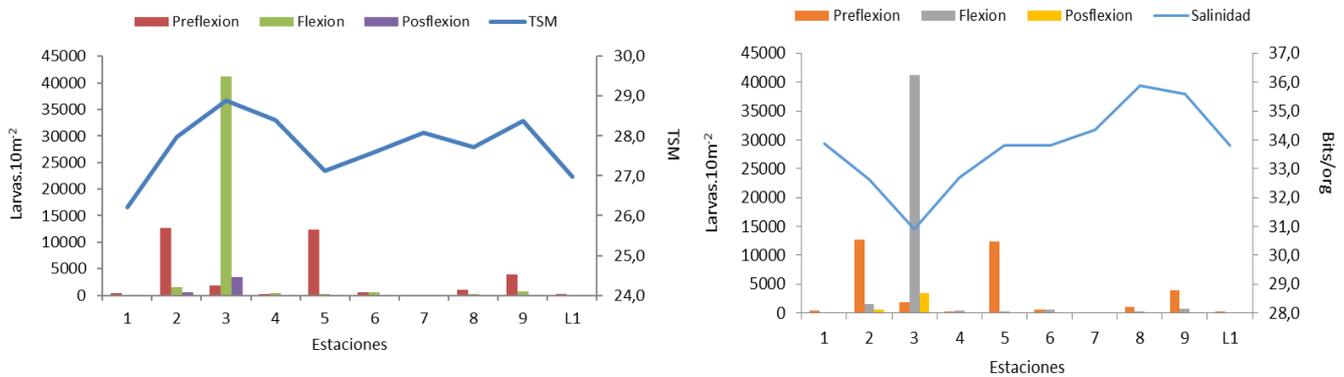


Figura 19. Abundancia por etapas de desarrollo de larvas de peces con relación a la Temperatura y Salinidad

### 3.9.4 DIVERSIDAD

El análisis de la diversidad evidenció variaciones significativas en la riqueza específica, la abundancia relativa y la equidad entre las estaciones muestreadas. La mayor diversidad se registró en la estación correspondiente al lance de pesca L1, con un valor del índice de Shannon ( $H'$ ) de 0,47, seguida por la estación 2 con 0,46. Las estaciones 4, 7 y 9 presentaron los valores más bajos de diversidad. En cuanto a la equidad, calculada mediante el índice de Pielou, la estación 2 mostró el valor más alto ( $J' = 0,958$ ), lo que indica una distribución más uniforme entre las especies presentes. Por otro lado, el índice de dominancia fue mayor en las estaciones 6 y L1, lo que sugiere una mayor concentración de individuos en unas pocas especies dominantes (ver Tabla 12).

Tabla 12. Diversidad de huevos de peces durante febrero 2025

Estación	S	N	d	J'	H'(log10)	1-Lambda'
L1	12	15331	1,141	0,4351	0,4696	0,5216
1	3	13554	0,2102	8,88E-02	4,24E-02	3,54E-02
2	3	2056	0,2622	0,9582	0,4572	0,6381
3	4	2404	0,3854	0,1635	9,84E-02	8,45E-02
4	5	46341	0,3723	8,18E-02	5,72E-02	4,44E-02
5	8	2892404	0,4705	5,09E-03	4,59E-03	2,31E-03
6	4	2578	0,3819	0,4895	0,2947	0,3438
7	5	10314	0,4328	0,1286	8,99E-02	7,26E-02
8	8	9930	0,7606	0,2752	0,2486	0,227
9	5	1226307	0,2853	9,88E-04	6,91E-04	2,84E-04

S: Total de especies

N: Total de individuos

d: Índice de diversidad por Margalef

J': Equidad

H'(log10): índice de diversidad por Shannon

1-Lambda': Diversidad Simpson

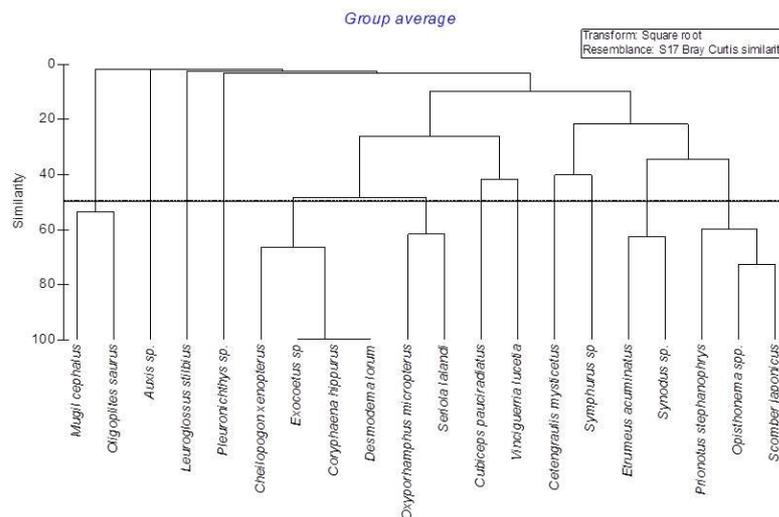
En lo que respecta a larvas se pudo observar que la mayor riqueza y diversidad se registró en la estación 3 y los valores más bajos fueron la estación 5 y 7. Mientras que la equidad y el índice de Shannon  $H'$  mostraron variaciones significativas entre estaciones, con valores más altos en el lance (L1) y la estación 8 (Tabla 13).

**Tabla 13. Diversidad de larvas de peces durante febrero 2025**

Estación	S	N	d	J'	$H'(\log_{10})$	1-Lambda'
L1	13	1080	1,718	0,9346	1,041	0,8978
1	18	23345	1,69	0,3183	0,3995	0,3377
2	22	59024	1,912	0,2849	0,3824	0,4142
3	25	13868	2,516	0,4082	0,5706	0,4908
4	16	33693	1,439	0,4611	0,5552	0,562
5	10	1289	1,257	0,8566	0,8566	0,8348
6	12	1568	1,495	0,7666	0,8273	0,7867
7	11	3833	1,212	0,6944	0,7232	0,7754
8	21	6446	2,28	0,8498	1,124	0,9041
9	15	3206	1,734	0,7218	0,849	0,7278

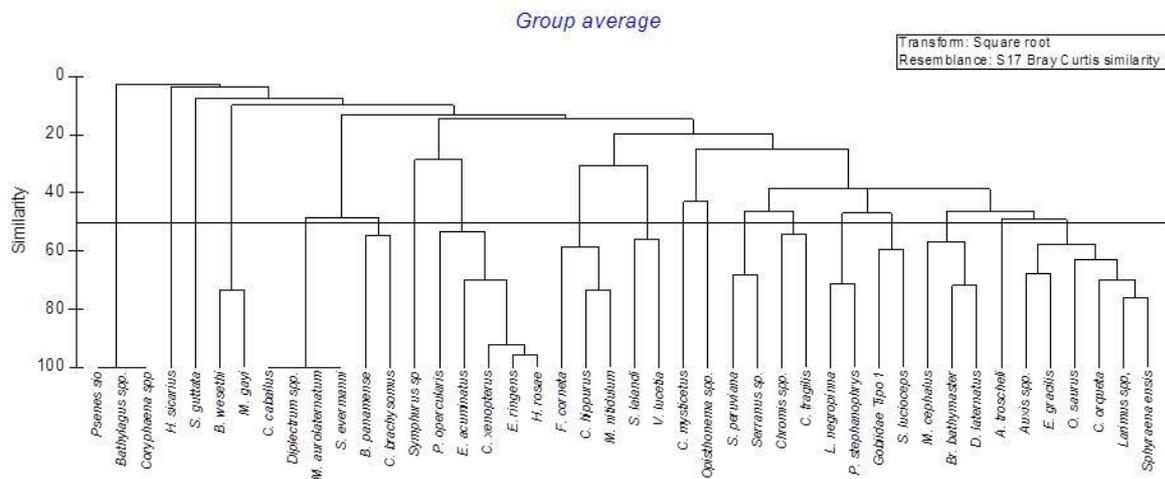
### 3.9.5 SIMILITUD

El análisis de agrupamiento basado en la similitud de Bray –Curtis permitió identificar patrones en la composición y abundancia de huevos de peces. Así también muestra una estructura de agrupación progresiva, evidenciando distintos niveles de similitud entre las especies, observándose que *Exocoetus* spp., *Coryphaena hippurus* y *Desmodema lorum* presentaron la mayor similitud (100%), seguida por *Opisthonema* spp., y *Scomber japonicus* con 72,73 % de similitud, lo que nos indicaría que, estas especies comparten características ambientales y biológicas similares. El resto de las especies registran similitud más baja (Figura 20).



**Figura 20. Análisis Clúster de huevos de peces mediante el índice de Bray-Curtis por estaciones de muestreo durante febrero 2025**

Para el análisis de agrupamiento para larvas de peces, se evidencia en el dendrograma una estructura de agrupamiento progresiva, esto es, varias especies con similitud del 100 % tales como; Grupo 1a; *Psene sio*, *Bathylagus* spp., y *Coryphaena* spp., Grupo 1b *Caranx caballus*, *Diplectrum* spp., *Myctophum aurolaternatum*, seguido de *Engraulis ringens* y *Hyporhamphus rosae* con el 95,45 %, junto con este grupo estuvo *Cheilopogon xenopterus*. Las otras especies registran similitud más baja (Figura 21).



**Figura 22. Análisis Clúster de larvas de peces mediante el índice de Bray-Curtis por estaciones de muestreo durante febrero 2025**

## 4. DISCUSIÓN

Durante la campaña de investigación realizada en febrero de 2025, se estimó una biomasa total de 226 272 toneladas, siendo las especies dominantes la macarela (*Scomber japonicus*) con 68 329 t, seguida por la botella (*Auxis* sp) con 56 343 t y la pinchagua (*Opisthonema* spp.) con 47 445 t. Al comparar estos resultados con los obtenidos en campañas previas realizadas en el mismo mes y área de estudio durante el período 2021–2024, se evidencia una disminución aproximada del 65 % en la biomasa total estimada. Asimismo, al analizar la serie histórica de estimaciones acústicas, se observa que la biomasa registrada en febrero de 2025 es comparable a la obtenida en febrero de 2013, cuando se estimaron 210 647 toneladas.

Esta reducción significativa en la biomasa podría estar asociada a múltiples factores, entre ellos variaciones oceanográficas, presión pesquera sobre las principales especies pelágicas menores y cambios en la disponibilidad o distribución espacial de los cardúmenes. Dado su magnitud, estos resultados ameritan un seguimiento cercano y continuo, con el fin de evaluar su impacto en la sostenibilidad de los recursos.

La densidad acústica promedio registrada en el área de estudio durante la campaña de febrero de 2025 fue de 67 t mn<sup>-2</sup>, valor que refleja una disminución considerable de la biomasa, especialmente en el área del Golfo de Guayaquil, en comparación con campañas previas, con excepción de la realizada en febrero de 2013.

Durante la ejecución de la campaña, se evidenció una distribución espacialmente dispersa de los cardúmenes, con escasos núcleos de concentración y densidades reducidas, ubicados a mayor distancia entre sí; esta tendencia contrasta con lo observado en cruceros acústicos anteriores, en los cuales se identificaban agregaciones más numerosas y compactas.

Estos patrones sugieren una posible reorganización en el comportamiento espacial de las especies pelágicas pequeñas (PPP), posiblemente influenciadas por condiciones ambientales o cambios en la disponibilidad de alimento, llevando a la formación de bancos más grandes, pero localizados en zonas específicas del área de

estudio. Este fenómeno podría tener implicaciones importantes en la eficiencia de captura y accesibilidad al recurso.

La mayor concentración de biomasa de PPP se encontró entre los 5 y los 250 metros de profundidad, destacándose principalmente entre los 40 y 150 metros. Esta distribución podría estar relacionada con las condiciones de temperatura, que oscilaron entre 26,2°C y 28,8°C, con un promedio de 27,7°C. Este rango de temperatura favorece especialmente a ciertas especies de PPP, como la botella, pinchagua y chuhueco.

Del análisis espacial realizado por milla náutica costa afuera, el 86 % del total de la biomasa se encontraba fuera de las 8 millas, similar a lo reportado en el crucero de enero/febrero de 2024, la mayor parte de los peces se encontraban lejos de la costa, con excepción de la pinchagua y chuhueco que son especies más costeras y denota que la mayoría habían realizado el desove.

El porcentaje de error asociado a los límites de confianza (LC) fue de 0,63 %, valor que se encuentra por debajo de los reportados en cruceros anteriores, los cuales han oscilado entre 0,78 % y 1,40 %, con registros máximos de hasta 18 %. Este bajo nivel de error en la estimación de biomasa indica una alta precisión en los cálculos realizados, lo que reduce significativamente la incertidumbre asociada a los datos y contribuye a una representación más ajustada a las condiciones reales del sistema evaluado. La consistencia en los valores obtenidos respalda la robustez metodológica del presente análisis.

Los lances de pesca comprobatoria se realizaron tanto dentro como fuera de las 8 millas náuticas, evidenciándose una mayor abundancia de especies de PPP fuera de este límite, donde se concentró el 75% de las capturas, principalmente conformadas por botella, macarela y picudillo. En contraste, dentro de las 8 millas se registró el 25% restante, con predominancia de la especie pinchagua. Estos resultados coinciden con los patrones observados en campañas de investigación anteriores, lo que refuerza la validez de la distribución espacial previamente descrita para estas especies. La mayor diversidad y biomasa fuera de las 8 millas podría estar asociada a condiciones ambientales más favorables y a una menor presión pesquera relativa en esas zonas.

Los datos obtenidos indican que la composición del ictioplancton varía significativamente entre estaciones. Algunas estaciones presentaron alta riqueza específica y abundancia moderada, mientras que en otras se observó una marcada dominancia de una o pocas especies, lo que se reflejó en un índice de equidad y diversidad de bajos resultados que muestran similitud con lo reportado por Calderón et al., 2024 (informe interno),.

La dominancia de especies muestran patrones espaciales en la reproducción y distribución de peces a lo largo de la costa ecuatoriana. El desove encontrado de botella (*Auxis* spp.) en la zona central de la península de Santa Elena y en el Golfo de Guayaquil podría estar relacionado con condiciones oceanográficas específicas, como el afloramiento y la presencia de frentes térmicos, como lo mencionan Funes et al., (1998) y Santos et al., (2001). Resultados que también coinciden con estudios reportados por Calderón et al., 2024; García et al., (2017), Ríos et al., (2013), quienes reportaron en las costas de la provincia de Guayas, especies dominantes del ictioplancton como botella y chuhueco (*Auxis* spp. y *Cetengraulis mysticetus*).

Por otro lado, Calderón et al., (2021), describió sobre la distribución de ictioplancton en la región de la Isla Santa Clara, donde se observó una tendencia similar en la abundancia de *Opisthonema* spp., pero con una mayor diversidad de especies en las estaciones más cercanas a la costa, lo que subraya la importancia de estas zonas costeras para el desove y desarrollo temprano de las especies de peces, destacando el efecto de las variaciones en la temperatura y la salinidad en la distribución del ictioplancton, lo cual es consistente con los hallazgos de este estudio, que indican que las condiciones ambientales podrían influir notablemente en la distribución vertical y los estadios de desarrollo.

En términos de diversidad, los resultados de este estudio coinciden parcialmente con los de Palma y Silva (2004), quienes también realizaron un análisis sobre la diversidad de ictioplancton en la costa ecuatoriana, estos autores observaron que la diversidad de larvas y huevos de peces era mayor en las estaciones de la región de El Oro, lo que es consistente con los valores más altos de diversidad reportados en esta investigación para esas estaciones, como en la estación 3. La mayor diversidad en estas zonas costeras podría estar relacionada con las características del hábitat, que favorecen un entorno más dinámico y rico en recursos. Sin embargo, una diferencia importante radica en los índices de equidad, que en este estudio reportó un mayor dominio de unas pocas especies como *Auxis* spp., en los huevos y *Opisthonema* spp., en las larvas, lo que refleja una menor equidad en comparación con el estudio de Moser (1996) que encontró una distribución más equitativa entre varias especies.

El análisis de agrupamiento de Bray-Curtis, que permitió identificar similitudes en las especies de huevos y larvas, también mostró patrones de agrupamiento consistentes con otros estudios previos, en particular las especies *Exocoetus* spp., *Coryphaena hippurus* y *Desmodomesma lorum*, quienes compartieron una alta similitud entre las estaciones, similar a lo que se reportó en investigaciones previas sobre la estructura de comunidades en el Pacífico Oriental.

En general, este estudio refuerza la idea de que las zonas costeras son claves en la dinámica de las comunidades de ictioplancton, con variaciones significativas según las estaciones y las condiciones oceanográficas locales. Las variaciones en la temperatura, la salinidad y las corrientes marinas parecen ser factores determinantes en la distribución del ictioplancton, lo que concuerda con lo reportado por Santos et al., (2001) sobre la importancia de los frentes oceanográficos para la biodiversidad de estas comunidades.

A lo largo de las nueve estaciones de muestreo, se observó una clara dominancia de *Auxis* sp. (botella) en la abundancia de huevos, mientras que *Opisthonema* spp. (pinchagua) fue la especie más representativa en la fase larval. Esta distribución sugiere patrones específicos de desove y desarrollo larval asociados a condiciones ambientales particulares, en concordancia con estudios previos que resaltan la influencia de factores oceanográficos sobre la estructura del ictioplancton y la dinámica reproductiva de peces pelágicos pequeños (Funes et al., 1998; Palma & Silva, 2004).

Con el fin de evaluar el estado reproductivo de estas especies, se analizó la madurez sexual mediante la identificación de cinco estadios gonadales. Los estadios III y IV indicaron individuos en fase reproductiva activa, mientras que el estadio V correspondió a especímenes que ya habían desovado. Los resultados alcanzados del análisis del estado reproductivo de estas especies a partir de los lances efectivos de pesca revelaron una elevada proporción de hembras de pinchagua en estadio V (96 %), lo que indica un proceso de desove ya completado, tendencia que también se observó en los machos (75 %). De manera similar, las hembras de *Auxis* spp. presentaron un alto porcentaje (70 %) en estadio V, lo cual sugiere una intensa actividad reproductiva durante el periodo evaluado.

En contraste, los individuos de macarela mostraron una mayor frecuencia en estadios de madurez temprana (estadio II) y próximos a desovar (estadio IV), con una distribución diferencial entre sexos; el 59 % de los machos y el 26 % de las hembras se encontraban en estadio IV, denotando la ocurrencia de dos procesos reproductivos en los individuos muestreados, ratificando la condición de desovantes parciales de esta especie, así como de otros peces pelágicos pequeños, lo cual sugiere que durante el estudio esta especie aún se encontraba en fase reproductiva y en madurez virginal/recuperación. Estos hallazgos reflejan diferencias interespecíficas en la fenología reproductiva, posiblemente relacionadas con factores ambientales y ecológicos como la temperatura, la disponibilidad de alimento o la variabilidad en las condiciones oceanográficas locales.

## 5. CONCLUSIONES

La evaluación acústica estimó una biomasa total de Peces Pelágicos Pequeños de 226 272 t, dominada por macarela (30,2 %), botella (24,5 %) y pinchagua (21,0 %), y en menor proporción chuhueco (8,6 %), picudillo (7,9 %) y sardina redonda (menos del 7,5 %).

La abundancia relativa por especie, resalta a la especie chuhueco con el mayor porcentaje (31 % del total estimado), seguido de pinchagua (24,5 %) y picudillo, que presentó la menor participación (8,2 %).

La distribución espacial de la biomasa mostró dos zonas principales de concentración, alrededores de la Puntilla de Santa Elena y la región fronteriza con Perú. En términos verticales, la mayor densidad de recursos se localizó entre los 40 y 150 metros de profundidad.

En relación con la distancia a la costa, aproximadamente el 86 % de la biomasa se encontró fuera de las 8 millas náuticas, lo que subraya la relevancia del ámbito oceánico en la dinámica de estos recursos.

El margen de error en la estimación de la biomasa, calculado a partir del intervalo de confianza (LC), fue bajo (0,63 %) en comparación a otras estimaciones de campañas anteriores, lo cual otorga alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

Los lances de pesca comprobatoria, efectuados tanto dentro como fuera del límite de las 8 millas, estuvieron compuestos mayoritariamente por especies pelágicas pequeñas como pinchagua, botella, macarela y picudillo, que representaron el 45 % de la captura total.

La distribución horizontal de los PPP mostró una cobertura relativamente alejada a la costa, concentrándose en los dos núcleos principales (norte de la puntilla y frontera con Perú). Asimismo, se determinó que las principales especies pelágicas pequeñas se encontraban mayoritariamente en condición post-desove, información clave para el manejo pesquero sostenible de estos recursos.

La especie *Auxis* sp. fue la especie dominante en la fase de huevos, mientras que *Opisthonema* spp. predominó en la fase larval, desempeñando ambas un papel crucial en la estructura del ictioplancton.

Las estaciones costeras frente a las provincias de El Oro y Guayas (E1, E2 y E5) presentaron las mayores diversidades, destacándose como zonas ecológicamente importantes para el desove y la crianza, al ofrecer hábitats favorables para el desarrollo ictioplanctónico.

La similitud en la composición entre las estaciones E2 y E5 sugiere posibles interacciones ecológicas o condiciones ambientales compartidas, que favorecen una estructura común del ictioplancton. En contraste, la estación ubicada frente a la provincia de Santa Elena (E9) mostró una composición distinta y menor diversidad, comportándose como un punto aislado.

Finalmente, se evidenció que variables ambientales como la temperatura y la salinidad son factores determinantes en la variabilidad de los estadios de desarrollo y en la composición del ictioplancton, lo que indica una estrecha relación entre los cambios ambientales y la dinámica de estas comunidades.

## 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.

Ahlstrom, E. H., & Counts, R. C. (1955). Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigations and fisheries research. Fishery Bulletin, 56(99), 159–203.

Beltrán-León, B. S., & Ríos, C. (2000). Claves para la identificación de huevos y larvas de peces del Pacífico oriental.

Calderón G.y, Ayora G. (2024) Crucero hidroacústico – ictioplancton. Abundancia y distribución de huevos y larvas de peces con énfasis en especies pelágicas pequeñas (Informe interno).

Calderón G., Ayora G., y Elías E. (2021). Catálogo de huevos y larvas de peces colectadas en aguas ecuatorianas. Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, 273 pp. Guayaquil – Ecuador.

Calderón G. Ayora, G., Solís, P. (2020). Variación espacio-temporal de larvas de peces en el Golfo de Guayaquil, Ecuador Boletín de investigaciones Marina y Costeras INVEMAR 49 (1), 135- 156.

Calderón, G. (2011). Catálogo de huevos y larvas de peces colectadas en aguas ecuatorianas. Boletín Especial, 2(4).

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 Olaya Balandra 9902-03 de Tumbes a Tacna. Inf. Inst. Mar Perú 147: 47-58.

García, F y A. Romero (2013). Evaluación Hidroacústica de la Distribución y Biomasa de Peces Pelágicos Pequeños en el Golfo de Guayaquil durante febrero de 2013. Informe técnico Instituto Nacional de pesca.

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

Funes-Rodríguez, Rene & González Armas, Rogelio & Avendaño-Ibarra, Raymundo. (1998). Distribución y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. Hidrobiológica: [revista del Departamento de Hidrobiología]. 8. 55-66.

García, J., Sánchez, A., & Bravo, F. (2017). "Composición y dinámica del ictioplancton en la costa de Guayas, Ecuador." Boletín de Ciencias del Mar, 19(1), 23-34.

IPIAP (2023). Estimación Hidroacústica, Distribución Geoespacial y Condiciones Biológicas y Ambientales de los principales Peces Pelágicos Pequeños en el Ecuador, durante junio-julio de 2022. Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP). Informe de Crucero.

Kendall Jr., A.W., Ahlstrom, E.H. & Moser, H.G. (1984). Early life history stages of fishes and their characters. En: Moser, H.G., Richards, W.J., Cohen, D.M., Fahay, M.P., Kendall, A.W. & Richardson, S.L. (Eds.), Ontogeny and Systematics of Fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, La Jolla, CA: 11-22.

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.

Moser, H. G. (1996). The early stages of fishes in the California Current region.

Palma, E., & Silva, C. (2004). "Diversidad y abundancia de ictioplancton en la costa ecuatoriana." Revista de Biología Tropical, 52(4), 1087-1097.

Ríos, C., Flores, E., & Sánchez, M. (2013). "Análisis de la distribución de larvas de peces en la costa de Santa Elena, Ecuador." *Revista Ecuatoriana de Biología*, 16(1), 75-85.

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. [https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/INFORME-FINAL-CRUCERO-ENERO-2021-IPIAP\\_RECURSO-Y-AMBIENTE.pdf](https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/INFORME-FINAL-CRUCERO-ENERO-2021-IPIAP_RECURSO-Y-AMBIENTE.pdf)

Romero, A., G. Ponce, N. González y M. Hurtado. (2022). Estimación hidroacústica, distribución geoespacial y condiciones biológicas y ambientales de los principales peces pelágicos pequeños en el Golfo de Guayaquil. [https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2023/06/informe\\_crucero\\_ipiap\\_2022-12-02\\_ppp\\_final.pdf](https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2023/06/informe_crucero_ipiap_2022-12-02_ppp_final.pdf)

Romero, A., N. González, G. Ponce y A. Muñoz. (2024). Estimación hidroacústica de los principales especies de peces pelágicos pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial. Informe técnico. [https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2024/04/informe\\_crucero\\_ipiap\\_2024-01-01\\_PPP.pdf](https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2024/04/informe_crucero_ipiap_2024-01-01_PPP.pdf)

Santos, M., Figueroa, D., & Morales, C. (2001). Oceanographic fronts and their ecological significance in the western coast of South America. *Journal of Marine Systems*, 25(3–4).

Smith, P. y S. L. Richardson. (1977). Standard techniques for pelagic fish egg and larval survey. *FAO Fish.Tech.Pap.* (175):100 p.