

INSTITUTO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN DE ACUICULTURA Y PESCA (IPIAP)

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

CRUCERO DE PROSPECCIÓN HIDROACÚSTICA Y PESCA COMPROBATORIA CON BARCOS PESQUEROS COMERCIALES

IPIAP 2022-06-01 PPP

Guayaquil, 10 de marzo de 2023

CRUCERO DE PROSPECCIÓN HIDROACÚSTICA Y PESCA COMPROBATORIA CON BARCOS PESQUEROS COMERCIALES

IPIAP 2022-06-01 PPP

ESTIMACIÓN HIDROACÚSTICA, DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL Y CONDICIONES BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES DE LOS PRINCIPALES PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS EN EL ECUADOR DURANTE JUNIO-JULIO DE 2022

Autores por componente de Investigación

- **COMPONENTE PESQUERA:** *Álvaro Romero, Gabriela Ponce, & Natalia González*
- **COMPONENTE OCEANOGRAFÍA FÍSICA:** *Mario Hurtado, Daniela Saltos, & Telmo De la Cuadra*
- **COMPONENTE OCEANOGRAFÍA QUÍMICA:** *Patricia Macías, Freddy Magallanes, & Katherine Alarcón*
- **COMPONENTE PLANCTÓNICA:** *Robert Bucheli, David García, Jacqueline Cajas, & León Vergara*
- **COMPONENTE ICTIOPLANCTÓNICA:** *Gregoria Calderón & Rodrigo Moreno*

Cítese:

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.

Contenido

ESTIMACIÓN HIDROACÚSTICA, DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL Y CONDICIONES BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES DE LOS PRINCIPALES PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS EN EL ECUADOR DURANTE JUNIO-JULIO DE 2022.....	7
1. INTRODUCCIÓN	7
2. MATERIALES Y METODOS.....	8
2.1 Biomasa, abundancia y distribución geoespacial	8
2.2 Estimación de la biomasa de juveniles/reclutas.....	9
2.3 Pesca comprobatoria	11
2.4 Obtención de Información biológica y pesquera a bordo	11
2.4.1 Estructura de Tallas	11
2.4.2 Desarrollo Gonadal y Proporción Sexual	11
2.5 Composición de las capturas	12
2.6 Oceanografía Física	12
2.6.1 Muestreo	12
2.6.2 Procesamiento de datos	14
2.6.3 Interpolaciones	16
2.7 Oceanografía Química	16
2.8 Plancton.....	16
2.8.1 COLECTA Y ANÁLISIS DE MUESTRA	16
2.8.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	17
2.9 Ictioplancton.....	17
3. RESULTADOS	19
3.1 Estimación de biomásas y abundancia de los Peces Pelágicos Pequeños (PPP).....	19
3.1.1 Biomasa de peces pelágicos pequeños (PPP).....	19
3.1.2 Biomasa de Otras especies	19
3.1.3 Estimación de Abundancia de los Peces Pelágicos Pequeños	20
3.1.4 Abundancia de Otras especies	21
3.2 Distribución horizontal de las principales especies pelágicas pequeñas	22
3.2.1 Macarela (<i>Scomber japonicus</i>)	23
3.2.2 Botella (<i>Auxis</i> spp.).....	24
3.2.3 Pinchagua (<i>Opisthonema</i> spp.)	24
3.2.4 Picudillo (<i>Decapterus macrosoma</i>)	25
3.2.5 Sardina redonda (<i>Etrumeus teres</i>).....	25

3.3 Distribución de la biomasa por milla de las principales especies de peces pelágicos pequeños.....	26
3.4 Pesca comprobatoria	27
3.5 Aspectos biológicos	27
3.5.1 Estructura de tallas	27
Botella (<i>Auxis</i> spp.).....	28
Sardina redonda (<i>Etrumeus acuminatus</i>).....	28
Pinchagua (<i>Opisthonema</i> spp.).....	29
Picudillo (<i>Decapterus macrosoma</i>)	29
Jurel (<i>Trachurus murphyi</i>).....	29
3.6 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FÍSICAS.....	30
3.6.1 Temperatura superficial del mar (TSM).....	30
3.6.2 Anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM)	30
3.6.3 Estructura térmica vertical.....	31
Intensidad de la Termoclina (IT)	32
Profundidad de la capa de mezcla (CM).....	32
Profundidad de isotermas de 20°C (Z20) & 15°C (Z15)	33
Perfiles de temperatura	34
6.2.4 Salinidad superficial del mar (SSM)	35
6.2.5 Estructura halina vertical.....	36
Perfiles de salinidad	37
6.2.6 Densidad superficial del mar (DSM).....	38
6.2.7 Densidad en la columna de agua.....	39
Perfiles de densidad.....	40
6.2.8 MASAS DE AGUA	41
Agua tropical superficial (ATS)	41
Agua sub-tropical superficial (ASTS).....	42
Agua Ecuatorial Sub-Superficial (AESS)	43
6.2.9 PROFUNDIDAD DE LA CAPA FÓTICA.....	44
6.2.9 CORRIENTE DE DERIVA SUPERFICIAL DEL MAR	45
6.2.10 VIENTOS	46
6.2.11 CIELO Y OBSERVACIONES	47
6.2.12 LONGITUD 82° OESTE	47
3.7 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS QUÍMICAS	49

3.7.1 Distribución Horizontal	49
3.7.2 Distribución Vertical	51
3.7.3 NUTRIENTES INORGÁNICOS DISUELTOS	52
3.8 FITOPLANCTON	54
3.8.1 ABUNDANCIA	54
3.8.2 Densidad.....	55
3.8.3 PRODUCTIVIDAD PRIMARIA	55
3.8.4 ARRASTRE HORIZONTAL.....	56
Composición	56
Abundancia	57
Densidad	58
Diversidad	58
3.8.5 ARRASTRE VERTICAL	60
Composición	60
Abundancia	61
Densidad	62
3.9 ZOOPLANCTON.....	65
3.9.1 Biomasa.....	65
3.9.2 Distribución- Composición-Abundancia.....	66
3.9.3 Veril 81°	71
3.9.4 Golfo de Guayaquil (Zona Sur)	72
3.9.5 Santa Elena (Zona Sur)	75
3.9.6 Manabí (Zona Norte).....	77
3.9.7 Punto de Referencia (Veril 82°).....	80
3.9.8 Análisis de Componente Canónica (ACC).....	82
3.9.9 Vertical.....	83
3.10 ICTIOPLANCTON	84
3.10.1 ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL ICTIOPLANCTON	84
3.10.2 DENSIDAD ICTIOPLANCTONICA.....	85
3.10.3 ARRASTRE HORIZONTAL.....	86
3.10.4 DISTRIBUCION DE ESPECIES DOMINANTES	87
3.10.5 ESPECIES PELÁGICAS	88
3.10.6 ESTRUCTURA COMUNITARIA SEGÚN LA ESCALA DE ABUNDANCIA	91

3.10.7 DIVERSIDAD	94
3.10.8 ANÁLISIS DE COMPONENTE CANÓNICA (ACC) A NIVEL HORIZONTAL	95
3.10.9 ARRASTRE VERTICALde	95
3.10.10 DISTRIBUCION DE ESPECIES.....	96
3.10.11 ESTRUCTURA COMUNITARIA SEGÚN LA ESCALA DE ABUNDANCIA	100
3.10.12 DIVERSIDAD	102
3.10.13 ANÁLISIS DE COMPONENTE CANÓNICA (ACC) A NIVEL VERTICAL	103
4. DISCUSIÓN.....	103
5. CONCLUSIONES	111
6. BIBLIOGRAFIA.....	112

ESTIMACIÓN HIDROACÚSTICA, DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL Y CONDICIONES BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES DE LOS PRINCIPALES PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS EN EL ECUADOR DURANTE JUNIO-JULIO DE 2022

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación hidroacústica es un método directo que permite mediante la acústica submarina estimar la abundancia probable de peces a partir de la cuantificación del rebote de sonido de los cardúmenes de peces.

El principio fundamental de esta metodología de estimación consiste en que si se conoce la cantidad de energía sónica que es emitida por los peces, se la puede comparar con la que se recibe como eco o retro dispersión, y así poder atribuir la diferencia a la cantidad de dispersores presentes en el agua; Si se conoce la energía que un solo pez es capaz de reflejar, entonces la relación entre esas dos cantidades nos dará el número de peces presentes en el agua.

La pesquería de peces pelágicos pequeños (PPP) es una de las principales actividades extractivas en la costa continental ecuatoriana, estos recursos son extraídos por la flota cerquera costera y pescadores artesanales a lo largo del mar territorial continental, siendo principalmente el área del Golfo de Guayaquil con la mayor presencia de estos organismos.

Los PPP son empleados como insumo 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.

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

Con el fin de continuar con los estudios que fomenten el incremento del conocimiento de estos recursos de PPP en el territorio continental ecuatoriano, el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP), 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 (CONOPA) y la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) de manera conjunta llevaron a cabo del 27 de junio al 12 de julio de 2022 el 6º crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria en barcos pesqueros comerciales, con la finalidad de continuar con los estudios de biomasa, abundancia y distribución de las principales especies de peces pelágicos pequeños en la plataforma continental ecuatoriana y determinar la presencia de juveniles/reclutas de estos recursos, así como determinar las condiciones ambientales donde se distribuyen (Figura 1).

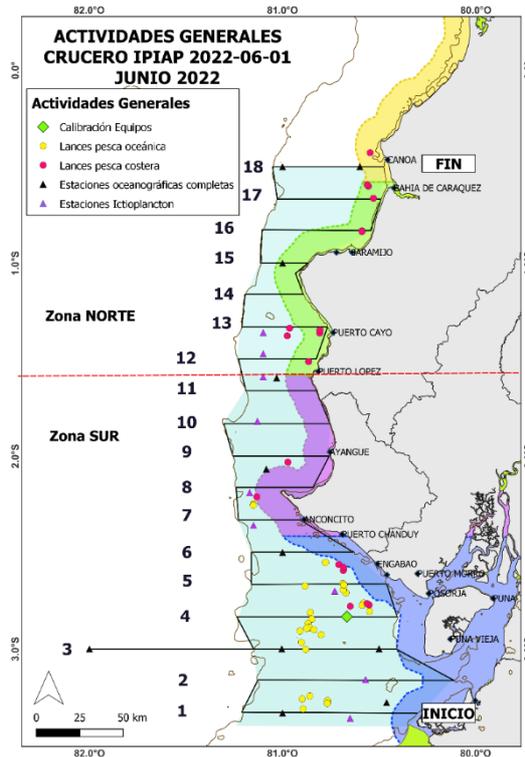


Figura 1. Área de estudio Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP, junio-julio 2022

2. MATERIALES Y METODOS

Durante el crucero se realizaron un total de 18 transectas perpendiculares a la costa y paralelas entre sí, que representó un área total de estudio de 5 736,9 mn²; paralelamente se realizaron 20 estaciones oceanográficas distribuidas por toda el área de estudio, que comprendieron 11 estaciones fijas y 9 específicas para ictioplancton.

2.1 Biomasa, abundancia y distribución geoespacial

El B/P Atlantic I llevó el ecosonda científica portátil SIMRAD EY60 con la frecuencia de 120 KHz. El diseño del sistema de muestreo acústico consistió en realizar 18 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 con el software EchoView para obtener el coeficiente de dispersión náutica (NASC, Nautical Area Scattering Coefficient), necesario para estimar la abundancia y biomasa de las especies en estudio. Los ecotrazos fueron extraídos por regiones y celdas por cada milla náutica (1 UBM) y se consideraron como datos de entrada para la ejecución de la rutina; la profundidad fue fijada en 300 m y el coeficiente de absorción en 46,15 dB/km. Los resultados obtenidos corresponden a longitud, latitud, profundidad promedio y NASC promedio de las marcas de peces pelágicas seleccionadas.

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

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

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

Dónde: L es la longitud del pez en cm y b_{20} (en dB) es un factor dependiente de las características reflectivas del blanco (basándose en la similitud morfológica por especie). En la Tabla 2 se presentan las ecuaciones para la frecuencia 120 kHz utilizadas para las diferentes especies evaluadas en este estudio o en todos los estudios de PPP.

Tabla 1. Ecuaciones TS para las diferentes especies evaluadas, crucero IPIAP 2022-06-01 PPP, junio/julio 2022

Especies	Ecuación	Talla
Botella	$TS=20\log L-70,80$	por individuo (L en cm)
Macarela	$TS=20\log L-70,80$	por individuo (L en cm)
Pinchagua	$TS=20\log L-74,10$	por individuo (L en cm)
Chuhueco	$TS=20\log L-74,10$	por individuo (L en cm)
Picudillo	$TS=20\log L-74,10$	por individuo (L en cm)

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

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

2.2 Estimación de la biomasa de juveniles/reclutas

La fracción en peso de los reclutas para la zona de estudio, se calcula según:

$$\hat{B}_{rI} = \hat{B} \hat{P}_{rI}$$

donde:

\hat{B}_{rI} = biomasa en peso de los reclutas (t)

\hat{B} = Biomasa total de una especie de PPP (t)

\hat{P}_{rI} = porcentaje de los reclutas.

Siendo \hat{P}_{rI} igual a:

$$\hat{P}_{rI} = \frac{\sum_{l=1}^{l_o} Y_1(k \leq k_o)}{\sum_{l=1}^{l_o} Y_1}$$

donde:

$Y_1(k \leq k_o)$ = peso de los reclutas en la captura del lance de pesca, donde
 k_o = talla media de la primera madurez sexual de la especie en cm.
 P_L = peso total de la captura en el lance de pesca.
 l_o = número de lances.

La biomasa en número de los reclutas se calcula según:

$$\hat{B}_N = \frac{\hat{B}}{w}$$

donde \hat{B} es la biomasa estimada en peso (t) y w es el peso medio estimado de un ejemplar en el área.

Alternativamente, se calcula la biomasa por talla en base a la información acústica por U.B.M., la información de estructura de tallas por cada lance de pesca y la relación TS-L por especie PPP.

De este modo el número de ejemplares, por talla (N_k) se calcula según:

$$N_k = \sum_{j=1}^{j=m} \frac{S a_j f_k}{4\pi \sum_{i=1}^T f_i 10^{\frac{(a+b \log L_i)}{10}}}$$

y consecuentemente la biomasa en peso, a la talla, se calcula según:

$$B_{(k)} = N_k a_1 L_k^{b_1}$$

siendo:

N_k = número de ejemplares en la k-ésima talla
 $S a_j$ = lectura acústica en la j-ésima ubm
 f_k = frecuencia de la talla k determinada desde los lances de reconocimiento (%).
 T = total de tallas
 f_i = frecuencia de la i-ésima talla, determinada desde los lances de reconocimiento (%).
 a y b = parámetros de la relación TS-L
 L_i = longitud de la i-ésima talla (cm).
 $B_{(k)}$ = peso de la k-ésima talla (g)
 a_1 y b_1 = parámetros de relación peso-longitud
 L_k = longitud de la k-ésima talla (cm)

2.3 Pesca comprobatoria

Para la pesca comprobatoria se utilizaron 4 barcos cerqueros sardineros que utilizaron red de cerco de jareta de distintos tamaños, los 3 barcos pequeños realizaron lances pesca cerca a la costa (1-8 millas) mientras que los grande realizaron lances de pesca de las 8 millas hacia mar a fuera. Se realizó un total de 46 lances de pesca sobre cardúmenes, previamente identificados durante la prospección acústica realizada por el barco científico (B/P Atlantic I). Los lances de pesca fueron efectuados tanto en la parte cerca de la costa como en la parte oceánica con la finalidad de corroborar la información acústica levantada. Se realizaron análisis biológicos de las muestras representativas de los cardúmenes capturados; Esta información 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.

2.4 Obtención de Información biológica y pesquera a bordo

Se 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, o Longitud Total (LT) para pinchagua, chuhueco y del grupo “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 frecuencia de tallas con intervalos de 1 cm, para las principales especies de pelágicos pequeños.

2.4.2 Desarrollo Gonadal y Proporción Sexual

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

- Estadio I: Sexualmente inmaduros
- Estadio II: Madurez virginal/recuperación
- Estadio III: Sexualmente maduros

- Estadio IV: Próximos a desovar
- Estadio V: Desovados

2.5 Composición de las capturas

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

2.6 Oceanografía Física

2.6.1 Muestreo

Los datos colectados corresponden a un total de 11 estaciones bio-oceanográficas en modalidad completa, ubicadas desde la latitud 00° 30'S (Canoa, provincia de Manabí) hasta la latitud 03°20'S (frontera entre Ecuador y Perú), y entre la costa ecuatoriana y el meridiano 82°00'W, cubriendo todo el perfil costero entre las líneas de batimetría de 10 hasta los 300 m de profundidad (

2).

La metodología utilizada para la componente física corresponde a estándares convencionales empleados en oceanografía y meteorología. Con la ayuda de equipos de medición y bitácoras para registros *in situ*, se registraron y monitorearon parámetros como viento, nubosidad, rumbo, hora inicial y final, coordenadas iniciales y finales, etc, tanto superficial como verticalmente de las 11 estaciones oceanográficas de IPIAP.

Los principales instrumentos y equipos de trabajo fueron; perfilador tipo CTD SBE19Plus (SeaBird) para registrar los cambios de temperatura y conductividad en función de la profundidad, botellas muestreadoras Niskin (General Oceanics) para colecta de agua a profundidades estándar (0, 10, 30, 50, 75, 100, 150, 200 y 300 m), termómetro de balde para registro de temperatura superficial del mar y a profundidades estándar, anemómetro (Kestrel) y brújula para dirección y magnitud de vientos y para el posicionamiento y la determinación de la corriente de deriva del buque se usó un GPSMAP 79S (Garmin).

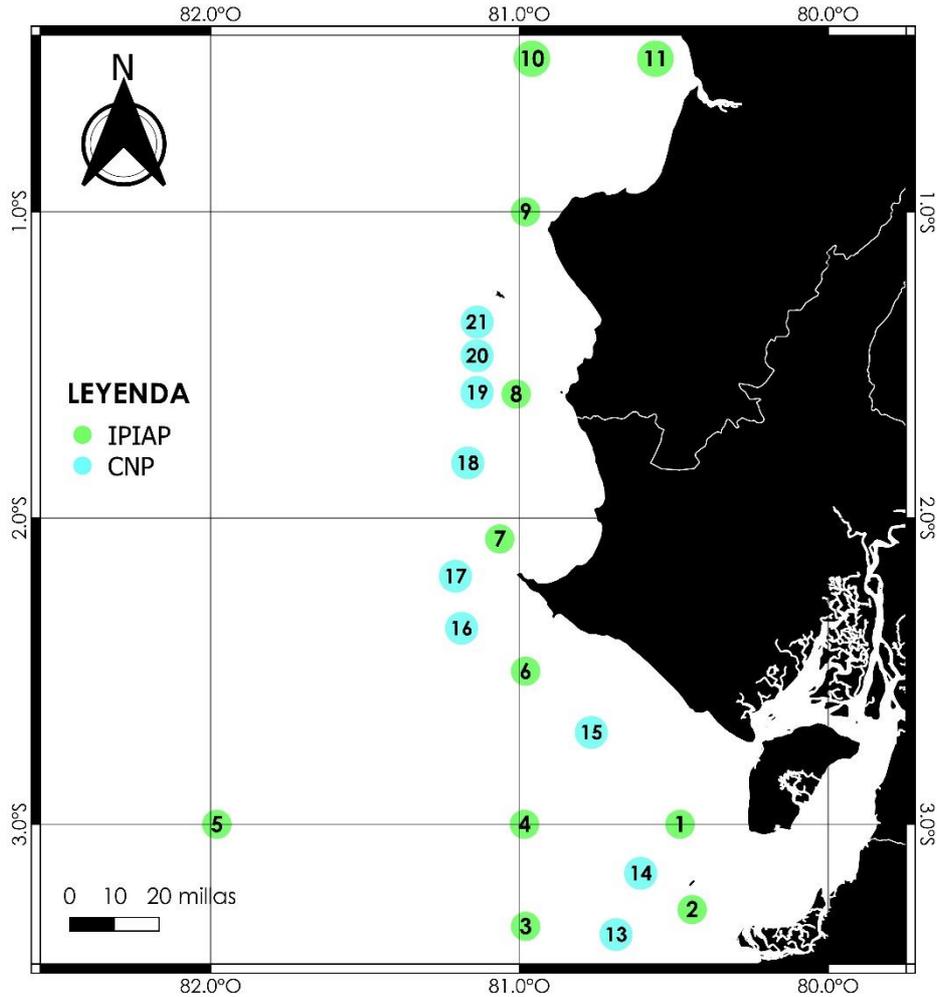


Figura 2. Planificación de estaciones oceanográficas monitoreadas durante crucero 2022-06-01 PPP

Adicionalmente, se realizó el descenso simultáneo del CTD SBE con el CTD YSI de la Cámara Nacional de Pesquería (CNP) durante el monitoreo de 9 estaciones CNP + 1 estación IPIAP sin sobrepasar la profundidad estándar de 100 metros. Se consideraron estos registros como datos que complementan la información presentada para mayor precisión durante las interpolaciones (Tabla 2 Tabla 2 *Error! No se encuentra el origen de la referencia.*).

Tabla 2. Especificaciones de estaciones oceanográficas monitoreadas durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

Fecha	Tipo	Estación ID	Latitud	Longitud	Z _{MAX} [m]	Z _{EST} [m]	Perfilador	
							YSI	SBE
29/06/2022	IPIAP	1	-3,0000	-80,5000	23	10		X
30/06/2022	IPIAP	2	-3,2784	-80,4608	30	30	X	X
30/06/2022	IPIAP	3	-3,3333	-81,0000	291	250		X
01/07/2022	IPIAP	4	-3,0000	-81,0039	287	250		X
02/07/2022	IPIAP	5	-3,0000	-82,0000	287	250		X
05/07/2022	IPIAP	6	-2,5000	-81,0000	76	75		X
05/07/2022	IPIAP	7	-2,0682	-81,0839	101	100		X
08/07/2022	IPIAP	8	-1,5951	-81,0305	104	100		X
09/07/2022	IPIAP	9	-1,0000	-81,0000	229	200		X
10/07/2022	IPIAP	10	-0,5000	-81,0000	300	300		X
10/07/2022	IPIAP	11	-0,5000	-80,6000	56	50		X
29/06/2022	CNP	13	-3,3600	-80,6500	46	30	X	X
29/06/2022	CNP	14	-3,1600	-80,5700	46	30	X	X
04/07/2022	CNP	15	-2,7000	-80,7300	33	30	X	X
05/07/2022	CNP	16	-2,3600	-81,1500	82	75	X	X
05/07/2022	CNP	17	-2,1900	-81,1700	85	75	X	X
05/07/2022	CNP	18	-1,8200	-81,1300	78	75	X	X
08/07/2022	CNP	19	-1,5900	-81,1000	82	75	X	X
09/07/2022	CNP	20	-1,4700	-81,1000	84	75	X	X
09/07/2022	CNP	21	-1,3600	-81,1000	59	30	X	X

Z_{MAX} = Profundidad máxima alcanzada por el perfilador.
Z_{EST} = Profundidad estándar máxima alcanza por el perfilador.

2.6.2 Procesamiento de datos

Los conjuntos de datos obtenidos por los perfiladores fueron tratados de acuerdo con lo sugerido por los fabricantes y los protocolos estandarizados para la región. El CTD YSI muestra sus datos suavizados por configuración predeterminada (YSI, 2010), mientras que el CTD SBE requiere un proceso de filtrado desarrollado con el software SBEDataProcessing, donde se consideraron las funciones Cell Termal Mass y Filter con sus respectivos coeficientes (CPPS, 2015).

Durante el tratamiento de los datos se filtraron los valores atípicos de las variables físicas estudiadas para el cual se tomó como referencia la guía para el control de calidad de datos oceanográficos recomendada para la región pacifico sur (CPPS G.-B. , 2022), que permite asignar banderas a cada dato evaluado, donde se establecieron criterios de calificación (Tabla).

Para cada conjunto de datos se verificó la coherencia espacial y temporal, los perfiles, valores improbables y finalmente se realizó una inspección visual para descartar inconsistencias.

De las muestras de agua colectadas con las botellas Niskin, se estimó la salinidad a profundidades estándar de las estaciones oceanográficas con el equipo Portasal modelo 8410A. Adicional a las salinidades obtenidas de cada muestra, se complementó el análisis de las variables físicas oceanográficas con los registros de temperatura del termómetro de balde a distintas profundidades.

Tabla 3. Modelo de banderas de calidad IODE (IOC, 2013)

Calificación	Nombre	Definición
1	Bueno	Paso las pruebas de calidad documentadas
2	No evaluada, no disponible o desconocida	Se utiliza cuando no se ha realizado una prueba de calidad o la calidad de los datos es desconocida
3	Cuestionable o sospechoso	Fallo una prueba documentada métrica no-crítica o una prueba subjetiva
4	Malo	Fallo una prueba documentada fundamental sobre la calidad del dato
9	Dato ausente	Usada para indicar que hay datos ausentes

Los datos fueron analizados superficial y verticalmente, con softwares libres como Ocean Data View (ODV), Quantum GIS (QGIS) y Octave. Para garantizar una mejor interpolación espacial de los datos superficiales, se adicionaron datos satelitales (NOAA & COPERNICUS).

Para el cálculo de masas de agua se utilizó una función que determina las proporciones de mezcla de una determinada masa de agua en base a los índices de mezcla establecidos por Cucalón E. (1983) (Tabla 4). La composición porcentual fue obtenida por el método del triángulo de mezcla (Mamayev, 1975) y el sistema de tres ecuaciones es resuelto por el método de determinantes (Telmo De La Cuadra, 2005).

Tabla 4. Características de las masas de agua (Cucalon, 1983)

Época	Masas de Agua	Temperatura	Salinidad
Lluviosa	AESS	13,0 °C	35,1 PSU
	ATS	28,0 °C	33,7 PSU
	ASTS	24,0 °C	35,5 PSU
Seca	AESS	13,0 °C	35,1 PSU
	ATS	27,0 °C	33,4 PSU
	ASTS	21,0 °C	35,3 PSU

Debido a la interacción atmosfera-océano, se representó gráficamente la magnitud y dirección del viento y corriente de deriva con ayuda del programa WRPLOT. Se calcularon las profundidades hasta donde se desarrollan los procesos de mezcla (1) y con relación a la termoclina se calcularon las profundidades donde se ubicó la isoterma de 20°C (2) y 15°C (3) a partir de los registros de temperatura de los perfiladores tipo CTD para cada estación. Así mismo, se obtuvo el gradiente de la temperatura (4) en cada estación para estimar la variación promedio de la temperatura en la termoclina.

$$CM = Z_{i+1} + \frac{(Z_i - Z_{i+1}) * (TSM - 0.5^{\circ}C - T_{i+1})}{(T_i - T_{i+1})} \quad (1)$$

$$Z_{20} = Z_{i+1} + \frac{(Z_i - Z_{i+1}) * (20^{\circ}C - T_{i+1})}{(T_i - T_{i+1})} \quad (2)$$

$$Z_{15} = Z_{i+1} + \frac{(Z_i - Z_{i+1}) * (15^{\circ}C - T_{i+1})}{(T_i - T_{i+1})} \quad (3)$$

$$\Delta T = \frac{T_{i+1} - T_i}{Z_{i+1} - Z_i} \quad (4)$$

2.6.3 Interpolaciones

De acuerdo con la cantidad de datos disponibles, al utilizar ODV se hizo uso del método de interpolación “Cuadrícula de promedio ponderado”. Esto significa que, siendo iguales todos los demás factores, cuanto más cerca esté un punto de un nodo de la cuadrícula, más peso tendrá para determinar el valor Z en ese nodo de la cuadrícula (Schlitzer, 2002). Con QGIS se utilizó el método de interpolación “Distancia inversa ponderada” donde matemáticamente se asume que los valores más cercanos están más relacionados que los valores más lejanos con su función (QGIS, 2022).

2.7 Oceanografía Química

La información analizada corresponde a 12 (doce) estaciones oceanográficas realizadas en julio 2022 durante la campaña de evaluación Acústica, La metodología empleada en todo el proceso, corresponde al estándar convencional en oceanografía química.

Las muestras de aguas fueron colectadas con botellas Niskin, a diferentes profundidades, filtradas al vacío, a través de filtro de fibra de vidrio Wathman GF/F, almacenadas en botellas de polietileno y llevadas a congelación para su posterior análisis en los laboratorios del IPIAP. Se obtuvieron muestras de agua para determinar los micronutrientes como, nitrato [NO₃], fosfato [PO₄], silicato [SiO₄]. El oxígeno disuelto fue determinado por el método de Winkler modificado por Carpenter (1976), y los nutrientes inorgánicos disueltos con las metodologías descritas por Strickland y Parsons (1972), Solórzano (1969 y 1984).

2.8 Plancton

2.8.1 COLECTA Y ANÁLISIS DE MUESTRA

Las muestras para el análisis cuantitativo del fitoplancton se colectaron utilizando botellas hidrológicas Niskin a 0, 10, 30, 50 y 75 m de profundidad, las mismas que se preservaron con solución de lugol hasta obtener la coloración ámbar. El recuento se realizó por el método Utermöhl (Rytter, 1978), en cámaras de sedimentación de 10 cc utilizando microscopio invertido, expresando sus resultados en Cel.l⁻¹.

Para el análisis cualitativo de fitoplancton y cuali-cuantitativo de zooplancton se colectaron muestras con redes cilindro-cónicas de 55 y 200 μm de luz de malla, respectivamente, mediante arrastres superficiales de cinco minutos de duración y arrastres verticales en la columna de agua de 50 a 0 metros (estaciones 2 hasta el 11 y est. 16), y 10-0 metros (estación 1); la preservación se realizó utilizando solución de formalina. En el fitoplancton se empleó Semina (UNESCO 1978), obteniéndose los resultados en cel.m⁻³ de agua filtrada. Para la cuantificación del zooplancton, se utilizó la cámara Dollfus, con la técnica de Sergio Frontier (Boltovskoy 1981), identificando las especies presentes.

Para la medición de la productividad primaria (Chl_a), se emplearon los procedimientos Holm-Hansen et al., (1965) y Lorenzen (1966) mediante uso de Fluorómetro Turner Designs.

2.8.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

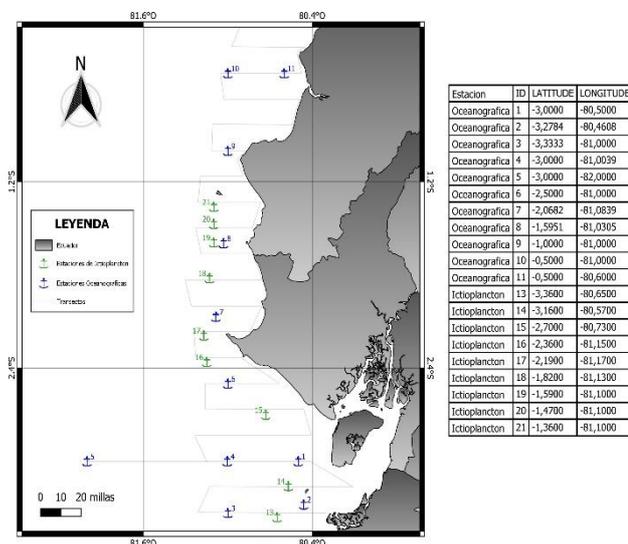
Para el tratamiento de la información se construyeron matrices de datos, relacionando el número de organismos por grupos, tipo de arrastre y por zonas, identificados en cada una de las estaciones. Con esta información, se hicieron diferentes tipos de gráficos, entre ellos los de pastel para la composición de organismos o grupos y gráficos de barras.

Con los datos cuantitativos se procedió al cálculo de abundancia de los grupos funcionales, equitatividad, riqueza y diversidad de Shannon y Wiener (Krebs, 1999). Para analizar y comparar la variación temporal y espacial de la abundancia del plancton entre zonas y estaciones, se realizó un análisis de varianza no paramétrico (Kruskal-Wallis), luego de comprobar el no cumplimiento de los supuestos del Anova (Zar, 1996). Se expresaron en diagramas de cajas y bigotes de acuerdo a Boyer et al., (1997), para analizar la dispersión alrededor de la mediana.

Para establecer la afinidad de las estaciones de muestreo de acuerdo a la estructura comunitaria del plancton, se realizó previamente un análisis de clasificación (clúster) con el índice Bray Curtis y el algoritmo del vecino más cercano (Legendre&Legendre, 1998).

Con el fin de establecer las posibles relaciones entre las especies relevantes y los parámetros ambientales (temperatura y salinidad), se efectuó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) (Ter Braak, 1986) y para ello las densidades se transformaron a raíz cuadrada. Así también se determinó la estructura comunitaria que fue representada por Gráficas de ordenamiento multidimensional MDS empleando para ello los paquetes estadísticos Statgraphics y Primer 6.

2.9 Ictioplancton



El área de estudio definida en el crucero hidroacústico posee una cobertura geográfica entre la costa ecuatoriana y el meridiano 81°18'W, y entre los 00°10'N y 03°20'S. Durante la ejecución el crucero, se realizaron 12 estaciones oceanográficas, abarcando principalmente las provincias de El Oro, Santa Elena y Manabí (Figura 3).

Figura 3. Zonas de colecta de ictioplancton, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022)

El material biológico se obtuvo mediante arrastres a nivel superficial y en la columna de agua con una red tipo bongo de 300 y 500 micras, posteriormente cada una de las muestras fueron fijadas con formol al 4% neutralizado con una solución saturada de borato de sodio.

En el laboratorio, el ictioplancton fue separado en su totalidad de las muestras madre, los huevos, larvas y juveniles de peces fueron identificadas hasta el máximo nivel taxonómico

posible siguiendo los criterios establecidos en Moser et al., (1996), Matareses (1986) y Richards (2006).

Los huevos y larvas de peces fueron cuantificados según sus fases y etapas de desarrollo, basado en la asignación propuesta por Kendall et al., (1984) que incluye 3 estados de huevos de peces como estadio **inicial** desde la fecundación hasta el cierre del blastoporo, **Medio**, desde el cierre del blastoporo hasta la separación de la cola del embrión del vitelo y **Final**, desde el término de la fase media hasta la eclosión (Figura 4).

La diferenciación de las etapas larvales en larva vitelina, preflexión, flexión y posflexión, se realizó considerando el estado de flexión de la notocorda y la presencia o ausencia de vitelo (Ahlstrom y Ball, 1954; Kendall et al., 1983). Un esquema general que permite observar la conformación de los distintos estados larvales puede verse en la (Figura 4) la abundancia de organismos fue estandarizada a número de individuos/10 m⁻², a partir del método descrito por Smith y Richardson (1979).

Mientras que, para conocer la contribución de taxones se registró el hábitat de los adultos de acuerdo a la descripción de cada especie, género o familia identificada; en el caso de taxones con diversidad de hábitats reportados se asignó el más frecuente.

Una vez identificados los especímenes se consideraron categorías de hábitat teniendo en cuenta la distancia a la costa: costero (profundidades que van de 0 a 50 m por encima de la plataforma continental, nerítico (zonas con profundidades máximas entre 51 y 200 m de la plataforma continental, y en el talud continental), y dentro de los oceánico (0 y 3600 m de profundidad). Así también, se ubicó a las especies considerando si el hábitat de los adultos es demersal (asociados al fondo) o pelágico (especies que se encuentran en la columna de agua), diferenciándose entre epipelágicos, mesopelágicos y batipelágicos.

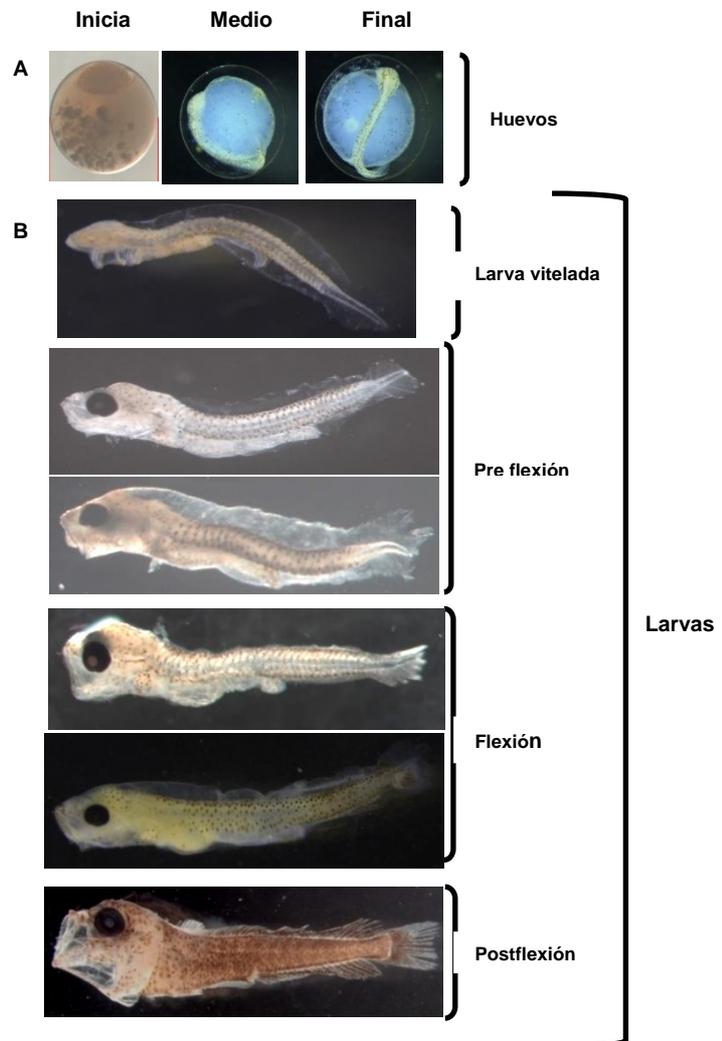


Figura 4. Asignación según Calderón et al., 2021, sobre los estadios y etapas de desarrollo de *Coryphaena hippurus*.

Los valores de abundancia reflejados en los mapas de distribución se establecieron en base a las cuatro categorías según Kramer (1972) y Funes-Rodríguez (1991), que son **muy abundantes** (1001-10000/10m²), **abundante** (101-1000 /10 m²), **poco abundante** (11-100 /10 m²) y **escaso** (1-10/ m²).

El análisis de los datos que se generaron, incluye la composición y diagramación espacial de la abundancia de huevos y larvas por fases y etapas de desarrollo de las especies en el área de estudio.

Para determinar la relación existente entre los grupos de taxa de huevos y larvas de peces, y en las estaciones se llevaron a cabo análisis multivariados, dendrogramas y escalamiento no métrico multidimensional (MDS), que son de frecuente uso en estudios de ictioplancton (Harris & Cyrus, 2000; Landaeta & Castro, 2004).

3. RESULTADOS

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

3.1.1 Biomasa de peces pelágicos pequeños (PPP)

La biomasa total estimada de PPP fue de 689 274 t, registrándose en la zona sur el 62% y en la zona norte el 38 %. En la tabla 4 se observa que la especie con mayor biomasa fue la macarela con 205 313 t, mientras que la anchoa registra el menor valor (7 174 t) como se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Biomasa (t) estimada por zona, transecto y especie de PPP durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP Junio/julio 2022.

Zona	Transecto	Latitud	Longitud inicial	Longitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Anchoa	Jurel	Biomasa (t)	
Sur	1	03°19.998'S	80°19.176'O	81°12.366'O	23.313	4.332	793	0	783	0	0	0	29.221	
	2	03°9.954'S	80°7.62'O	81°7.47'O	0	10.573	0	52.536	49.434	11.826	7.161	0	131.530	
	3	03°00'S	80°24.492'O	81°8.478'O	10.330	14.376	13.828	0	14.292	0	0	0	52.825	
	4	02°50.022'S	80°24.498'O	81°13.578'O	95	5.327	97	21	266	0	0	0	5.806	
	5	02°39.816'S	80°28.392'O	81°8.604'O	870	77.755	30.193	4.265	3.280	0	0	0	116.362	
	6	02°29.91'S	80°38.61'O	81°9.378'O	0	711	0	6.792	0	0	0	0	7.504	
	7	02°20.082'S	80°54.654'O	81°13.422'O	0	13.391	0	11	9.659	0	13	52.806	75.880	
	8	02°10.098'S	80°51.408'O	81°13.632'O	0	10.791	453	0	29.722	0	0	0	0	40.967
	9	01°59.916'S	80°46.338'O	81°14.664'O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	01°49.998'S	80°46.068'O	81°18'O	0	19.531	8.171	0	4.037	0	0	0	0	31.740
	11	01°39.714'S	80°50.46'O	81°10.506'O	3.973	0	0	58.303	0	0	0	0	0	62.276
Norte	12	01°29.886'S	80°49.758'O	81°12.528'O	25	0	0	2.016	0	0	0	0	2.042	
	13	01°19.668'S	80°46.494'O	81°12.45'O	2.293	2.334	0	2.248	7.879	0	0	0	14.754	
	14	01°9.762'S	80°53.76'O	81°11.514'O	0	0	0	1.987	0	0	0	0	1.987	
	15	00°59.814'S	80°52.632'O	81°6.504'O	20.266	46.066	0	1.860	0	0	0	0	68.192	
	16	00°49.944'S	80°33.48'O	81°5.688'O	1.167	125	0	17.031	0	0	0	0	18.323	
	17	00°40.116'S	80°29.442'O	81°1.416'O	0	0	0	29.864	0	0	0	0	29.864	
	18	00°30.054'S	80°29.634'O	81°2.454'O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Totales					62.332	205.313	53.536	176.936	119.352	11.826	7.174	52.806	689.274	
					%	9,0	29,8	7,8	25,7	17,3	1,7	1,0	7,7	100,0

3.1.2 Biomasa de Otras especies

Para el grupo "otras especies", se estimó un valor de 114 223 t, la zona sur comprendió el 67 % y la zona norte el 33 %. La especie con mayor biomasa en este grupo fue la carita con 64 750 t, mientras que el chazo registró el menor valor con 1 625 t (Tabla 6).

Tabla 6. Biomasa en toneladas (t) estimada por zona, transecto y de otras especies no pelágicas durante el CRUCERO IPIAP 2022-06-01 PPP Junio/julio 2022.

Zona	Transecta	Latitud	Longitud inicial	Longitud final	Gallineta	Hojita	Chazo	Carita	Biomasa (t)
Sur	1	03°19.998'S	80°19.176'O	81°12.366'O	0	0	0	0	0
	2	03°9.954'S	80°7.62'O	81°7.47'O	0	34.071	0	22.004	56.075
	3	03°00'S	80°24.492'O	81°8.478'O	3.083	0	0	0	3.083
	4	02°50.022'S	80°24.498'O	81°13.578'O	1.008	63	0	74	1.145
	5	02°39.816'S	80°28.392'O	81°8.604'O	634	2.128	0	3.778	6.540
	6	02°29.91'S	80°38.61'O	81°9.378'O	3.497	3.364	0	5.973	12.835
	7	02°20.082'S	80°54.654'O	81°13.422'O	0	0	0	0	0
	8	02°10.098'S	80°51.408'O	81°13.632'O	0	0	1.625	0	1.625
	9	01°59.916'S	80°46.338'O	81°14.664'O	0	0	0	0	0
	10	01°49.998'S	80°46.068'O	81°18'O	0	0	0	0	0
	11	01°39.714'S	80°50.46'O	81°10.506'O	0	0	0	0	0
Norte	12	01°29.886'S	80°49.758'O	81°12.528'O	0	0	0	0	0
	13	01°19.668'S	80°46.494'O	81°12.45'O	0	0	0	0	0
	14	01°9.762'S	80°53.76'O	81°11.514'O	0	0	0	0	0
	15	00°59.814'S	80°52.632'O	81°6.504'O	0	0	0	0	0
	16	00°49.944'S	80°33.48'O	81°5.688'O	0	0	0	6.657	6.657
	17	00°40.116'S	80°29.442'O	81°1.416'O	0	0	0	26.264	26.264
	18	00°30.054'S	80°29.634'O	81°2.454'O	0	0	0	0	0
Totales					8.222	39.626	1.625	64.750	114.223
					%	7,2	34,7	1,4	56,7

3.1.3 Estimación de Abundancia de los Peces Pelágicos Pequeños

La abundancia total de PPP en el área de estudio fue 22,86 millones de individuos, la zona sur registró el 80% y la zona norte el 20 %. La especie con mayor abundancia fue la pinchagua con 7,95 millones de individuos, mientras que la botella registró el menor valor con 0,50 millones de individuos (Tabla 7).

Tabla 7. Abundancia en millones de ejemplares estimada por zona, transecto y especie de PPP durante el CRUCERO IPIAP 2022-06-01 PPP Junio/julio 2022.

Zona	Transecta	Latitud	Longitud inicial	Longitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Anchoa	Jurel	Abundancia (millones de ejemplares)
Sur	1	03°19.998'S	80°19.176'O	81°12.366'O	0,12	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,17
	2	03°9.954'S	80°7.62'O	81°7.47'O	0,00	0,10	0,00	1,55	1,14	1,02	2,81	0,00	6,62
	3	03°00'S	80°24.492'O	81°8.478'O	0,07	0,13	0,32	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,84
	4	02°50.022'S	80°24.498'O	81°13.578'O	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,06
	5	02°39.816'S	80°28.392'O	81°8.604'O	0,01	1,02	1,01	0,17	0,10	0,00	0,00	0,00	2,31
	6	02°29.91'S	80°38.61'O	81°9.378'O	0,00	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
	7	02°20.082'S	80°54.654'O	81°13.422'O	0,00	0,47	0,00	0,00	0,82	0,00	0,02	1,66	2,97
	8	02°10.098'S	80°51.408'O	81°13.632'O	0,00	0,15	0,02	0,00	1,04	0,00	0,00	0,00	1,21
	9	01°59.916'S	80°46.338'O	81°14.664'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10	01°49.998'S	80°46.068'O	81°18'O	0,00	0,40	0,42	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	1,02
	11	01°39.714'S	80°50.46'O	81°10.506'O	0,05	0,00	0,00	3,31	0,00	0,00	0,00	0,00	3,36
Norte	12	01°29.886'S	80°49.758'O	81°12.528'O	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
	13	01°19.668'S	80°46.494'O	81°12.45'O	0,04	0,06	0,00	0,17	0,45	0,00	0,00	0,00	0,72
	14	01°9.762'S	80°53.76'O	81°11.514'O	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
	15	00°59.814'S	80°52.632'O	81°6.504'O	0,20	0,60	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87
	16	00°49.944'S	80°33.48'O	81°5.688'O	0,01	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74
	17	00°40.116'S	80°29.442'O	81°1.416'O	0,00	0,00	0,00	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21
	18	00°30.054'S	80°29.634'O	81°2.454'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Totales					0,50	3,02	1,79	7,95	4,10	1,02	2,82	1,66
				%	2,2	13,2	7,8	34,8	17,9	4,5	12,4	7,3	100,0

3.1.4 Abundancia de Otras especies

La abundancia total del grupo “otras especies” fue 2,33 millones de individuos, la zona sur registró el 83 % y la zona norte el 17 % de la abundancia de este grupo. La especie que registró la mayor abundancia fue la hojita, aproximadamente 1,31 millones de individuos, mientras que el chazo registró el menor valor de abundancia 0,08 millones de individuos (Tabla 8).

Tabla 8. Abundancia del grupo “Otras especies”, expresada en millones de ejemplares estimada por zona, transecto y especie, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP Junio/julio 2022.

Zona	Transecta	Latitud	Longitud inicial	Longitud final	Gallineta	Hojita	Chazo	Carita	Abundancia (millones de ejemplares)
Sur	1	03°19.998'S	80°19.176'O	81°12.366'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	03°9.954'S	80°7.62'O	81°7.47'O	0,00	1,00	0,00	0,19	1,19
	3	03°00'S	80°24.492'O	81°8.478'O	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05
	4	02°50.022'S	80°24.498'O	81°13.578'O	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
	5	02°39.816'S	80°28.392'O	81°8.604'O	0,01	0,09	0,00	0,04	0,14
	6	02°29.91'S	80°38.61'O	81°9.378'O	0,12	0,22	0,00	0,12	0,46
	7	02°20.082'S	80°54.654'O	81°13.422'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	8	02°10.098'S	80°51.408'O	81°13.632'O	0,00	0,00	0,08	0,00	0,08
	9	01°59.916'S	80°46.338'O	81°14.664'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10	01°49.998'S	80°46.068'O	81°18'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	11	01°39.714'S	80°50.46'O	81°10.506'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Norte	12	01°29.886'S	80°49.758'O	81°12.528'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	13	01°19.668'S	80°46.494'O	81°12.45'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	14	01°9.762'S	80°53.76'O	81°11.514'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	15	00°59.814'S	80°52.632'O	81°6.504'O	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	0,08	0,08
	17	00°40.116'S	80°29.442'O	81°1.416'O	0,00	0,00	0,00	0,31	0,31
	18	00°30.054'S	80°29.634'O	81°2.454'O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totales					0,20	1,31	0,08	0,74	2,33
					%	8,7	56,1	3,3	31,9
									100,0

3.2 Distribución horizontal de las principales especies pelágicas pequeñas

De manera general, las principales especies pelágicas pequeñas observadas (macarela, botella, pinchagua, picudillo y sardina redonda), registraron una amplia cobertura en el área de estudio con un comportamiento mayormente costero.

En la figura 5 se observan 3 núcleos de concentración, uno en el Golfo de Guayaquil (frente a Chanduy), otro en la zona Sur de Manabí (frente a Machalilla, P. Lopez y Salango) y otro en los alrededores de Bahía de Caráquez.

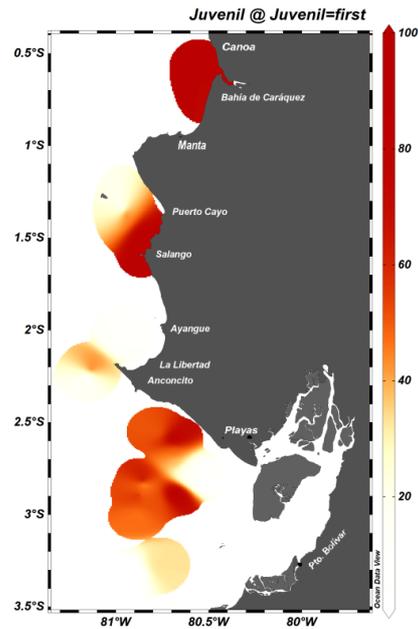


Figura 5. Distribución espacial horizontal de las principales especies pelágicas pequeñas en etapa juvenil, registradas durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP, JUNIO/JULIO 2022.

3.2.1 Macarela (*Scomber japonicus*)

Se observaron 4 núcleos de concentración, dos cerca de la Isla Santa Clara, frente a la Puntilla de Santa Elena y a 10 millas de Puerto Cayo. La distribución horizontal de esta especie fue más alejada a la costa, a excepción de la zona Sur de Manabí (Figura 6).

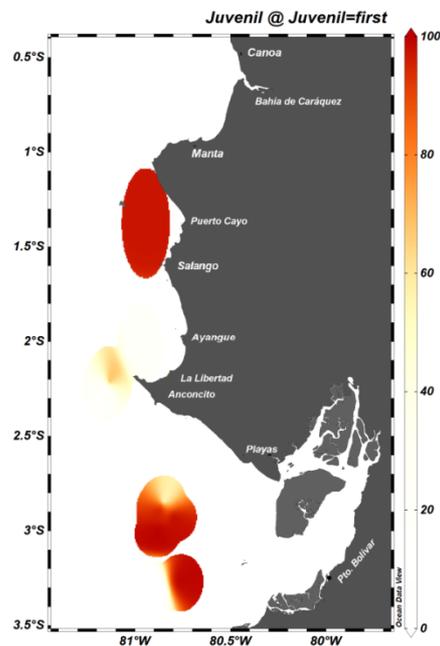


Figura 6. Distribución espacial horizontal de juveniles de *Scomber japonicus* (Macarela), registradas durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP, JUNIO/JULIO 2022.

3.2.2 Botella (*Auxis* spp.)

La mayor concentración esta especie fue registrada en el Golfo de Guayaquil y frente a Salango, presentó dos distribuciones bien definidas, una cerca de la costa (Salango) y otra en la parte externa del Golfo de Guayaquil (Figura 7).

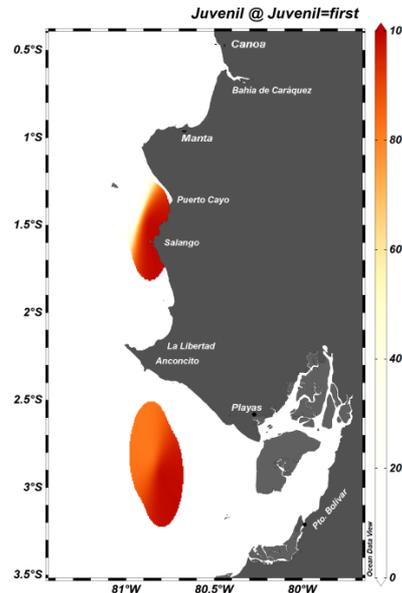


Figura 7. Distribución espacial juveniles de *Auxis* spp. (Botella), observados durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP, JUNIO/JULIO 2022.

3.2.3 Pinchagua (*Opisthonema* spp.)

Para esta especie se observó una distribución horizontal paralela a la costa, presentando la mayor concentración de juveniles frente a Bahía de Caráquez y frente a Chanduy y Anconcito (Figura 8).

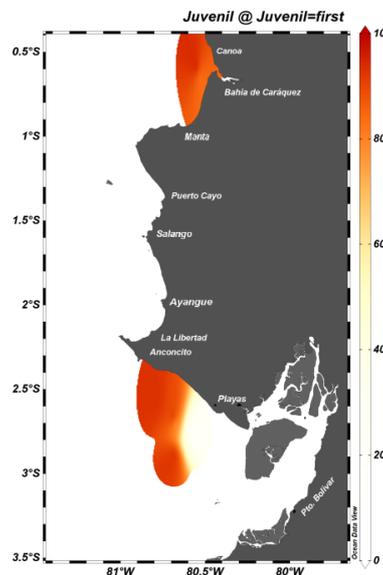


Figura 8. Distribución espacial juveniles de *Opisthonema* spp. (Pinchagua), registradas durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP, JUNIO/JULIO 2022.

3.2.4 Picudillo (*Decapterus macrosoma*)

Se observó poca presencia de juveniles de esta especie en el área de estudio, solo en un núcleo de concentración ubicado en el Golfo de Guayaquil (Figura 9).

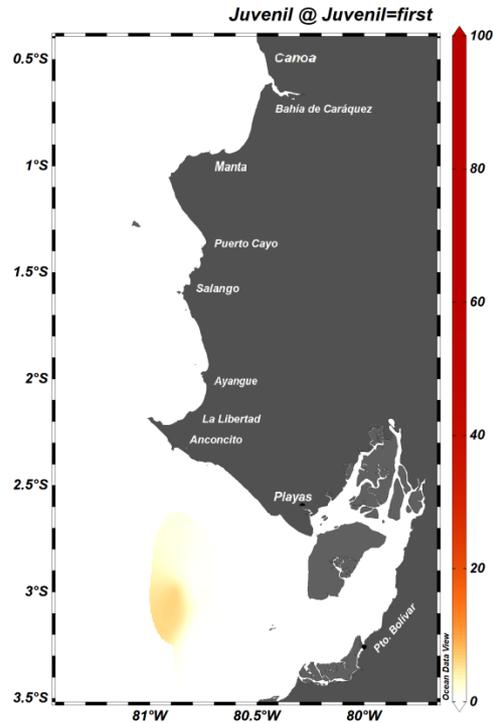


Figura 9. Distribución espacial de juveniles de *Decapterus macrosoma* (Picudillo), registrados durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP, JUNIO/JULIO 2022.

3.2.5 Sardina redonda (*Etrumeus teres*)

La distribución de esta especie presentó un núcleo de concentración ubicado en el Golfo de Guayaquil, compartiendo la misma área con el picudillo y macarela (Figura 10).

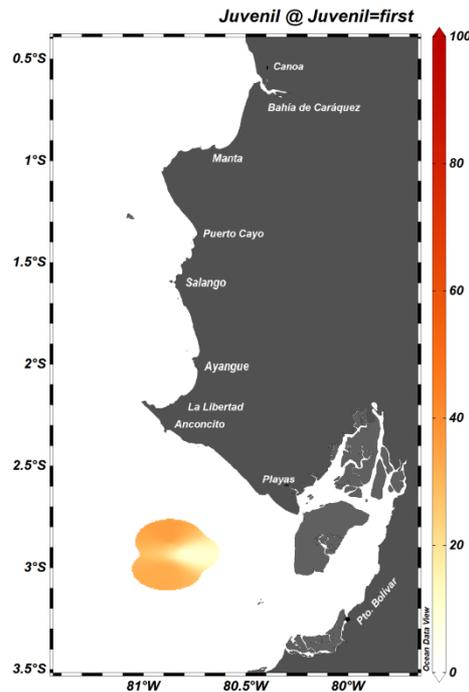


Figura 10. Distribución espacial horizontal de juveniles de *Etrumeus teres* (Sardina redonda), registrados durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP, JUNIO/JULIO 2022.

3.3 Distribución de la biomasa por milla de las principales especies de peces pelágicos pequeños

El 48% de la biomasa estimada fue registrada a partir de la milla 8, mientras que entre la milla 6 a 8 fue de 41,3%, de la milla 4 a 6 (2,8%) y de 0 a 4 millas acumuló 7,9% (Tabla 9).

Tabla 9. Distribución de la biomasa de PPP por milla, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP Junio/julio 2022.

Especies	Distancia a la costa [mn]				Total
	0 a 4	4 a 6	6 a 8	mayor a 8	
Botella	2 698	1 126	20 192	38 316	62 332
Macarela	73	2,553	77 410	125 277	205 313
Sardina Redonda	31	0	6.874	46.631	53.536
Pinchagua	49 732	3 845	61 583	61 777	176 936
Picudillo	1 833	1 812	84 113	31 594	119 352
Chuhueco	0	0	11.430	396	11.826
Anchoa	0	13	2.645	4.516	7.174
Jurel	0	9 902	20 615	22 289	52 806
Total	54 366	19 251	284.862	330 796	689 274
%	7,9	2,8	41,3	48,0	100,0

3.4 Pesca comprobatoria

Se capturó un total de 238 t, que comprendió principalmente a macarela (41 %), y el grupo “otras especies” (25 %), siendo en este último la hojita la especie con mayor presencia (Figura 11).

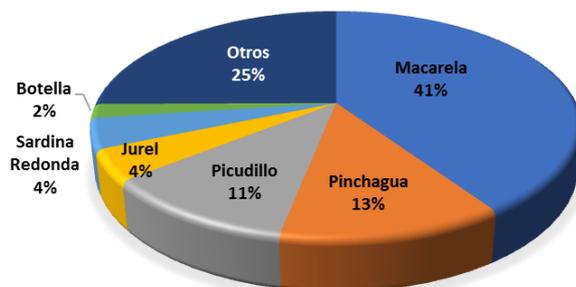


Figura 11. Composición de la pesca comprobatoria Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio/Julio de 2022)

Adicionalmente, en la pesca comprobatoria se registró la presencia de aproximadamente un 78 % de peces en etapa juvenil, mayormente de macarela, botella y pinchagua y para las especies de picudillo y sardina redonda apenas representó el 4 % de presencia de juveniles. Cabe indicar que las otras especies asociadas a esta pesquería también se encontraron en etapa juvenil/recluta y el 89 %.

3.5 Aspectos biológicos

3.5.1 Estructura de tallas

Las tallas registradas de macarela en los lances de pesca comprobatoria presentaron un rango entre 17 y 37 cm de Longitud Furcal (LF), predominando los individuos de 20 cm LF; el 62% de los individuos presentaron una longitud inferior a la Longitud Media de Madurez Sexual (LMMS) determinada para esta especie (25,6 cm LF). En cuanto a la madurez sexual, se registran los estadios I (21 %), II (22 %), III (10 %), IV (16 %) y V (32 %).

La botella registró una estructura de tallas de 21 a 33 cm LF, presentando una talla promedio de captura de 24,7 cm LT, el 70 % de individuos presentaron longitudes inferiores a la LMMS (26,2 cm LF), y los estadios de madurez presentes fueron I (28 %), II (62 %), y III (10 %).

La sardina redonda, presentó un rango de tallas entre 16 y 23 cm de Longitud furcal, con talla promedio de 23,5 cm LT; el 29 % de los individuos se encontraban por debajo de la LMMS (17,4 cm LF). Los estadios de madurez presentes fueron I (35 %), II (64 %) y V (1 %).

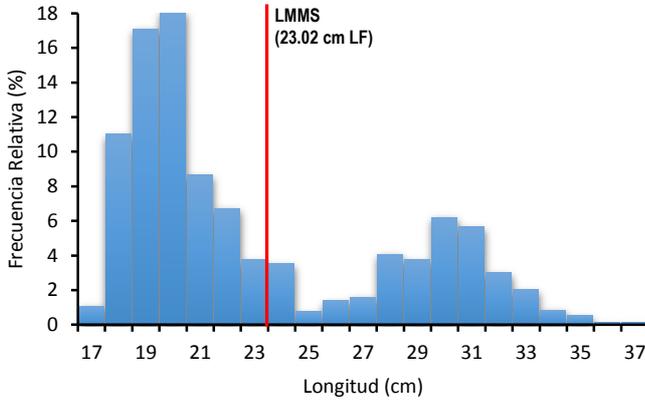
La estructura de tallas del picudillo fluctuó entre 15 y 27 cm LF, presentando una talla promedio de 19,7 cm LF; el 22% de individuos capturados presentaron longitudes inferiores a la LMMS calculada para esta especie (17,6 cm LF). Los estadios de madurez correspondieron a I (2 %), II (33 %), III (27 %), IV (21 %) y V (17 %).

La pinchagua registró un rango de tallas entre 11 y 29 cm LT, presentando una talla de captura de 20,5 cm LT, el 62 % de los individuos presentaron una longitud inferior a la LMMS determinada para esta especie (21,0 cm LT). La estructura de madurez comprendió los estadios I (36 %), II (43 %), III (7 %), IV (5 %) y V (9 %).

En los registros de pesca se observó la presencia de jurel con un rango de talla de 22 a 37 cm LT y una

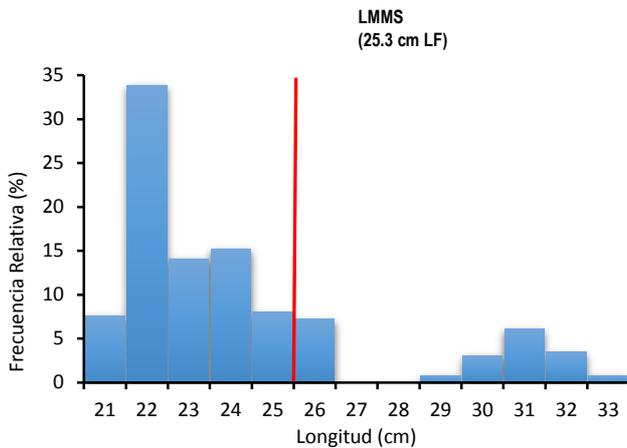
moda de 16 cm LT; la madurez sexual de esta especie comprendió los estadios II (47 %), III (7 %), IV (27 %) y V (20 %) (Figura 12).

Macarela (*Scomber japonicus*)



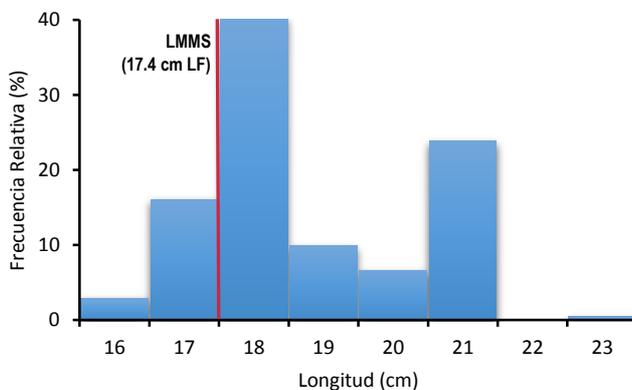
PARAMETROS	RESULTADOS
Rango de Tallas:	17 - 37 cm LF
Talla Promedio Captura:	23.5 cm LF
<TMMS (LT50%):	0.62
>TMMS (LT50%):	0.38
Porcentaje Machos:	27%
Porcentaje Hembras:	52%
Porcentaje Indeterminados:	21%
Madurez Sexual:	I (21%), II (22%), III (10%), IV (16%), V (32%)

Botella (*Auxis spp.*)



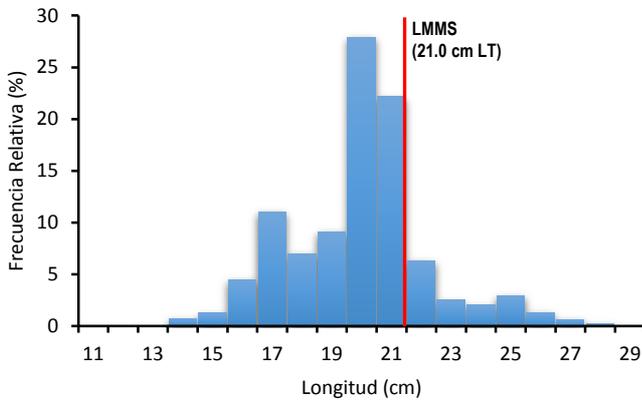
PARAMETROS	RESULTADOS
Rango de Tallas:	21 - 33 cm LF
Talla Promedio Captura:	24.7 cm LF
<TMMS (LT50%):	0.70
>TMMS (LT50%):	0.30
Porcentaje Machos:	16%
Porcentaje Hembras:	56%
Porcentaje indeterminados:	28%
Madurez Sexual:	I (28%), II (62%), III (10%)

Sardina redonda (*Etrumeus acuminatus*)



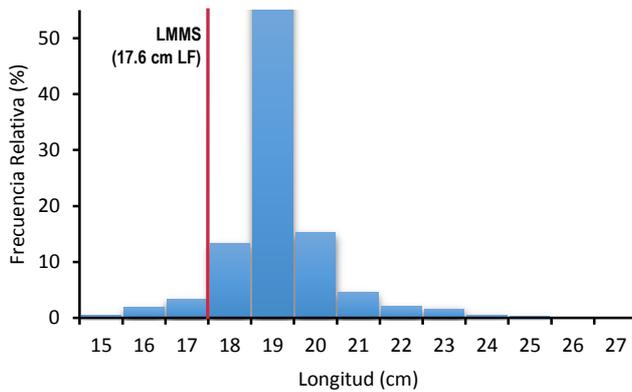
PARAMETROS	RESULTADOS
Rango de Tallas:	16 - 23 cm LF
Talla Promedio Captura:	19.3 cm LF
<TMMS (LT50%):	0.29
>TMMS (LT50%):	0.71
Porcentaje Machos:	23%
Porcentaje Hembras:	76%
Porcentaje indeterminados:	1%
Madurez Sexual:	I (35%), II (64%), V (1%)

Pinchagua (*Opisthonema spp.*)



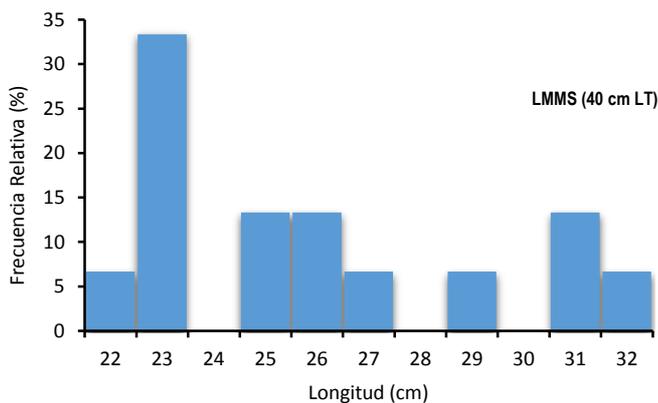
PARAMETROS	RESULTADOS
Rango de Tallas:	11 - 29 cm LT
Talla Promedio Captura:	20.5 cm LT
<TMMS (LT50%):	0.61
>TMMS (LT50%):	0.39
Porcentaje Machos:	30%
Porcentaje Hembras:	36%
Porcentaje indeterminados:	34%
Madurez Sexual:	I (36%), II (43%), III (7%), IV (5%), V (9%)

Picudillo (*Decapterus macrosoma*)



PARAMETROS	RESULTADOS
Rango de Tallas:	15 - 27 cm LF
Talla Promedio Captura:	19.7 cm LF
<TMMS (LT50%):	0.22
>TMMS (LT50%):	0.78
Porcentaje Machos:	50%
Porcentaje Hembras:	48%
Porcentaje indeterminados:	2%
Madurez Sexual:	I (2%), II (33%), III (27%), IV (21%), V (17%)

Jurel (*Trachurus murphyi*)



PARAMETROS	RESULTADOS
Rango de Tallas:	22 - 32 cm LT
Talla Promedio Captura:	26.4 cm LT
<TMMS (LT50%):	1.00
>TMMS (LT50%):	-
Porcentaje Machos:	67%
Porcentaje Hembras:	33%
Madurez Sexual:	II (47%), III (7%), IV (27%), V (20%)

Figura 12. Estructura de tallas de las principales especies capturadas en lances de pesca comprobatoria, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP, JUNIO/JULIO 2022.

3.6 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FÍSICAS

3.6.1 Temperatura superficial del mar (TSM)

La distribución de norte a sur de la TSM fue relativamente uniforme con un promedio de 23,2 [°C]. La mayor TSM fue de 24,5 [°C] frente a Puerto Cayo, mientras que la mínima fue de 20,7 [°C], a más de 100 millas costa afuera de Balao (Figura 13).

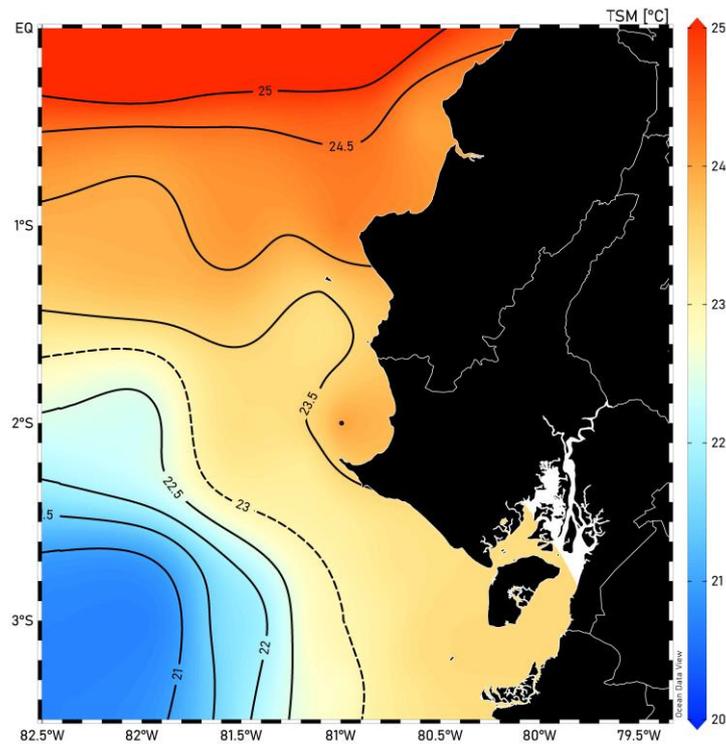


Figura 13. Distribución de la temperatura superficial del mar (TSM) en la zona de estudio, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

3.6.2 Anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM)

Las ATSM oscilaron entre -2,5 [°C] y +2,5 [°C] mostrando una amplia variabilidad, aunque su distribución en la mayor parte de la zona estudiada fue positiva siendo en promedio de +0,8 [°C]. Las mayores anomalías positivas se ubicaron al oeste de la puntilla de Santa Elena, al igual que en el Golfo de Guayaquil con +2,2 [°C], mientras que las anomalías más negativas se encontraron al norte frente Canoa con -1,4 [°C] (Figura 14).

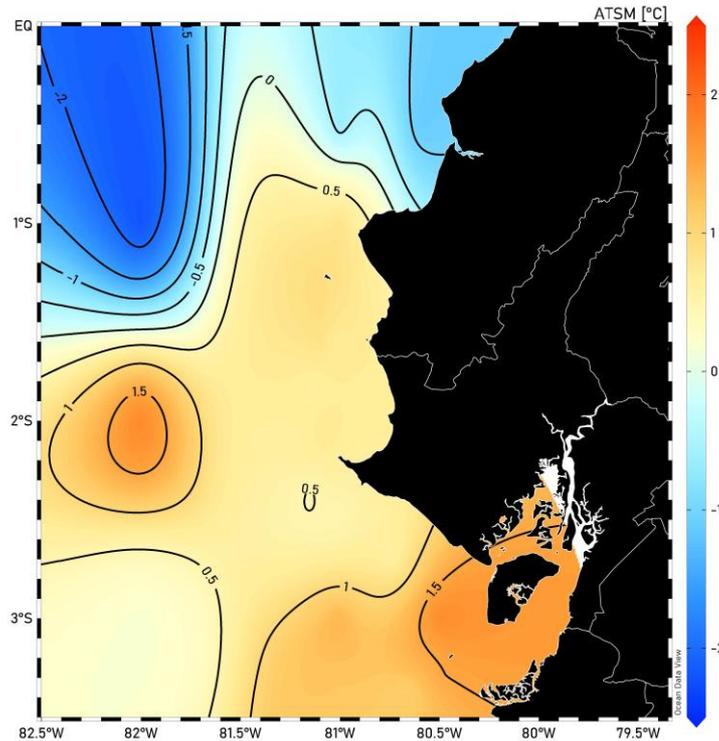
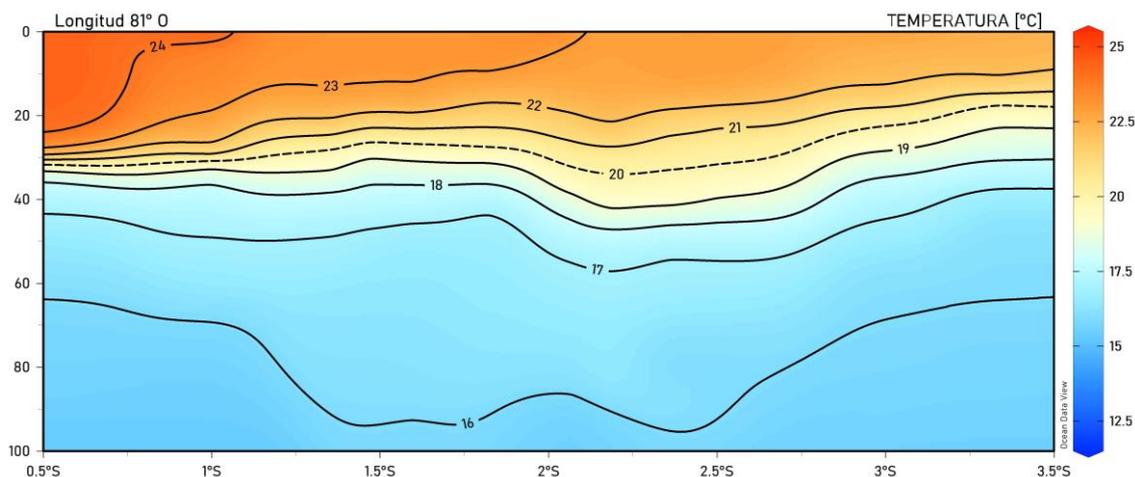


Figura 14. Anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM), durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

3.6.3 Estructura térmica vertical

Superficialmente, el norte de la región reflejó temperaturas (~24,5 [°C]) más cálidas que las que se registraron hacia el sur (lo cual es normal), donde los valores descienden a 23 [°C], aproximadamente. La distribución vertical de la temperatura fue relativamente homogénea, donde las isoterms al norte de la región, tendieron a estar más juntas cerca de los 30 [m] de profundidad a diferencia de la dispersión observada hacia el sur. Las temperaturas mayores a 20 [°C] se concentraron sobre los 40 [m] manteniendo la isoterma de 20 [°C] a los 30 [m] de profundidad aproximadamente, mientras que las temperaturas menores a 15 [°C] se ubicaron por debajo de los 150 [m] de profundidad (Figura 15).



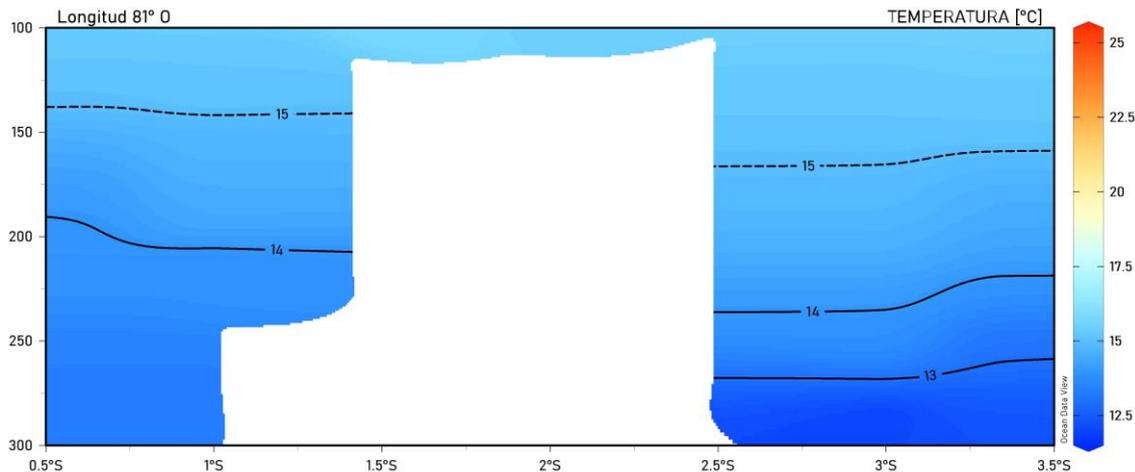


Figura 15. Distribución vertical de la temperatura hasta 100 y 300 metros de profundidad sobre longitud 81° O, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

Intensidad de la Termoclina (IT)

La zona de estudio presentó una IT promedio de 0.49 [°C 10m⁻¹], con valores máximos de 0.60 [°C 10m⁻¹] y mínimos de 0.41 [°C 10m⁻¹]. La termoclina fue más intensa al norte de la costa ecuatoriana, frente a Canoa. Avanzando hacia el sur, la dispersión de las isotermas refleja una termoclina menos marcada (Figura 16).

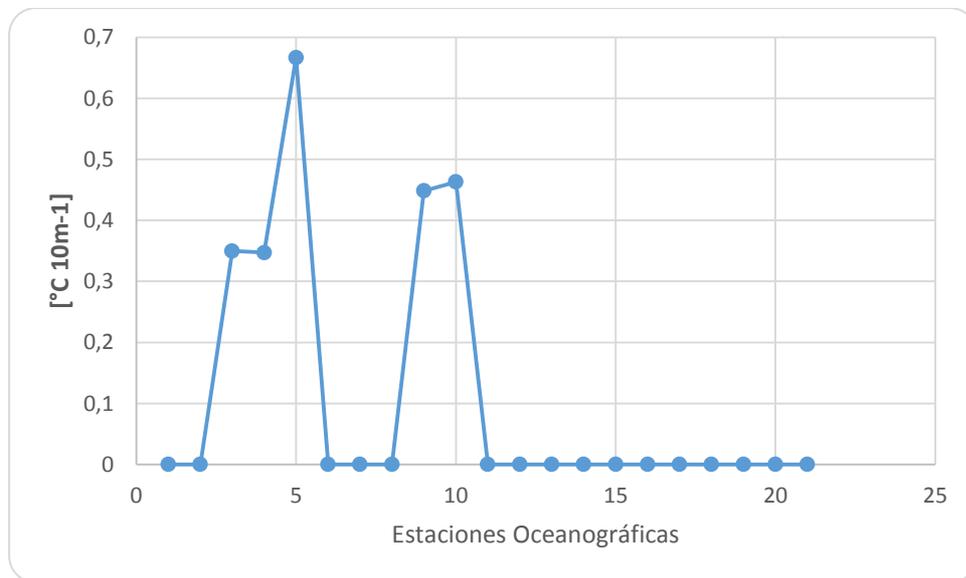


Figura 16. Intensidad de la Termoclina en las diferentes estaciones oceanográficas durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

Profundidad de la capa de mezcla (CM)

Los registros permitieron estimar que la CM alcanzó, con mayor frecuencia, profundidades entre los

16 y 22 [m]. Aunque tuvo una extensión promedio de 20 [m] en toda la región, ésta se mostró más profunda al norte, alcanzando los 39 [m], mientras que solo cuatro estaciones mostraron una CM que se extendieron entre 10 y 16 [m] de profundidad, cerca del borde costero entre la puntilla de Santa Elena y Golfo, la CM alcanzó los 25 [m] de profundidad aproximadamente (Figura 17).

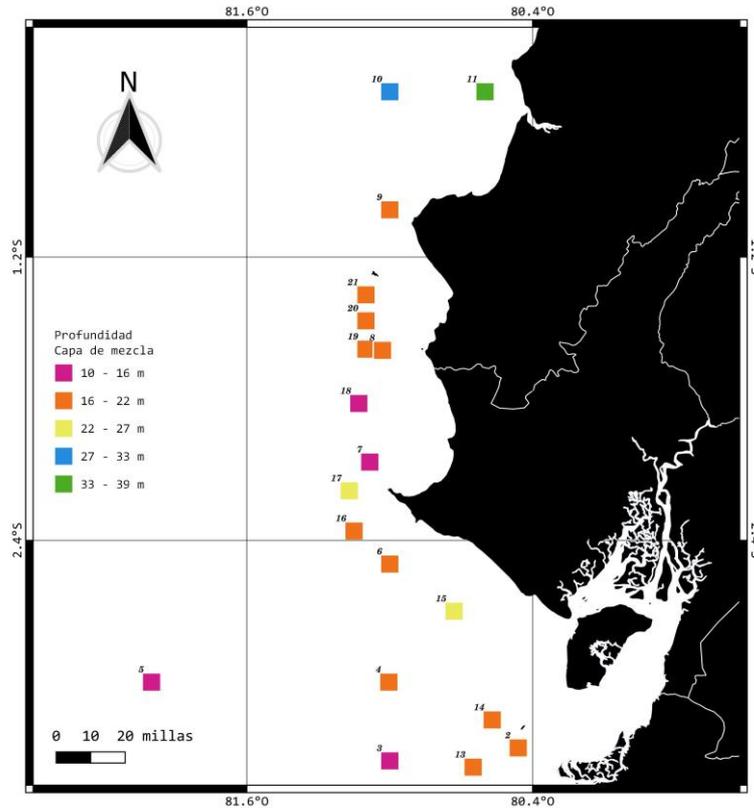


Figura 17. Profundidad de la capa de mezcla en la zona de estudio, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

Profundidad de isotermas de 20°C (Z20) & 15°C (Z15)

La Z20 se ubicó entre los 16 y 41 [m] de profundidad, encontrándose en promedio a los 27 [m] en toda el área de estudio. Estuvo más cerca de la superficie (~17 m) al sur de la región, aunque frente a la puntilla de Santa Elena se encontró a 33 [m] aproximadamente. En el norte, frente las costas manabitas la Z20 estuvo entre los 26 y 31 [m] de profundidad, mientras que, al acercarnos al perfil costero se profundizó hasta los 41 [m].

La isoterma de 15 [°C] se ubicó cerca de los 100 [m] a una distancia de 200 millas de la costa sur, sobre la longitud de 81° Oeste; las estaciones ubicadas al sur resultaron con una Z15 ubicada a los 162 [m] en promedio, mientras que, en las estaciones del norte, la Z15 se encontró a una profundidad de 151 [m] en promedio (Figura 18).

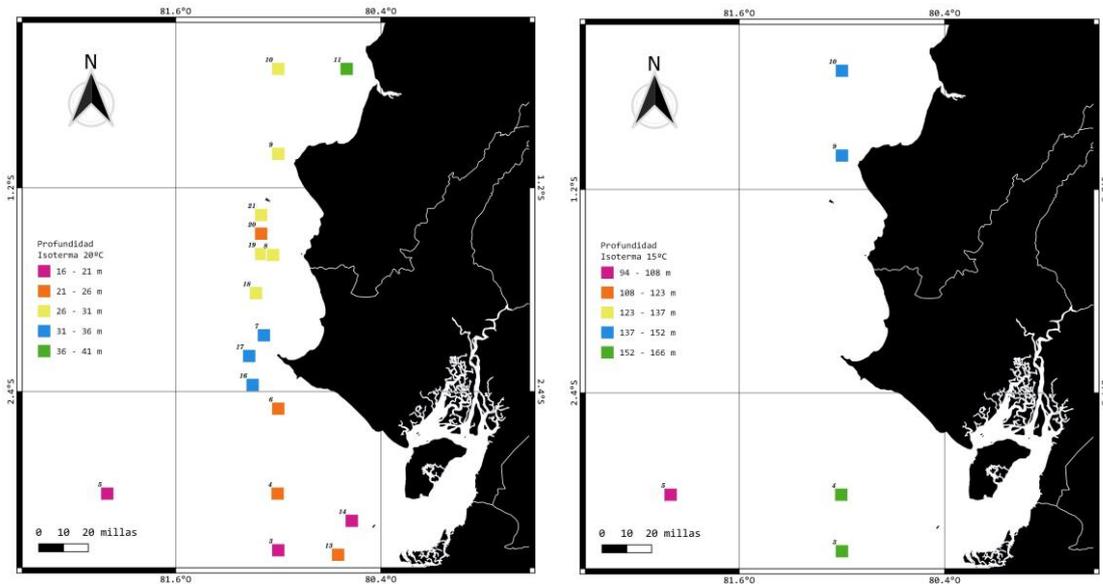


Figura 18. Profundidad de las isotermas de 20°C (izq) & 15°C (der) en la zona de estudio, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

Perfiles de temperatura

Se evidencia que el perfil más cálido, con una TSM de 24,5 [°C] fue la estación 10 ubicada frente a Canoa, provincia de Manabí, seguida de las estaciones 9 y 11, mientras que la estación 5 fue la de menor valor con una TSM de 20,7 [°C], seguida de la estación 3 y 4 cerca del Golfo. En general, se observa que las pendientes de los perfiles fueron más pronunciadas en el norte de la zona de estudio, pero más suaves en el sur. Desde la superficie hasta los 20 [m], la temperatura no refleja mucha variación, los mayores cambios se observan entre los 20 y 40 [m] de profundidad donde se observa la termoclina, mientras que a profundidades superiores a los 40 [m] la temperatura llegó hasta los 12 [°C], aproximadamente (Figura 19).

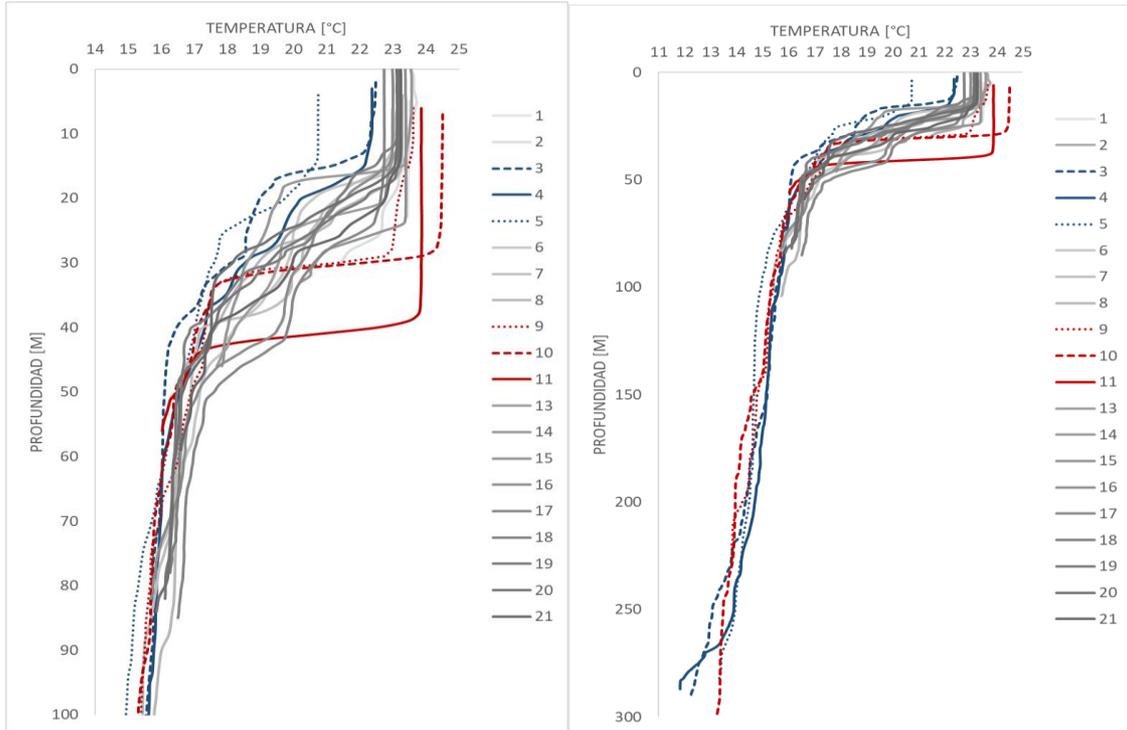


Figura 19. Perfiles de temperatura de estaciones monitoreadas, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

6.2.4 Salinidad superficial del mar (SSM)

La SSM a mayor distancia de la costa aumenta, según lo reflejado en la

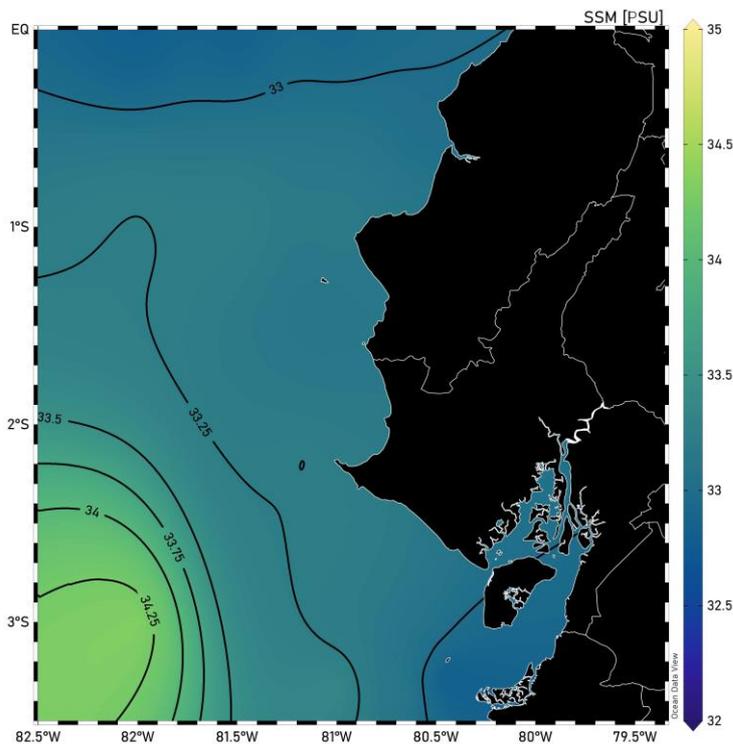


Figura 20. Aun así, la mayor parte del área de estudio presentó una SSM de 33,2 [PSU] en promedio. Cerca del Golfo de Guayaquil, los valores de SSM alcanzan un mínimo de 32,2 [PSU], mientras que, a

más de 200 millas de la costa sur, la SSM aumenta hasta un máximo de 34,5 [PSU] (Figura 20).

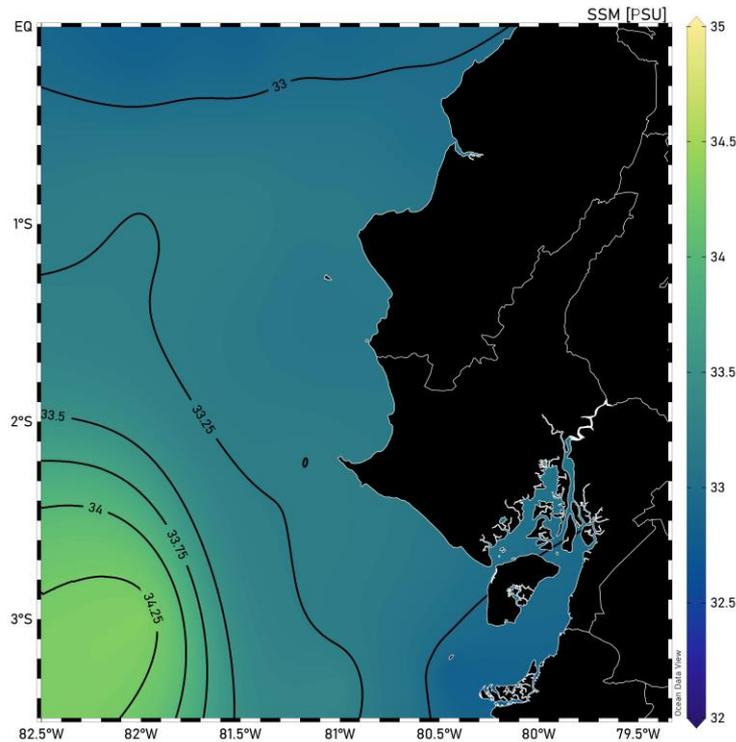
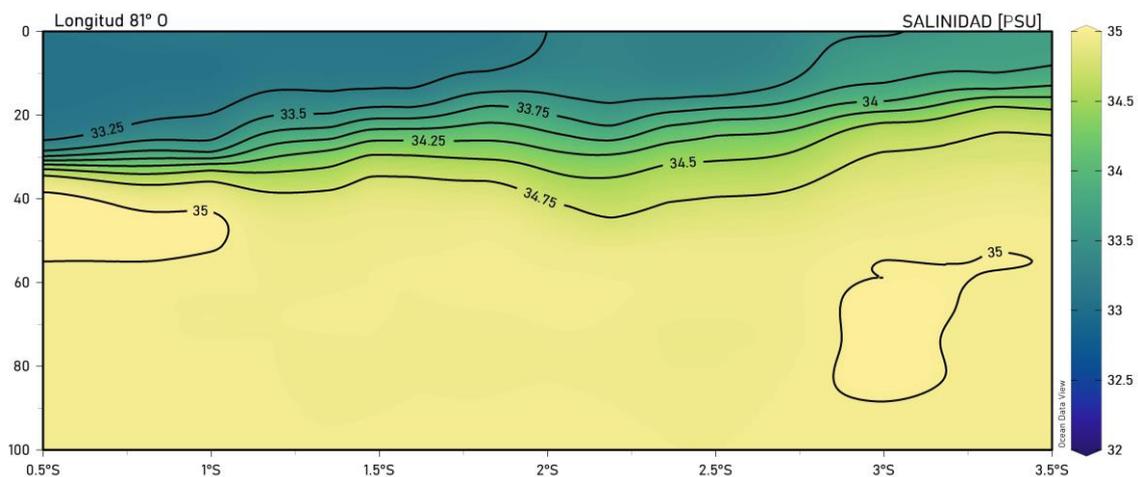


Figura 20. Distribución de la salinidad superficial del mar (SSM) de la zona de estudio, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

6.2.5 Estructura halina vertical

Aunque no existe mayor diferencia en la SSM, el norte fue menos salino (~33 [PSU]) que el sur de la región (~33,5 [PSU]). La salinidad distribuida verticalmente fue relativamente homogénea aumentando hasta los 35 [PSU] y manteniéndose constante después de los 40 [m] de profundidad aproximadamente. El mayor gradiente de salinidad, conocido como haloclina, fue más fuerte en el norte, entre los primeros 20 y 40 [m] de profundidad, mientras que, hacia el sur de la región, el gradiente fue menor (Figura 21).



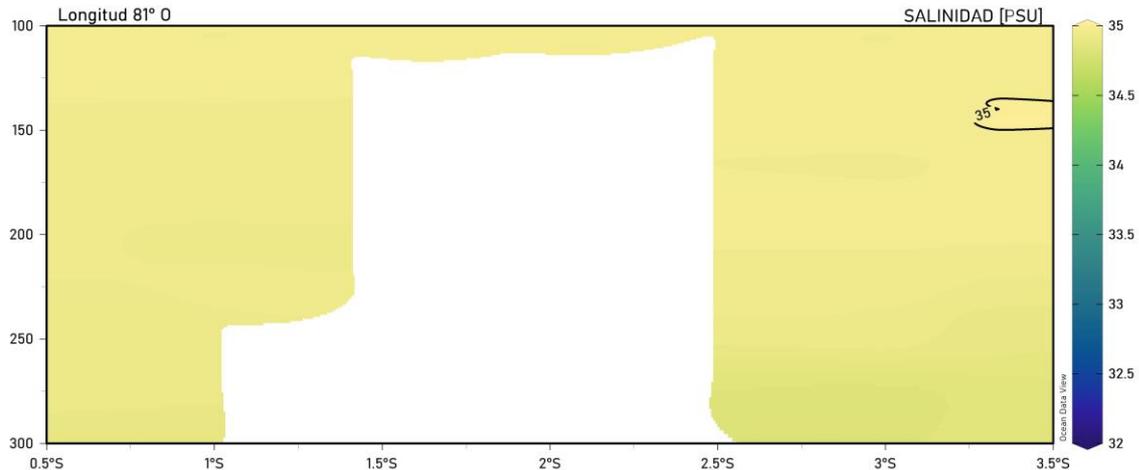


Figura 21. Distribución vertical de la salinidad hasta 100 y 300 metros de profundidad sobre longitud 81° O, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

Perfiles de salinidad

Se evidencia que el perfil más salino, con una SSM de 34,4 [PSU] fue la estación 5 en el suroeste de la región, seguida de las estaciones 3 y 4 ubicadas en el Golfo. La estación 2 también ubicada en el Golfo, fue la de menor valor con una SSM de 32,3 [PSU], seguida de las estaciones 9, 10 y 11 al norte, frente a Canoa. En general, se observa que las pendientes de los perfiles fueron más pronunciadas en el norte de la zona de estudio, pero más suaves en el sur. Desde la superficie hasta los 15 [m] aproximadamente, la salinidad no refleja mucha variación, los mayores cambios se observan entre los 15 y 40 [m] de profundidad donde se presencia la haloclina, mientras que a profundidades superiores a los 40 [m] la salinidad se mantuvo en 35 [PSU] (Figura 22).

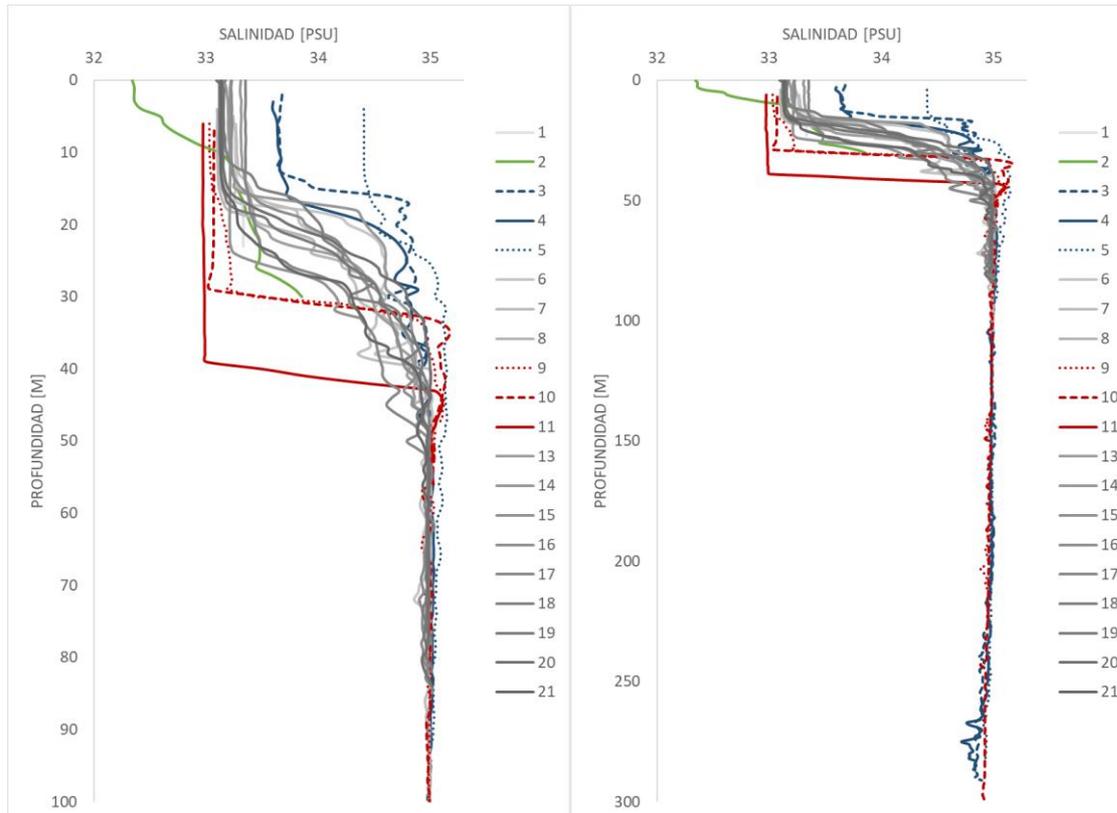


Figura 1. Perfiles de salinidad de estaciones monitoreadas, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP..

6.2.6 Densidad superficial del mar (DSM)

La distribución de la densidad superficial del mar fue uniforme de norte a sur, en promedio de 22,5 [kg/m³], dentro de un rango de 21,7 y 24,1 [kg/m³]. Las menores concentraciones se observaron en el norte y Golfo, mientras que se evidenció un aumento en el suroeste, a más de 200 millas del perfil costero (Figura 23).

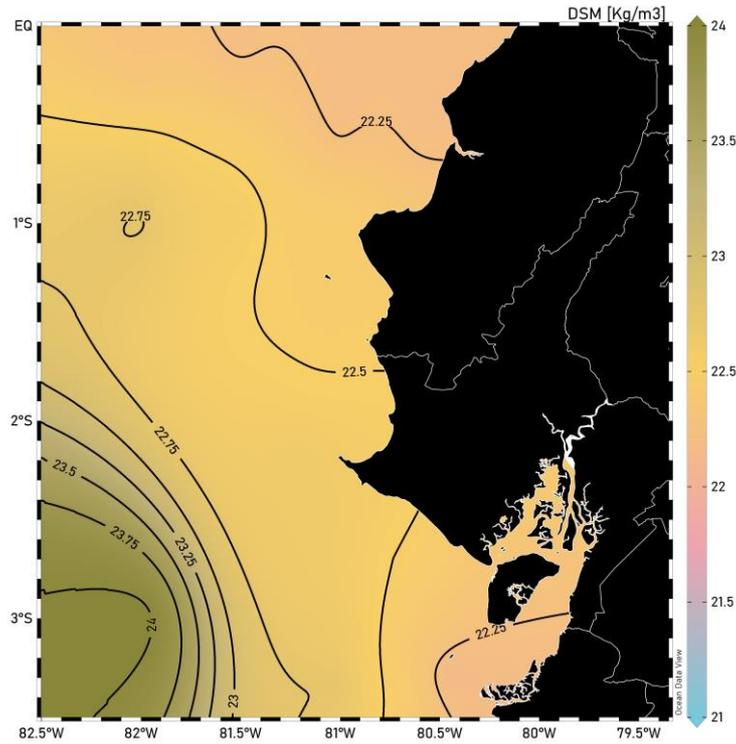
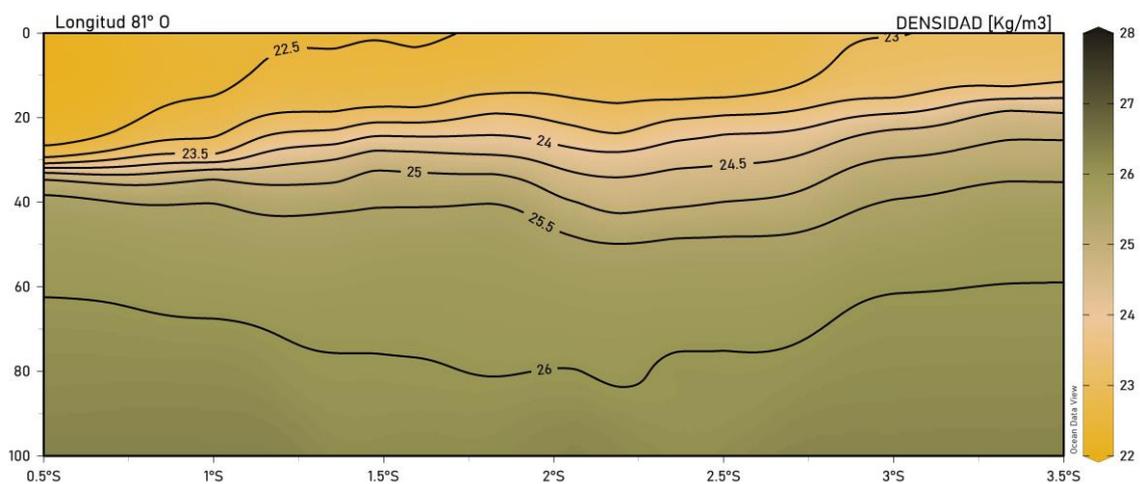


Figura 23. Distribución superficial de la densidad del mar, durante el crucero IPIAP 2022-06-01 PPP..

6.2.7 Densidad en la columna de agua

Aunque no existe mayor diferencia en la DSM, el norte reflejó aguas menos densas superficialmente (~22 [kg/m³]), hasta los 25 [m] aproximadamente. La distribución de la densidad en la columna de agua describe un comportamiento uniforme aumentando progresivamente con respecto a la profundidad, alcanzando valores de hasta 28 [kg/m³]. Entre los 25 y 40 [m] de profundidad se observa una pycnoclina fuerte en el norte, mientras que hacia el sur se mostró más dispersa (Figura 24).



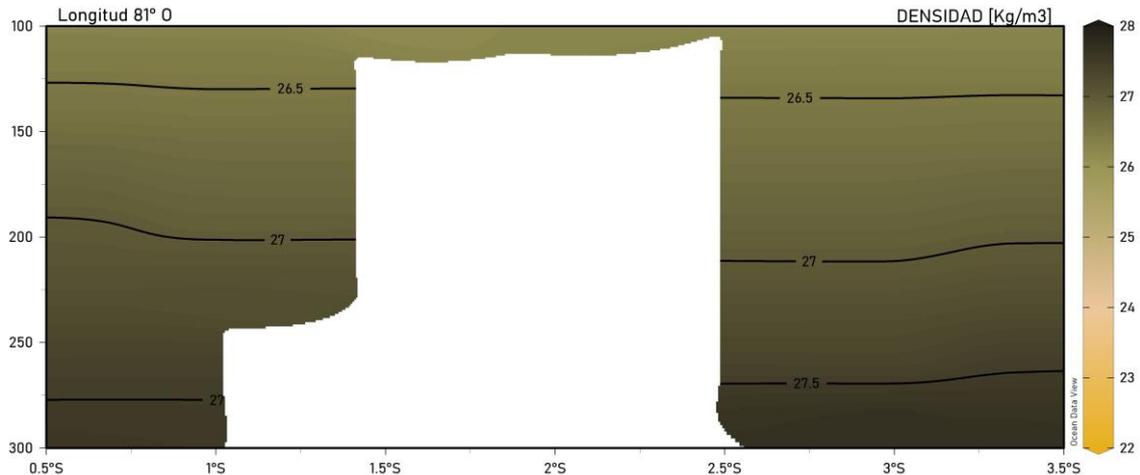


Figura 2. Distribución vertical de la densidad hasta 100 y 300 metros de profundidad sobre longitud 81º O, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP..

Perfiles de densidad

El perfil que refleja agua más densa, con una DSM de 24,1 [kg/m³] fue la estación 5 en el suroeste de la región, seguida de las estaciones 3 y 4 ubicadas en el Golfo. La estación 2 también ubicada en el Golfo, fue la de menor valor con una DSM de 21,8 [kg/m³], seguida de las estaciones 9, 10 y 11 al norte, frente a Canoa. En general, se observa que las pendientes de los perfiles fueron más pronunciadas en el norte de la zona de estudio, pero más suaves en el sur. Desde la superficie hasta los 15 [m] aproximadamente, la densidad no refleja mucha variación, los mayores cambios se observan entre los 15 y 40 [m] de profundidad donde se presencia la pycnoclina, mientras que a profundidades superiores a los 40 [m] la densidad aumenta desde 26 a 28 [kg/m³] lentamente (Figura 25).

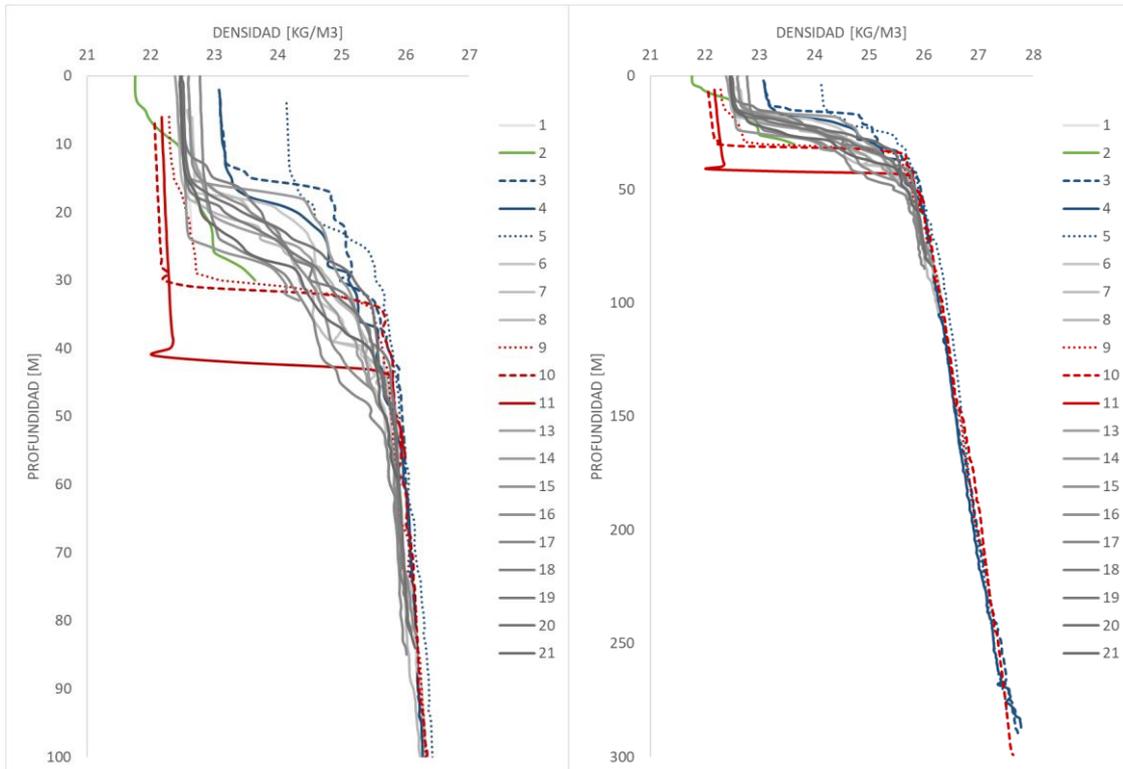
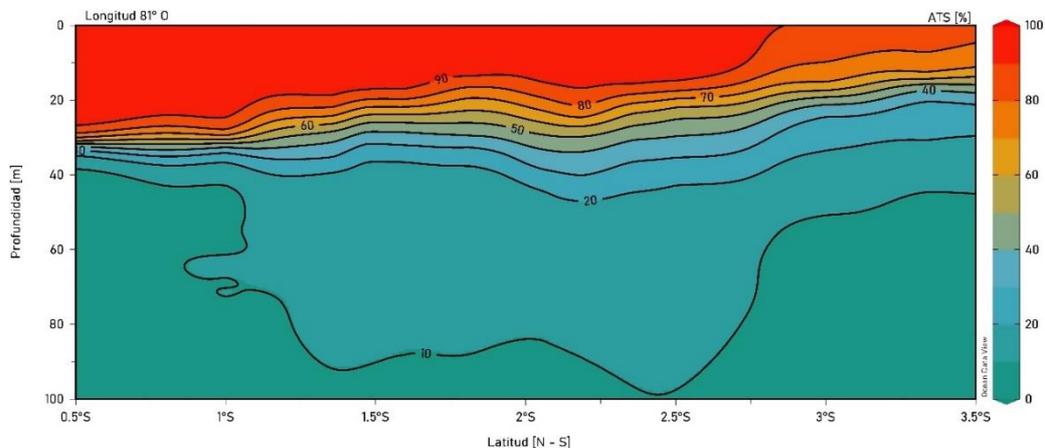


Figura 25. Perfiles de densidad de las estaciones monitoreadas, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP..

6.2.8 MASAS DE AGUA

Agua tropical superficial (ATS)

El ATS se mostró presente al 100% en la columna de agua hasta los 30 [m] de profundidad, principalmente en la región norte de la zona de estudio a diferencia de lo que se observa hacia el sur, donde las concentraciones de esta masa de agua disminuyen a un 80%, aunque mantiene su dominancia superficialmente. Bajo los 40 [m] el ATS se reduce hasta saturar el agua solo en un 10% y al sobrepasar los 150 [m] es casi inexistente (Figura 26



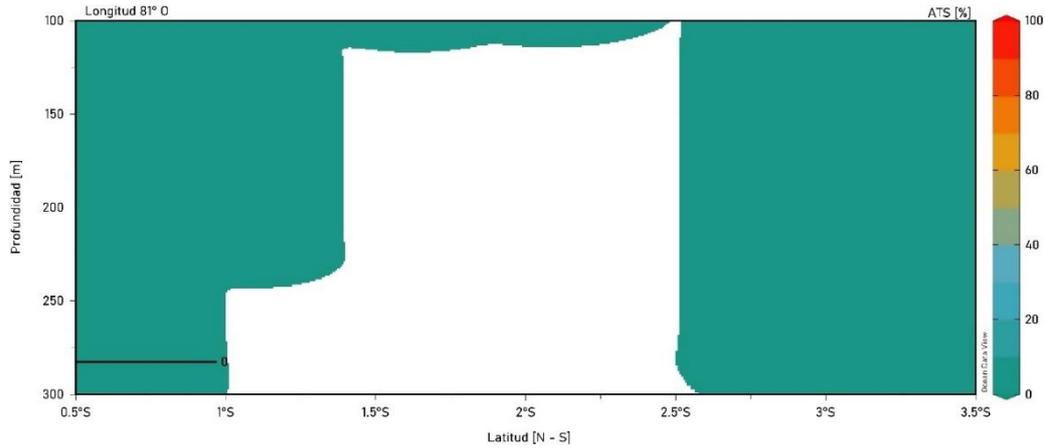


Figura 263).

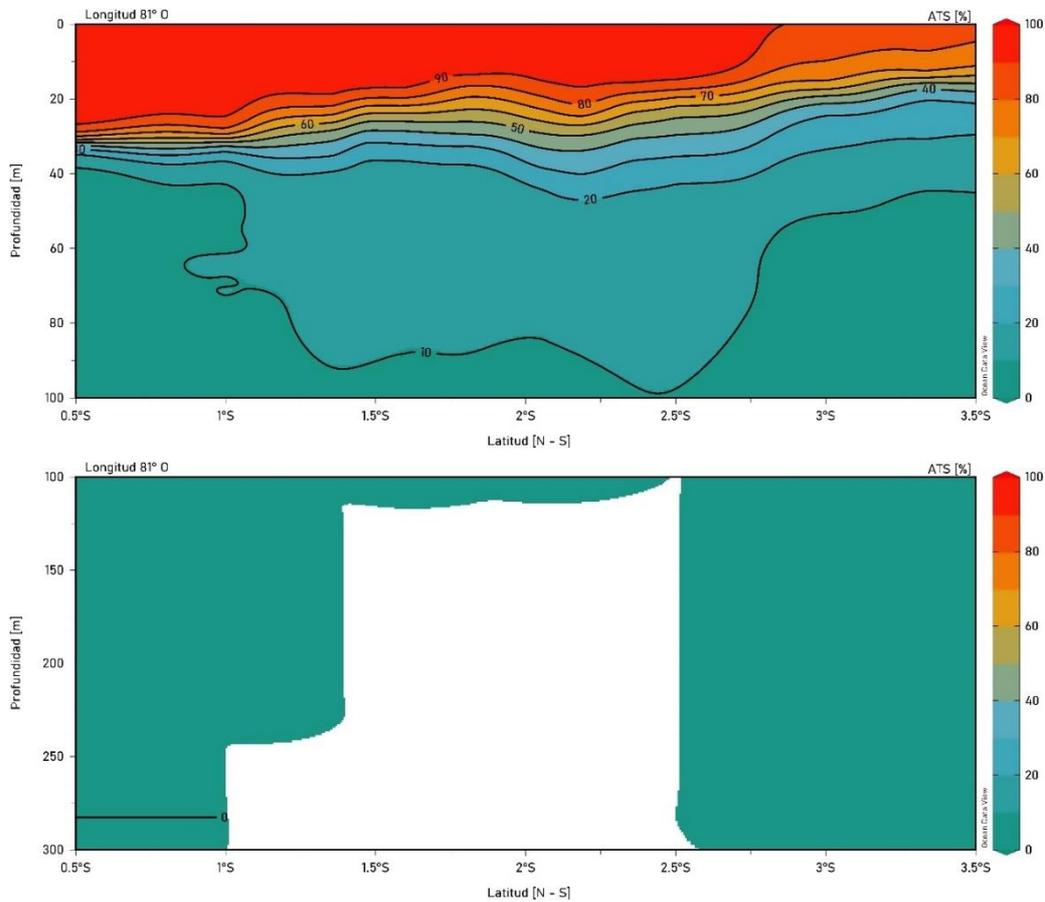


Figura 263. Distribución vertical de las aguas tropicales superficiales hasta 100 y 300 metros de profundidad sobre longitud 81° O, durante el crucero IPIAP 2022-06-01 PPP..

Agua sub-tropical superficial (ASTS)

De manera general, el ASTS estuvo presente en proporciones menores al 30% en la columna de agua. De norte a sur, desde la superficie hasta los ~30 [m] de profundidad las concentraciones no fueron

mayores a un 10%. Entre los 30 y 50 [m] de profundidad las concentraciones fueron en promedio de un 25%, evidenciándose un pequeño aumento de hasta un 40% en el norte de la zona estudiada. Al igual que el ATS, el ASTS no fue evidente después de los 150 [m] de profundidad (Figura 27).

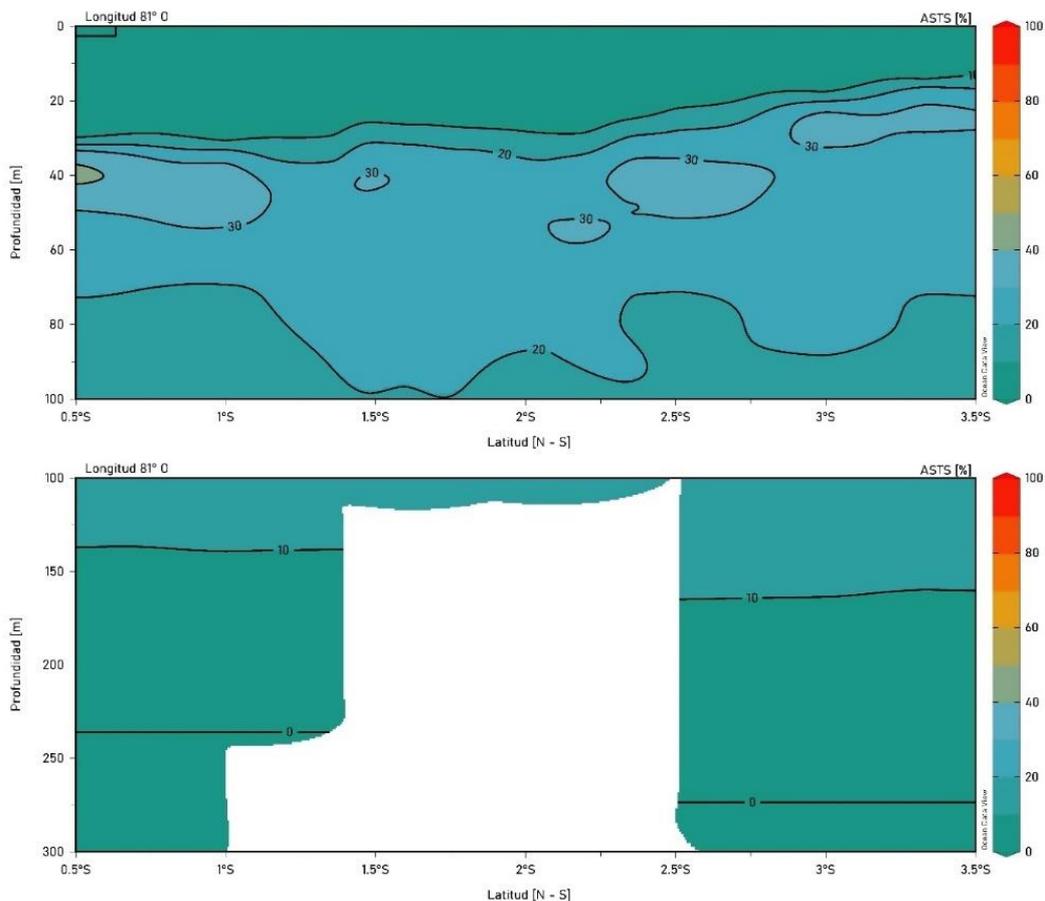


Figura 4. Distribución vertical de las aguas sub-tropicales superficiales hasta 100 y 300 metros de profundidad sobre longitud 81° O, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

Agua Ecuatorial Sub-Superficial (AESS)

El AESS mostró dominancia en la columna de agua desde los 50 [m] de profundidad. Superficialmente, hasta los 30 [m], las AESS fueron nulas en el norte, pero su presencia se hizo más notoria hacia el sur, aunque con bajas concentraciones (<20%). Bajo los 40 [m] las concentraciones de esta masa de agua fueron en aumento ocupando casi el 100% de la columna de agua hasta los 300 [m] (Figura 28).

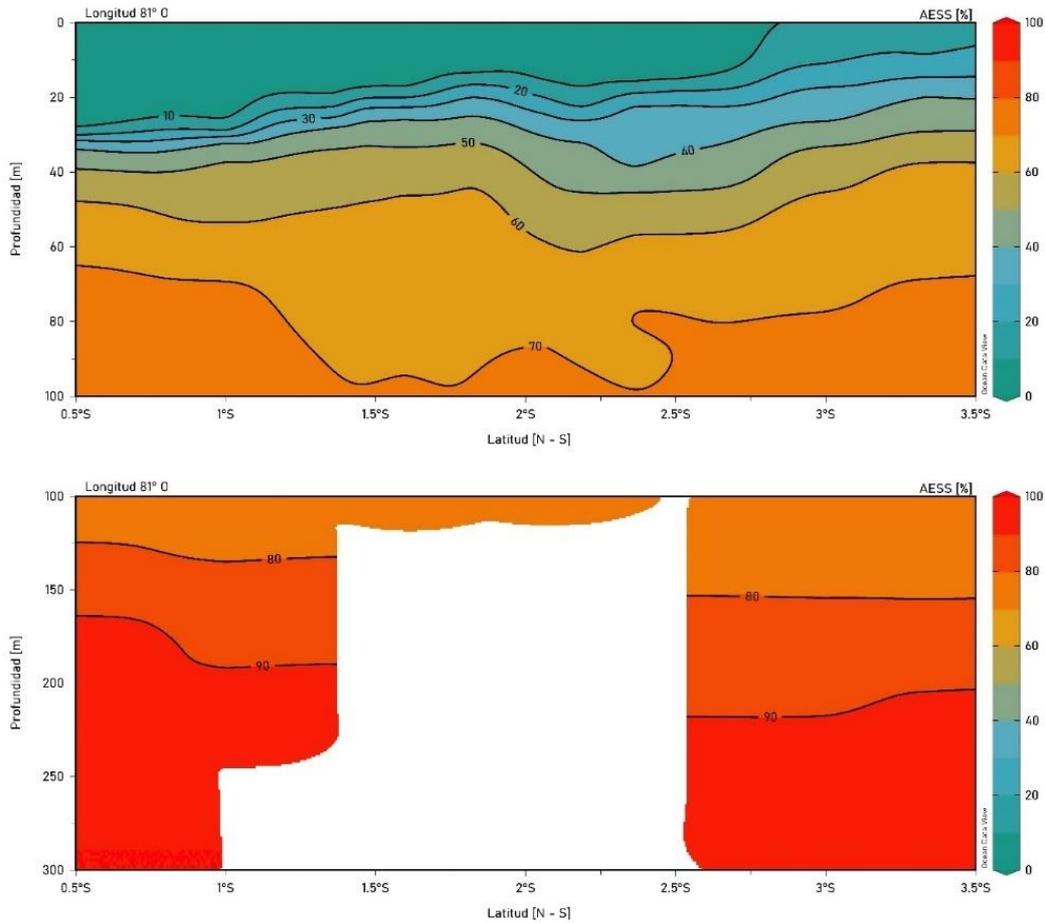


Figura 5. Distribución vertical de AESS hasta 100 y 300 metros de profundidad sobre longitud 81° O, durante el crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

6.2.9 PROFUNDIDAD DE LA CAPA FÓTICA

Debido a que 6 estaciones fueron monitoreadas durante el día, se pudo estimar que la luz logró penetrar la columna de agua hasta los 7,8 [m] de profundidad en promedio, alrededor de las 11:30 am. La profundidad de visibilidad máxima registrada con mayor frecuencia fue de 10 [m]. La mínima profundidad fue de 5 [m] cerca de la frontera. La limitación en la cantidad de datos es debido a que las estaciones restantes fueron tomadas durante la noche (Figura 29).

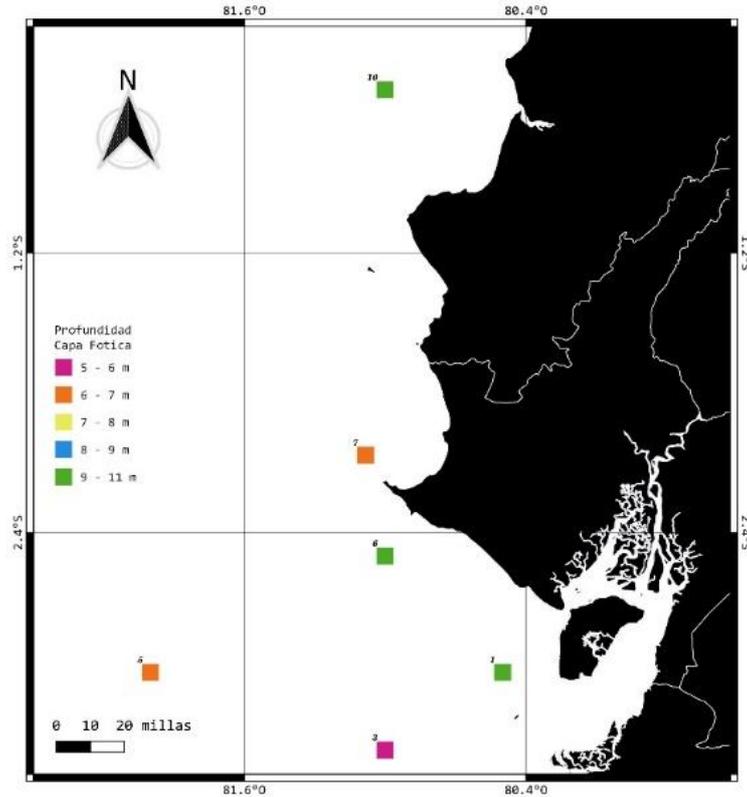
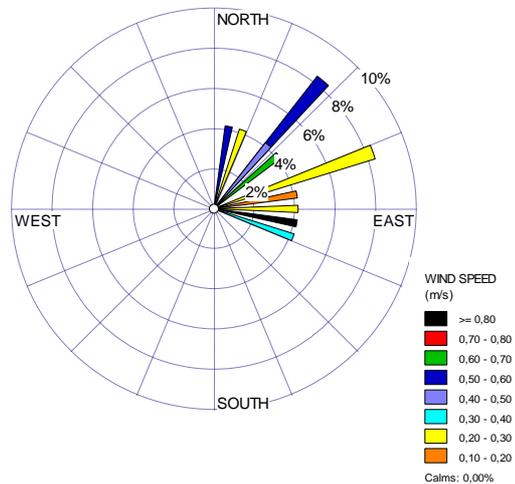


Figura 6. Profundidad de la capa fótica.

6.2.9 CORRIENTE DE DERIVA SUPERFICIAL DEL MAR

En promedio, la corriente de deriva fue de 0,35 [m/s], con valores que fluctuaron entre 0,20 – 0,30 [m/s]. Aunque la velocidad fue relativamente baja, la corriente más débil fue al sur frente a Balao con 0,1 [m/s] y al norte frente a Manta y Puerto López con 0,2 [m/s]. La corriente más “rápida” alcanzó una velocidad de 0,8 [m/s] cerca de la puntilla de Santa Elena, seguida por ~0,6 [m/s] en el Golfo de Guayaquil.



La dirección promedio de la corriente de deriva fue de 62° desde el noreste, mientras que la predominancia de la deriva fue entre los 5° y 115° hacia el suroeste (Figura 30).

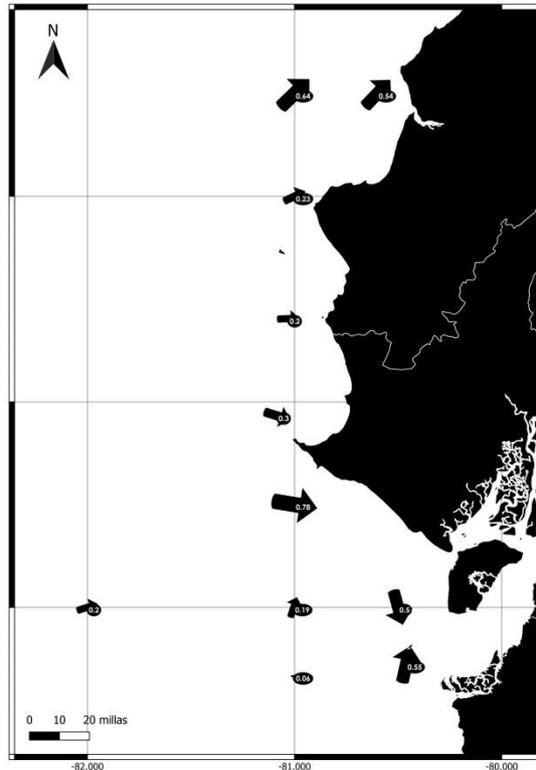
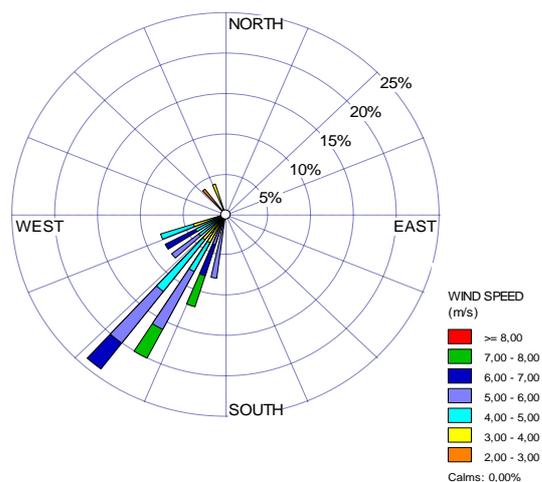


Figura 30. Distribución espacial de magnitud y dirección de la corriente de deriva, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

6.2.10 VIENTOS

La velocidad del viento fue en promedio de 3,5 [m/s] oscilando entre 4,0 – 6,0 [m/s]. La intensidad de vientos fue baja en el sur cerca del Golfo de Guayaquil con ~ 3,0 [m/s] y al norte frente a Canoa con 3,6 [m/s]. Los vientos más rápidos fueron de 6,5 [m/s] al sur frente a Balao y de 6,9 [m/s] al norte frente a Canoa.



Durante julio la dirección promedio del viento fue de 223° desde el suroeste. Las direcciones predominantes del viento fueron entre los 195° y 135° desde el suroeste, aunque si se registraron en menor proporción vientos más débiles con direcciones entre 315° y 355° desde el noroeste (Figura 31).

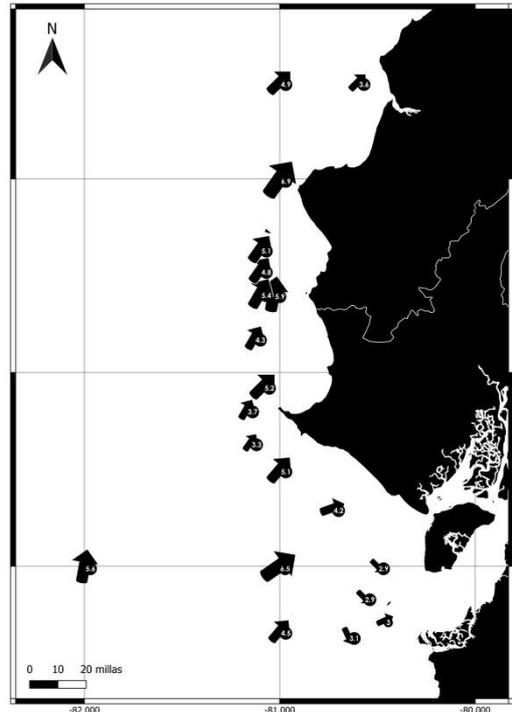


Figura 31. Distribución espacial de la magnitud y dirección de la velocidad del viento, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

6.2.11 CIELO Y OBSERVACIONES

Entre las 11 estaciones oceanográficas visitadas durante el crucero, 6 fueron realizadas durante el día y 5 por la noche. Durante 5 días se pudo observar y registrar la nubosidad de 6 estaciones diurnas, donde las 8 fracciones visuales del cielo estuvieron cubiertas, caracterizándose como un cielo totalmente nublado.

Durante algunos monitoreos nocturnos se evidenció el ascenso de peces y calamares a la superficie atraídos por la luz. Cerca de la frontera con Perú y a la altura de Puerto López se presenciaron lobos marinos. Aunque no se observaron ballenas en todos los monitoreos, estuvieron siempre presentes en el recorrido de todos los transectos. El avistamiento de gaviotas y pelicanos fue más frecuente cerca de la frontera Con Perú, donde incluso un grupo de pelicanos descansaba en reposo sobre el agua (Figura 32).

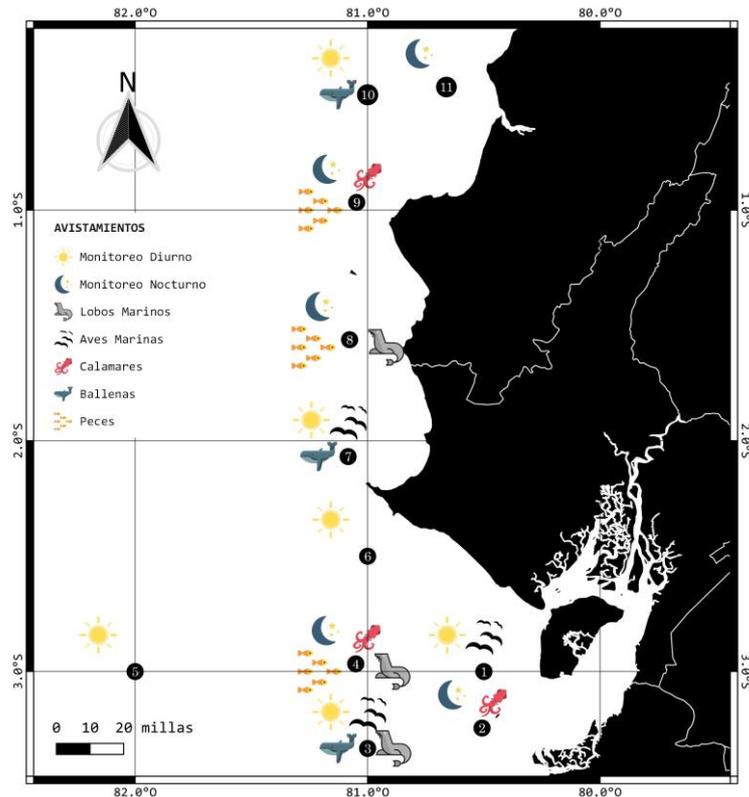


Figura 32. Observaciones fauna marina durante monitoreos de estaciones oceanográficas, Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

6.2.12 LONGITUD 82° OESTE

Como se evidencia en la figura 33, los monitoreos realizados el 2019 y 2021 coinciden en época lluviosa, donde las TSM fueron de 22,7 [°C] y 23,4 [°C], respectivamente. Para el presente año (2022), el monitoreo fue durante la época seca presentando una TSM de 20,7 [°C]. Los tres años reflejan que las pendientes más fuertes se ubicaron entre los 20 y 50 [m] de profundidad aproximadamente, después la temperatura desciende a ~12 [°C] hasta los 300 [m].

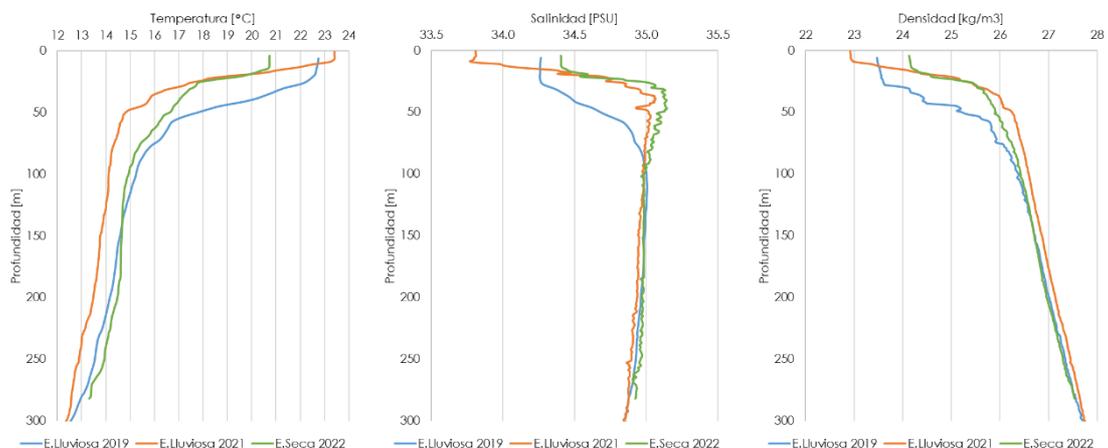


Figura 7. Perfil de temperatura, salinidad y densidad del 2019, 2021 y 2022 en longitud 82°O, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

La SSM durante época lluviosa del 2019 y 2021 fue de 34,1 y 33,8 [PSU], respectivamente. Para la época seca del 2022 la SSM fue de 34,4 [PSU]. Aunque es común observar que, a mayor profundidad, la salinidad aumenta a ~35 [PSU], al sobrepasar los 200 [m] se observa una pequeña tendencia a disminuir levemente en los tres años.

Las variaciones superficiales de la densidad no fueron tan amplias entre el 2019 y 2022. Durante época lluviosa del 2021 el agua superficial fue menos densa con 22,9 [kg.m-3], mientras que para la época seca del 2022 aumentó a 24,1 [kg.m-3]. Para aguas profundas mayores a 50 [m], las densidades aumentan a más de ~27,5 [kg.m-3] (Figura 34).

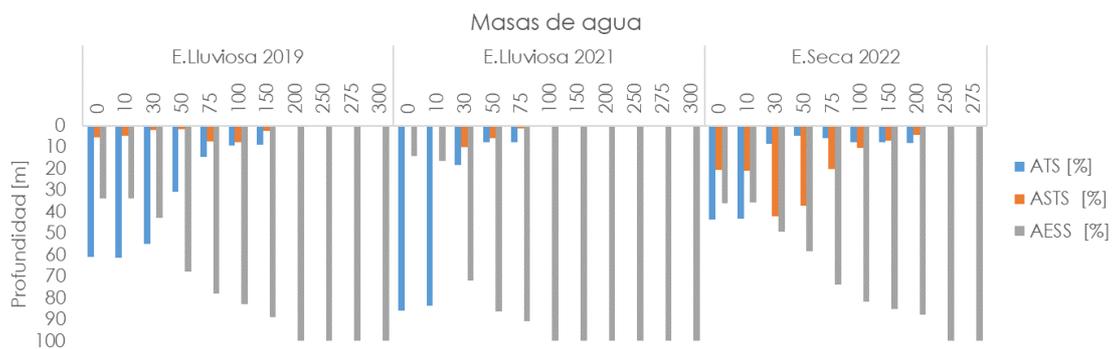


Figura 34. Proporciones de masas de agua con respecto a la profundidad para época seca y lluviosa del 2019, 2021 y 2022 en longitud 82°O.

Las masas de agua tuvieron un comportamiento diferente para cada año y época. Los tres monitoreos reflejan la dominancia de AESS, donde las concentraciones de esta fueron equivalentes a ocupar el 75% de la columna de agua en el 2019, el 80% en el 2021 y 71% en la actualidad (2022). El ATS ocupó el 22% de la columna de agua el 2019, el 18% en el 2021 y 13% en la actualidad. El ASTS ocupó el 3% de la columna de agua el 2019, el 2% en el 2021 y 16% en la actualidad.

La masa de agua que mayor diferenciación refleja entre los 3 años es el ASTS. Para el 2019 y 2021 durante época lluviosa, las concentraciones de ASTS fueron casi despreciables (<3%), mientras que durante época seca del 2022 el ASTS aumentó ocupando el 16% de la columna de agua hasta los 200 [m] de profundidad. Aunque el AESS fue dominante durante los 3 años, en época lluviosa alcanzó a ocupar el 80% de la columna de agua, disminuyendo al 70% en época seca. Finalmente, el ATS ocupó el 20% de la columna de agua en época lluviosa y reduce sus concentraciones al 13% en época seca. (Figura 35).

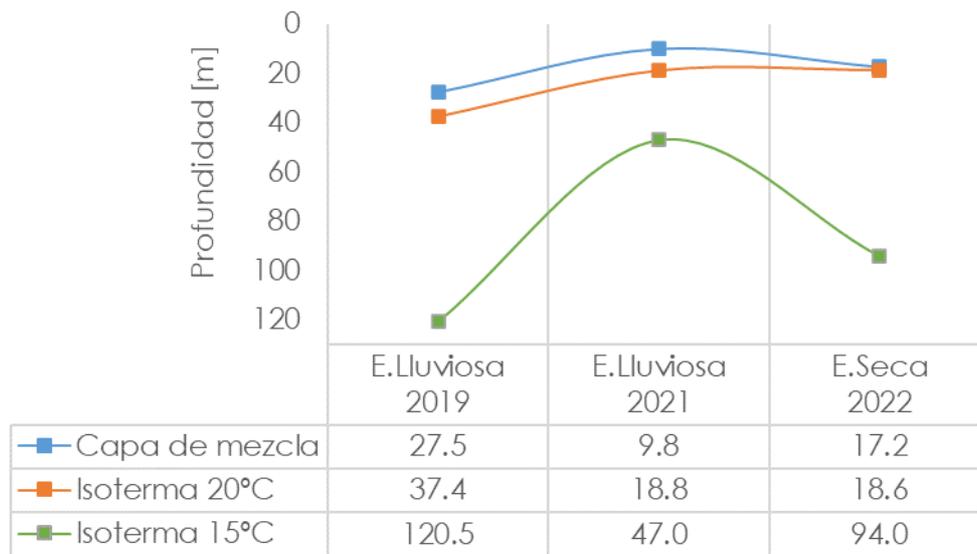


Figura 35. Profundidad de la capa de mezcla e isotermas de 20°C y 15°C en la longitud 82°O por estacionalidad del 2019, 2021 y 2022.

Se logra observar que la Z20 se ubicó bajo la CM, aproximadamente a 10 [m] de distancia en época lluviosa del 2019 y 2021, mientras que para la época seca del 2022 ambas coinciden a la misma profundidad. La isoterma de 15°C varió de posición en época lluviosa, encontrándose a 120 [m] de profundidad en el 2019, pero ascendiendo a los 47 [m] en el 2021, Sin embargo, durante época seca del 2022, ésta descendió a los 94 [m].

3.7 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS QUÍMICAS

3.7.1 Distribución Horizontal

La mayores concentraciones de oxígeno disuelto ($5,40 \text{ ml.l}^{-1}$) se localizaron frente a Salinas (centro) y Puerto Bolívar (sur), valores inferiores a $5,0 \text{ ml.l}^{-1}$ se detectaron frente a Engabao (sur) y Canoa (norte) (Figura 36).

A nivel superficial los mayores valores de nitrato estuvieron en el área norte, frente a Bahía de Caraquez ($16,00 \mu\text{M}$); en la zona centro frente a Salinas se observó un núcleo de $2,00 \mu\text{M}$, mientras que en el Golfo de Guayaquil las concentraciones fueron menores a $1,0 \mu\text{M}$. (Figura 37.a)

El ión nitrito registro valores de aproximadamente $\geq 0,05 \mu\text{M}$ frente a Puerto López (E8) y Golfo de Guayaquil estación 1 y 2 (Figura 37 b). Las concentraciones de amonio registraron núcleos focalizados en el beril de 81°O , mayores $0,20 \mu\text{M}$. frente a Bahía de Caraquez, Puerto López y Jambelí. (Figura 37.c)

El fosfato manifestó las mayores concentraciones frente a Bahía de Caraquez ($1,25 \mu\text{M}$), frente a Puerto López se detectó valores alrededor de $1,00 \mu\text{M}$, y las menores concentraciones ($0,25 \mu\text{M}$) estuvieron localizadas en el área oceánica frente al Golfo de Guayaquil. (Figura 38 a)

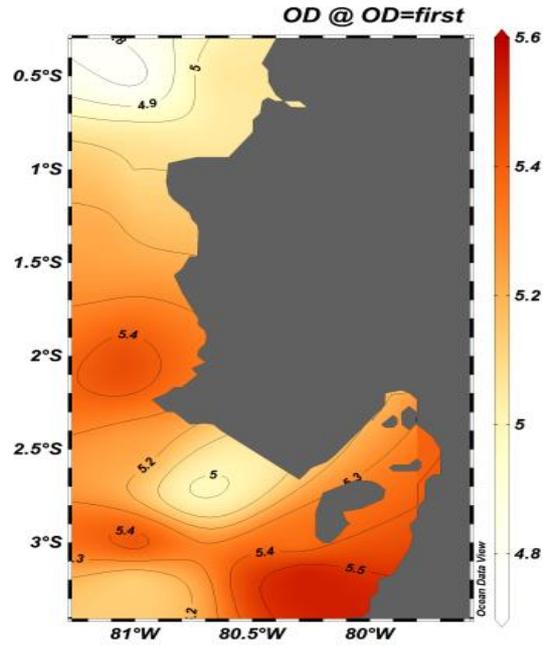


Figura 36. Distribución superficial de Oxígeno disuelto (OD) durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

Se observó una mayor concentración de silicato ($12,50 \mu\text{M}$), frente a Bahía de Caraquez, en el Golfo de Guayaquil concentraciones de $2,50 \mu\text{M}$, y entre $1,00^\circ\text{S}$ y $2,50^\circ\text{S}$ se detectaron valores menores a $2,00 \mu\text{M}$. (Figura 38.b)

La relación nitrato/fosfato, registró las mayores concentraciones frente a Bahía ($7,00$), y Salinas ($5,00$), mientras que en el Golfo de Guayaquil se observaron valores menores a $2,00$. (Figura 38.c)

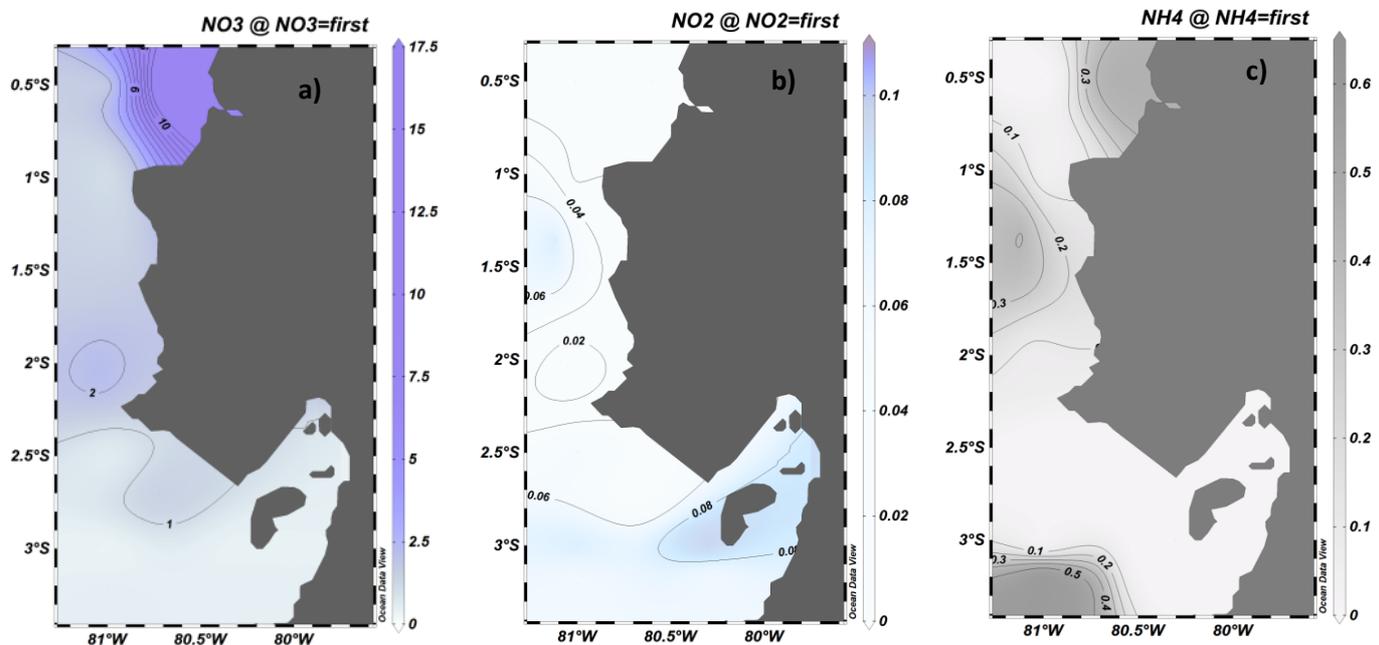


Figura 37. Distribución superficial de a) Nitrato, b) Nitrito, c) Amonio durante campaña

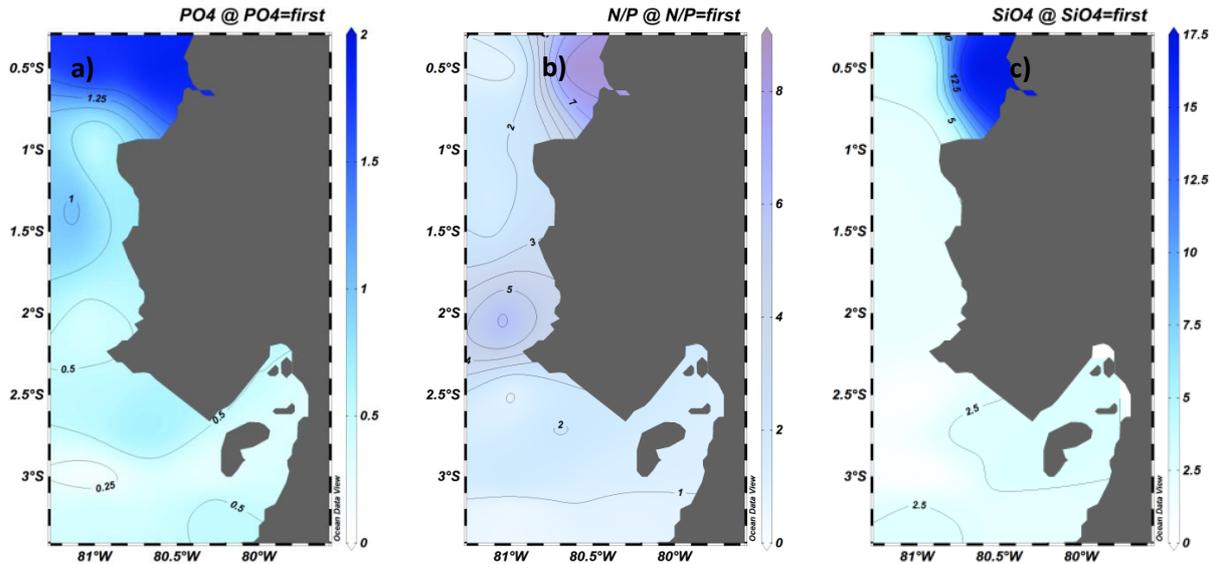


Figura 38. Distribución superficial de a) Fosfato, b) Silicato, c) Relación NO₃/PO₄, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP..

La concentración de clorofila “a” en la capa superficial, registró valores superiores a 1,0 mg.m³ en el estuario del Golfo de Guayaquil sobre el beril de los 81° y concentraciones menores a 0,8 mg.m³ frente al estuario del Río Chone.

3.7.2 Distribución Vertical

En el transecto de los 81°O, los niveles de oxígeno disuelto de 4,0 a 5,0 ml.l⁻¹ en la zona sur, se ubicaron hasta aproximadamente los 20 m, mientras que en el norte se detectaron aproximadamente hasta los 40 m, ubicando a la isolínea de 2,5 ml.l⁻¹ alrededor de los 60 m. Características que reflejaron un intenso gradiente tanto al norte como al sur entre las profundidades de 0 a 20 m. (Figura 39)

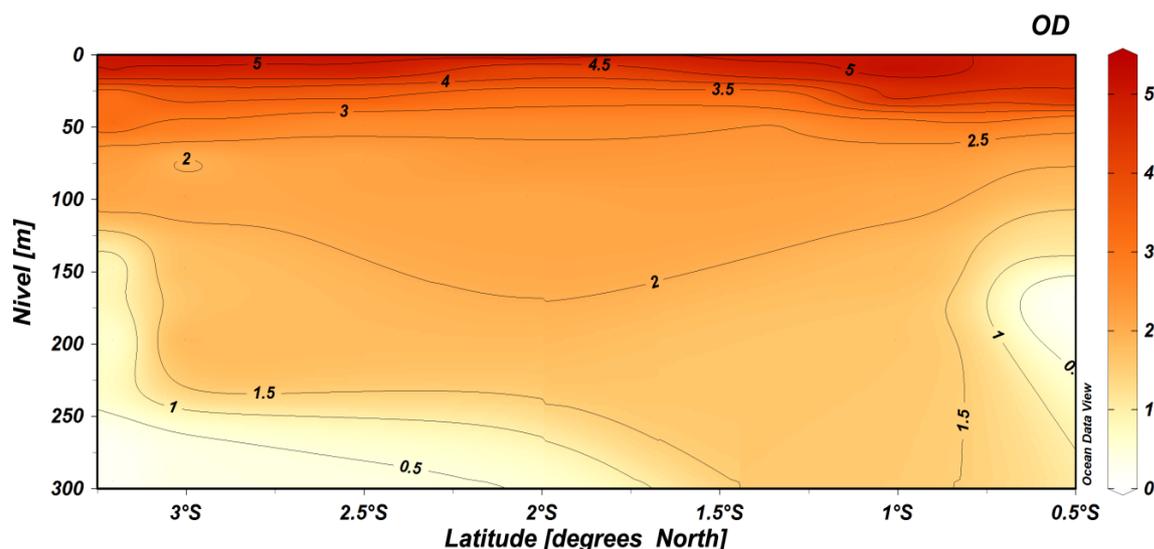


Figura 39. Distribución vertical de Oxígeno disuelto (OD) durante Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP..

3.7.3 NUTRIENTES INORGÁNICOS DISUELTOS

El nitrato registró frente a Golfo de Guayaquil valores menores a $0,5 \mu\text{M}$ en los primeros 10 m y valores superiores a $2,5 \mu\text{M}$ frente a Salinas, observando una capa homogénea entre los 30 y 60 m de profundidad que fluctuó de $10,0$ a $15,0 \mu\text{M}$, adicionalmente se detectó en la zona sur concentraciones mayor a $20 \mu\text{M}$ a partir de los 200 m de profundidad (Figura 40)

En la capa comprendida entre 10 y 30 m, las concentraciones del ion nitrito fluctuaron de $0,3$ a $0,6 \mu\text{M}$, su máximo valor se detectó aproximadamente a los 30 m sobre los 2°S (Salinas). (Figura 41.a). Sin embargo, un núcleo de amonio fue detectado entre $1,5^{\circ}\text{S}$ y 2°S , cuya concentración fluctuó entre $0,1$ y $0,3 \mu\text{M}$ (Figura 41 b)

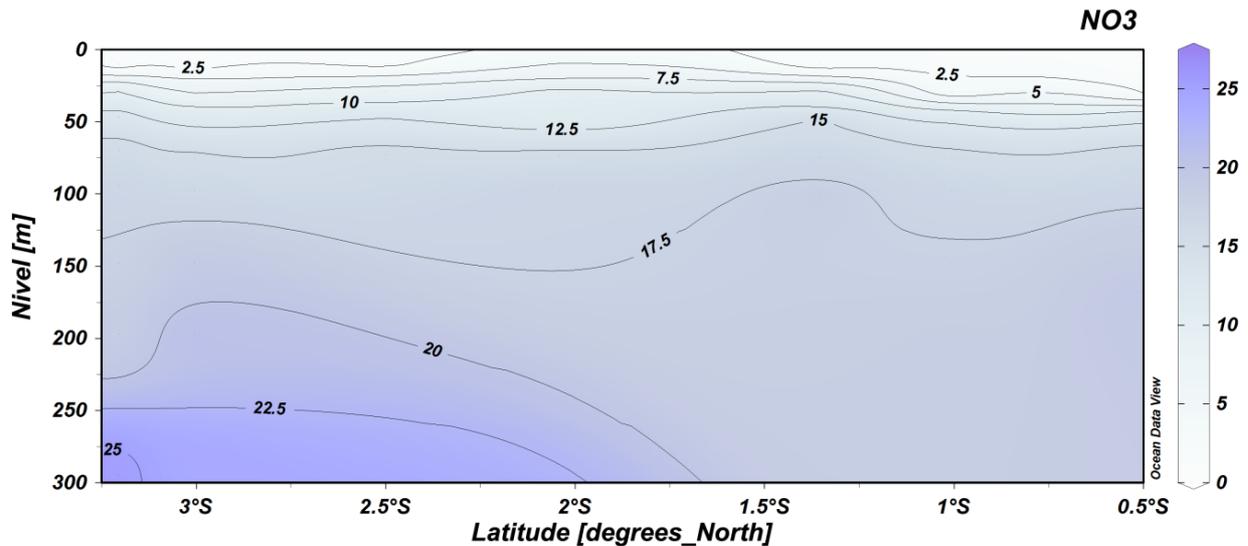


Figura 40. Distribución vertical de Nitrato (NO_3) durante Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

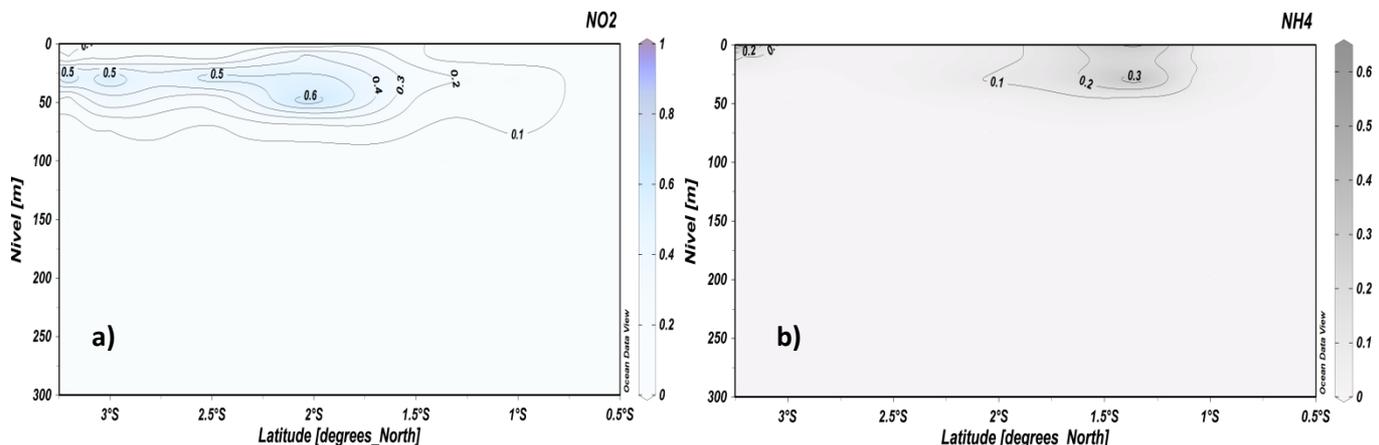


Figura 41. Distribución vertical de Nitrito (a) y Amonio (b) durante Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

El ion fosfato presentó las mayores concentraciones a partir de 10 m de profundidad que oscilaron entre $1,0$ y $2,5 \mu\text{M}$ hasta las capas más profundas (c.a. 200m), además se detectaron frente al estuario del Golfo de Guayaquil y de Bahía de Caráquez valores superiores a $3,0 \mu\text{M}$ a partir de los 60 m (Figura 42).

El silicato registró en los primeros 40 m concentraciones menores a $10,0 \mu\text{M}$ y para los niveles

siguientes (50-200m) los valores fluctuaron de 10,0 a 20,0 μM para toda el área de estudio (Figura 43)

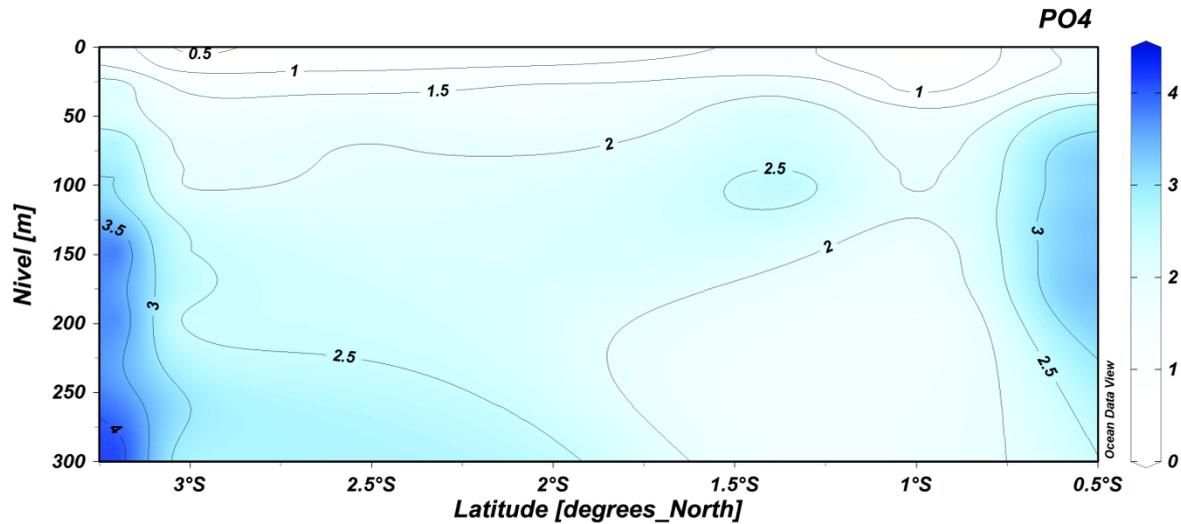


Figura 42. Distribución vertical de Fosfato (PO4) durante Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

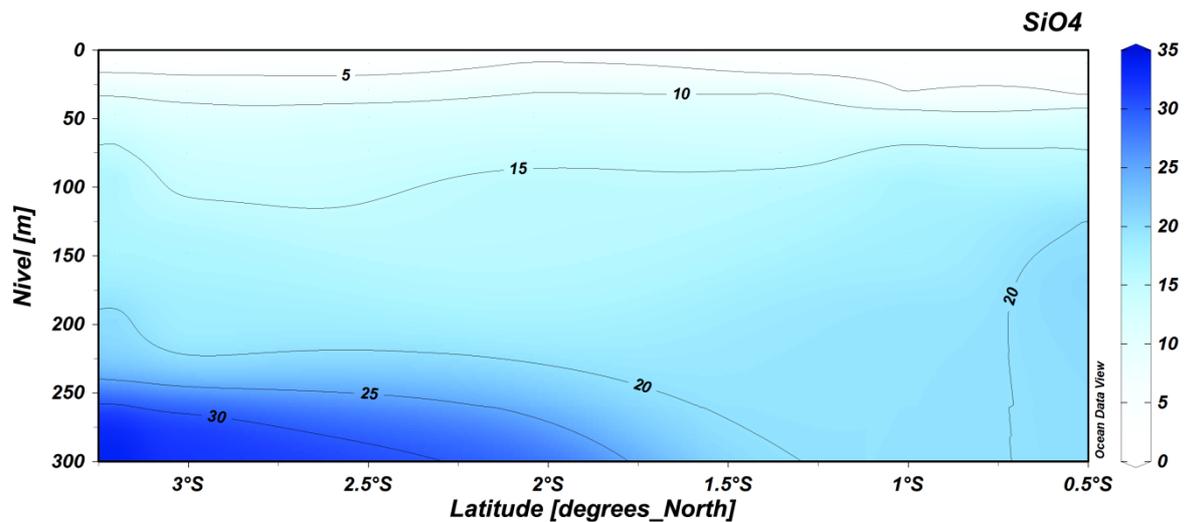


Figura 43. Distribución vertical de Silicato (SiO4) durante Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

La relación Nitrato/Fosfato en los primeros 25 m registró valores menores a 4,0 y en los niveles de profundidad siguiente se detectaron aproximadamente 8,0 unidades, adicionalmente entre la latitud 1,5°S Y 1,0°S se detectaron valores superiores a 10,0 unidades después de los 100 m de profundidad (Figura 44).

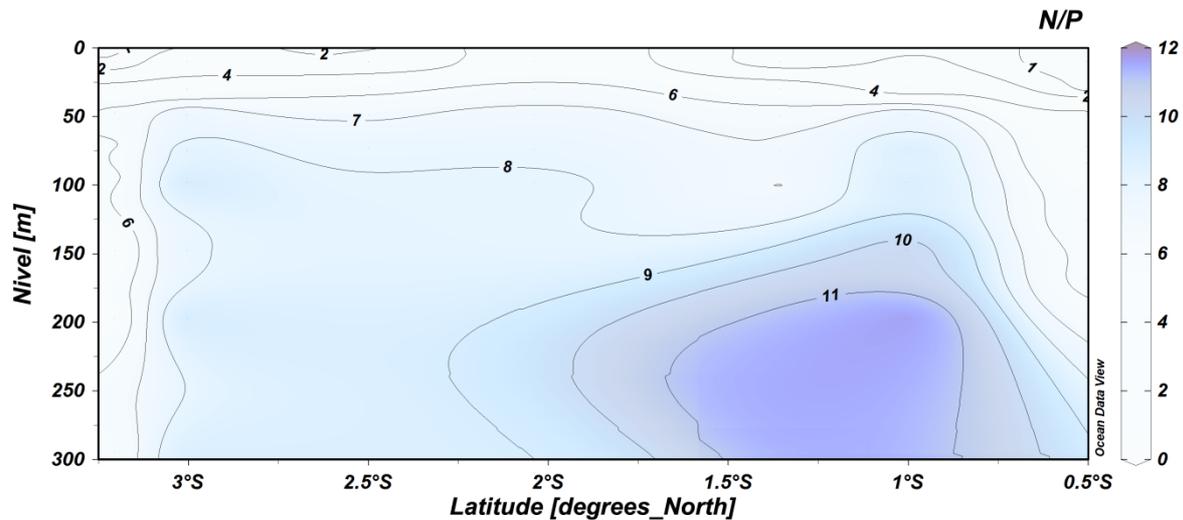


Figura 44. Distribución vertical de Relación Nitrato/Fosfato (NO_3/PO_4) durante Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP.

3.8 FITOPLANCTON

3.8.1 ABUNDANCIA

Las concentraciones celulares de fitoplancton fueron variables entre estaciones con un promedio de $19 \text{ Cel.L}^{-1} \times 10^4$, siendo la estación 2 quien obtuvo la mayor densidad celular con $22 \text{ Cel.L}^{-1} \times 10^4$ con el predominio de la especie *Guinardia striata* y la estación 1 registró concentraciones de $2 \text{ Cel.L}^{-1} \times 10^4$, representado por la presencia de dinoflagelados atecados: *Gymnodinium* sp. y *Gyrodinium* sp. (Figura 45). En tanto, los dinoflagelados desnudos y diatomeas céntricas caracterizaron las aguas en el veril 81° oeste de la abundancia total.

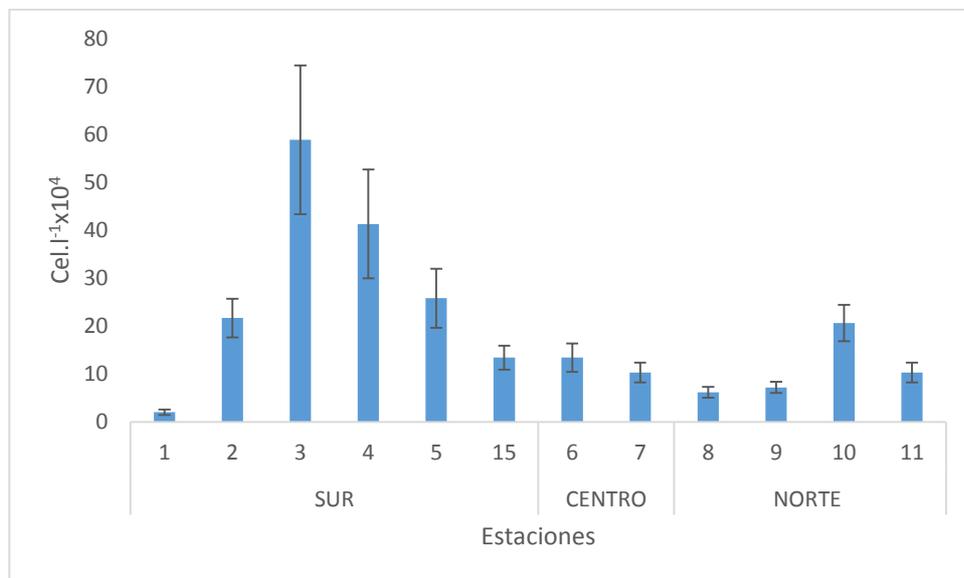


Figura 45. Abundancia total del fitoplancton por estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

No se evidenciaron diferencias significativas en la abundancia del fitoplancton entre zonas

(KW=0,0392502; p=0,980566) (Figura 46).

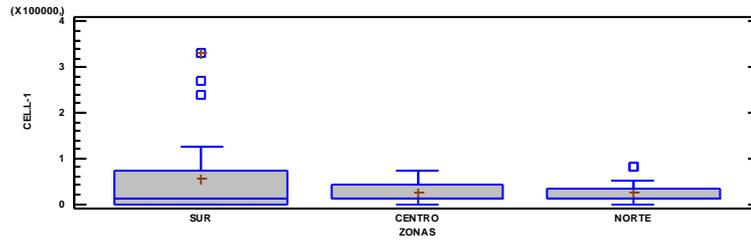


Figura 46. Representación de diferencias significativa entre zonas de las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.8.2 Densidad

En términos generales, se observó que las especies registradas en la columna de agua fueron representativas, ya que su abundancia relativa es menor al 50% del total, representado con las especies: *Guinardia striata*, *Gymnodinium* sp., *Guinardia flaccida*, *Rhizosolenia bergonii* y *Rh. styliformis* (Figura 47).

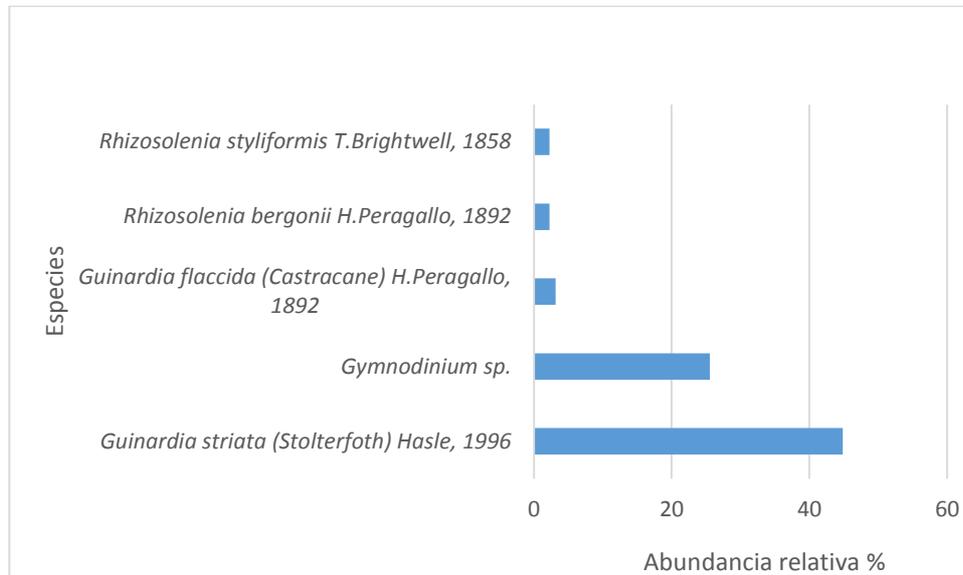


Figura 47. Abundancia relativa de las 5 especies más representativas en la columna de agua entre las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.8.3 PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

Para esta campaña de investigación, la productividad primaria obtuvo un promedio general de 4,14 mg.m⁻³ Chla ± 1,80, siendo el Golfo de Guayaquil quien registró la menor biomasa de fitoplancton con 1,05 mg.m⁻³ Chla ± 1,02 en la estación 3, y su máxima concentración fue atribuida a Salinas con 6,25 mg.m⁻³ Chla ± 2,48 en la estación 6 (Figura 40). Registrándose diferencias estadísticamente significativas entre zonas (KW=11,7886; p<0,05) (Figura 48 y 49).

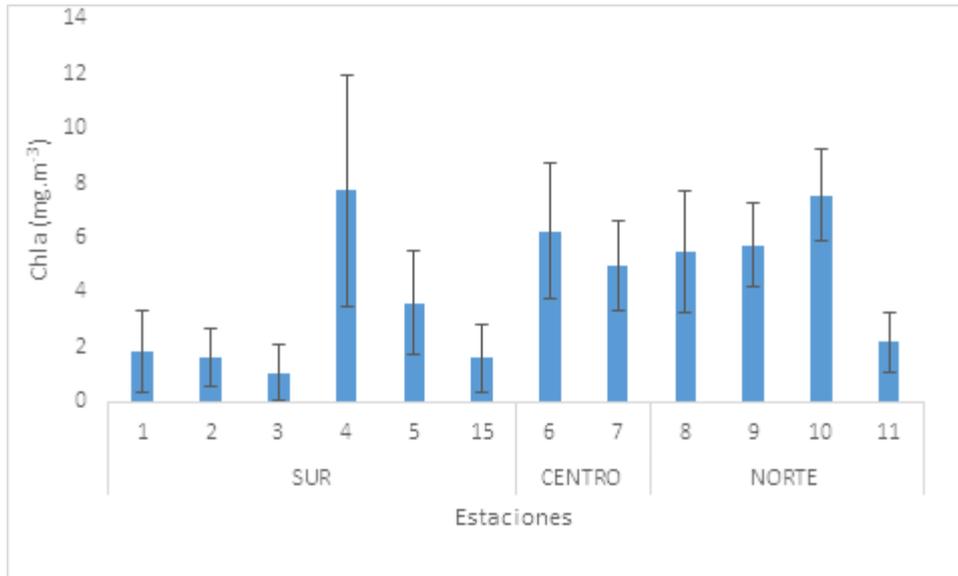


Figura 48. Niveles de Chl a en la columna de agua entre las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

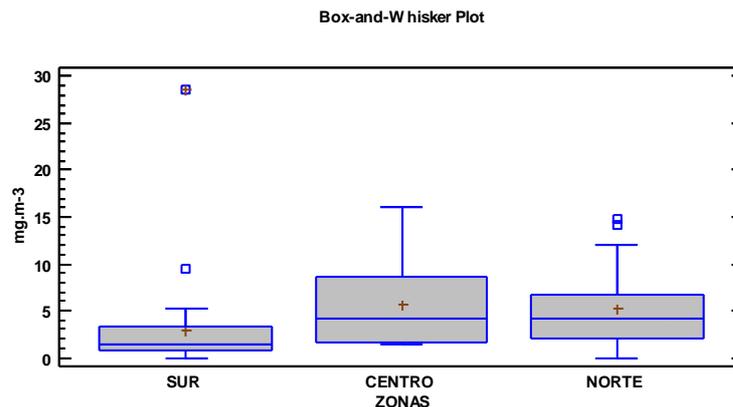


Figura 49. Representación de diferencias significativa entre zonas de las concentraciones de Chl a entre las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.8.4 ARRASTRE HORIZONTAL

Composición

Se registraron 101 especies y 10 géneros, representados entre las estaciones de muestreo, distribuidas en cinco clases: Bacillariophyceae con tres familias y dos complejo; Coscinodiscophyceae con 14 familias, 53 especies y tres género; Cyanophyceae con una familia y una especie; Dictyochophyceae con una familia y una especie; Dinophyceae con 13 familias, 32 especies y cinco géneros, y Fragilariophyceae con dos familias y cuatro especies, registrando el mayor número de especies en el Golfo de Guayaquil, y la menor riqueza lo presentó la estación 11 ubicada cerca del estuario del río Chone al norte del Ecuador (Tabla 10).

Tabla 10. Número de especies de fitoplancton colectadas entre estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

ESTACIONES	ZONA	RIQUEZA
1	SUR	46
2		49
3		47
4		46
5		45
15	CENTRO	15
6		21
7	NORTE	28
8		43
9		16
10		40
11		12

Abundancia

Las concentraciones celulares de fitoplancton en el arrastre superficial fueron variables entre estaciones, con un promedio de $118 \text{ Cel.m}^{-3} \times 10^4$, siendo la estación 2 quien obtuvo la mayor densidad celular con $404 \text{ Cel.m}^{-3} \times 10^4$ con el predominio de la especie *Leptocylindrus danicus* en el estuario interior del Golfo de Guayaquil y la estación 5 (oceánica) representada por *Rhizosolenia styliformis* con de $13 \text{ Cel.m}^{-3} \times 10^4$, en cuanto las estaciones ubicadas en el estuario exterior del Golfo de Guayaquil con densidades de $9 \text{ Cel.m}^{-3} \times 10^4$ con la presencia de diatomeas céntricas: *Rhizosolenia styliformis*, *Rhizosolenia imbricata* y *Guinardia striata* (figura 42). La abundancia del fitoplancton no mostró diferencias significativas entre las localidades (KW 3,40936; $p= 0,181831$) (Figura 50 y 51).

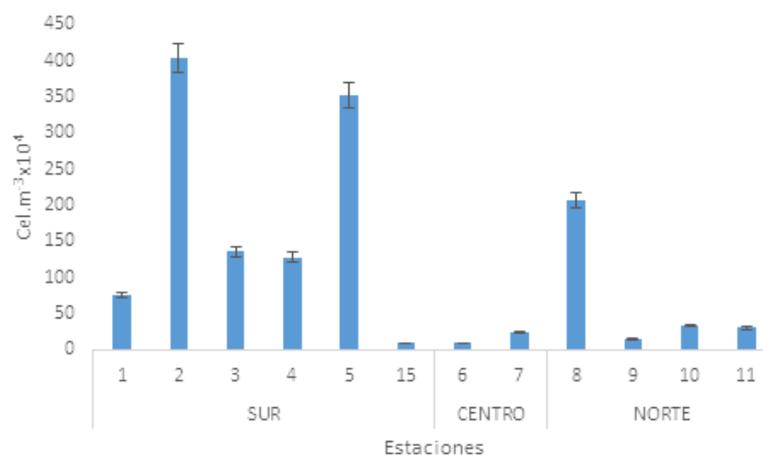


Figura 50. Abundancia total del arrastre horizontal de fitoplancton por estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

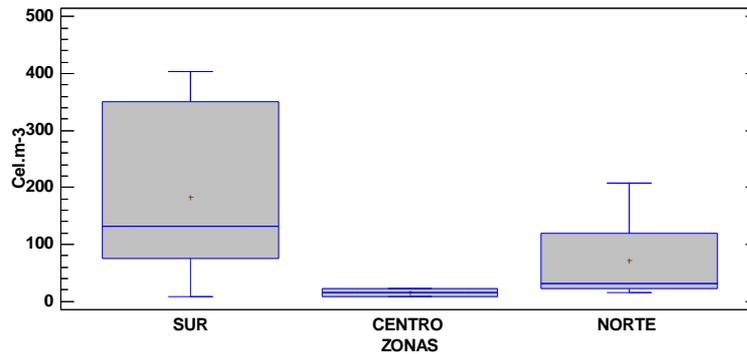


Figura 51. Representación de diferencias significativa entre zonas del arrastre horizontal de fitoplancton entre las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Densidad

En términos generales se observó que las especies registradas en la columna de agua fueron representativas, ya que su abundancia relativa es menor al 50% del total con las especies: *Rhizosolenia styliformis*, *Guinardia flaccida*, *Guinardia striata*, *Detonula pumila*, *Proboscia alata*, *Leptocylindrus danicus*, *Rhizosolenia imbricata*, *Chaetoceros curvisetus*, *Rhizosolenia bergonii* y *Pseudo-nitzschia complejo serita* (Figura 52).

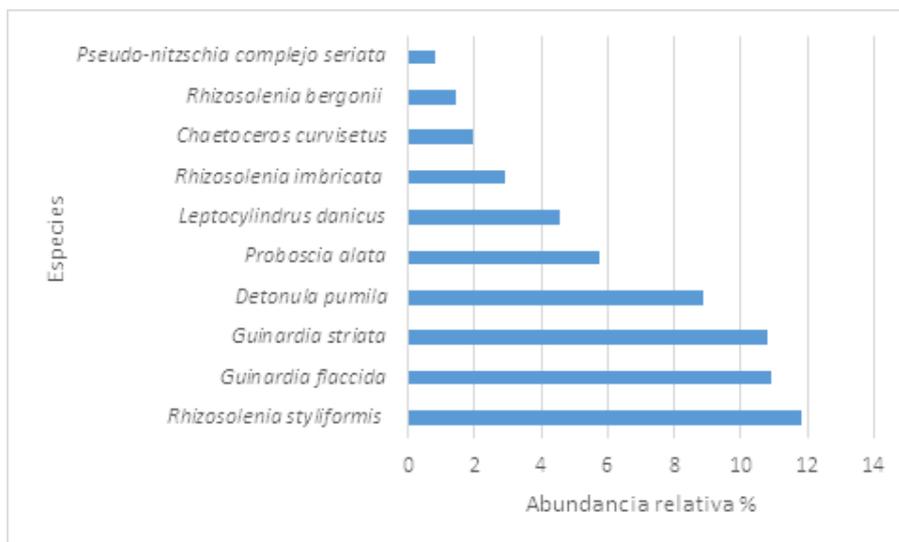


Figura 52. Abundancia relativa de las 10 especies más representativas en el arrastre horizontal de fitoplancton entre las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Diversidad

Los valores fluctuaron entre 4,7 a 3,4 bits.cel.m⁻¹, es decir, alta diversidad en casi todas las estaciones analizadas, a excepción de la estación 11 quien presento la menor diversidad con 1,2 bits.cel.m⁻¹; mientras que la equidad osciló entre 0,72 y 0,33 en las estaciones 2 y 11, respectivamente (Figura 53), es decir, se registró tendencia a la heterogeneidad, especialmente en la mayoría de las estaciones evaluadas al no registrar dominancia de ninguna especie.

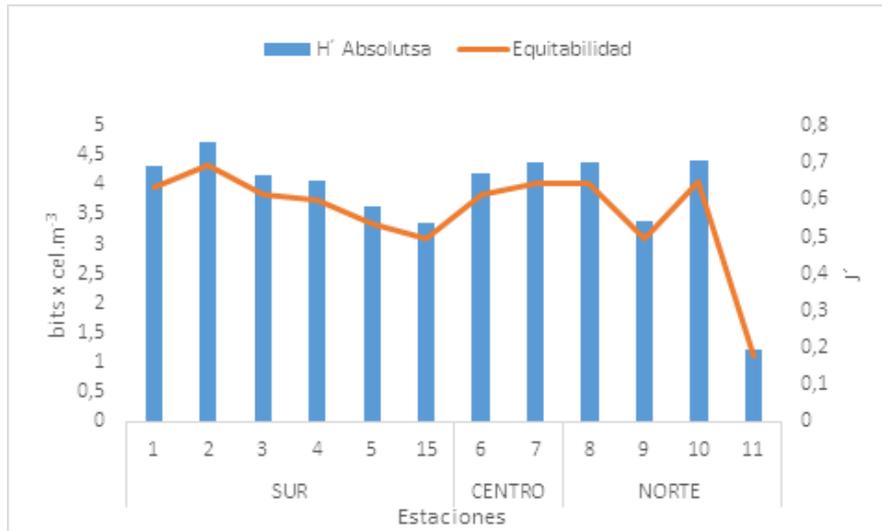


Figura 53. Diversidad y equidad del arrastre horizontal de fitoplancton entre las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

La prueba de ANOSIM de una vía mostró que no hay diferencias significativas entre las estaciones de estudio ($R=0,2$; $p=0,221$) con un stress de 0,06.

La estructura comunitaria del fitoplancton para esta campaña de investigación, en general mostró un 20 % de similitud entre las especies que comparten cada una de las estaciones. Además de la conformación de tres grupos que contienen entre un 40 a 60 % de afinidad, principalmente por el grupo de diatomeas en el veril 81°, mientras que la estación 5 y 7 se encuentran separadas con respecto a la composición del fitoplancton (Figura 54).

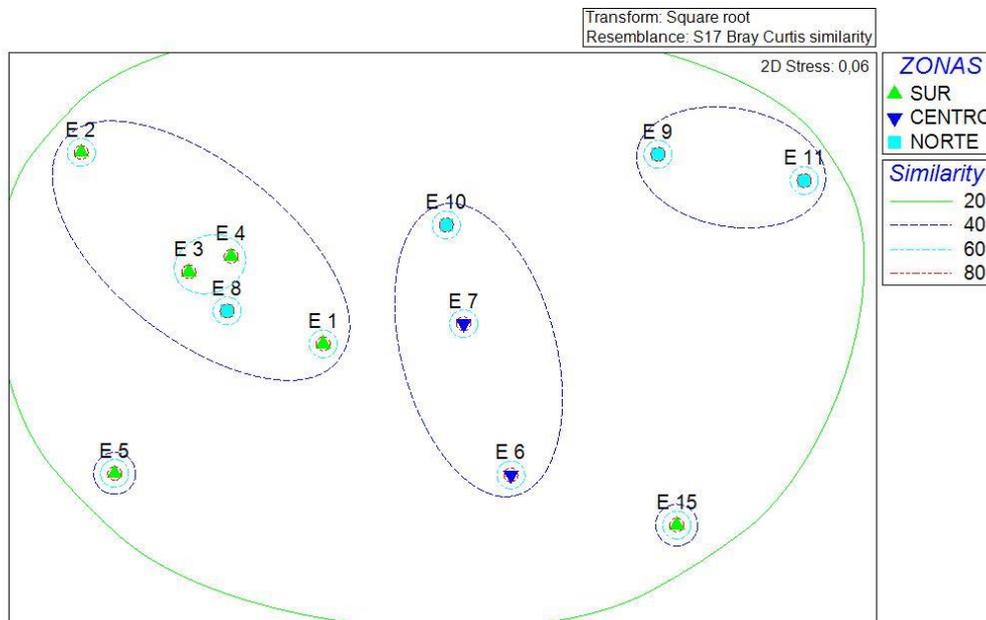


Figura 54. Diagrama MDS de la estructura comunitaria del fitoplancton en el arrastre horizontal de las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

El SIMPER mostró el promedio de similitud entre zonas, obteniéndose un 32,85% para el sur, 36,93% para el centro y un 38,71% para el norte, representados por las especies: *Rhizosolenia bergonii*

7,08%, *Guinardia flaccida* 6,85% y *Guinardia striata* 6,48% al sur; *Rhizosolenia imbricata* y *Rhizosolenia styliformis* 8,07% y *Guinardia flaccida* 7,12% al centro, y *Dactyliosolen mediterraneus* 22,04%, *Pseudoguinardia recta* 12,80% y *Proboscia alata* 10,56% al norte.

Mediante un análisis exploratorio SIMPROF, se pudo determinar que en la mayoría de las estaciones existió un 40 a 75% de similitud entre las especies, siendo el tercer grupo conformadas por las estaciones 3 y 4 quienes registraron la mayor similitud con un 75%, éstas a su vez, son propias del estuario exterior del Golfo de Guayaquil ubicadas en el veril 81° oeste. En tanto, las estaciones 5, 2, 15 poseen sus propias características a nivel de composición de especies con 35% de similitud (Figura 55).

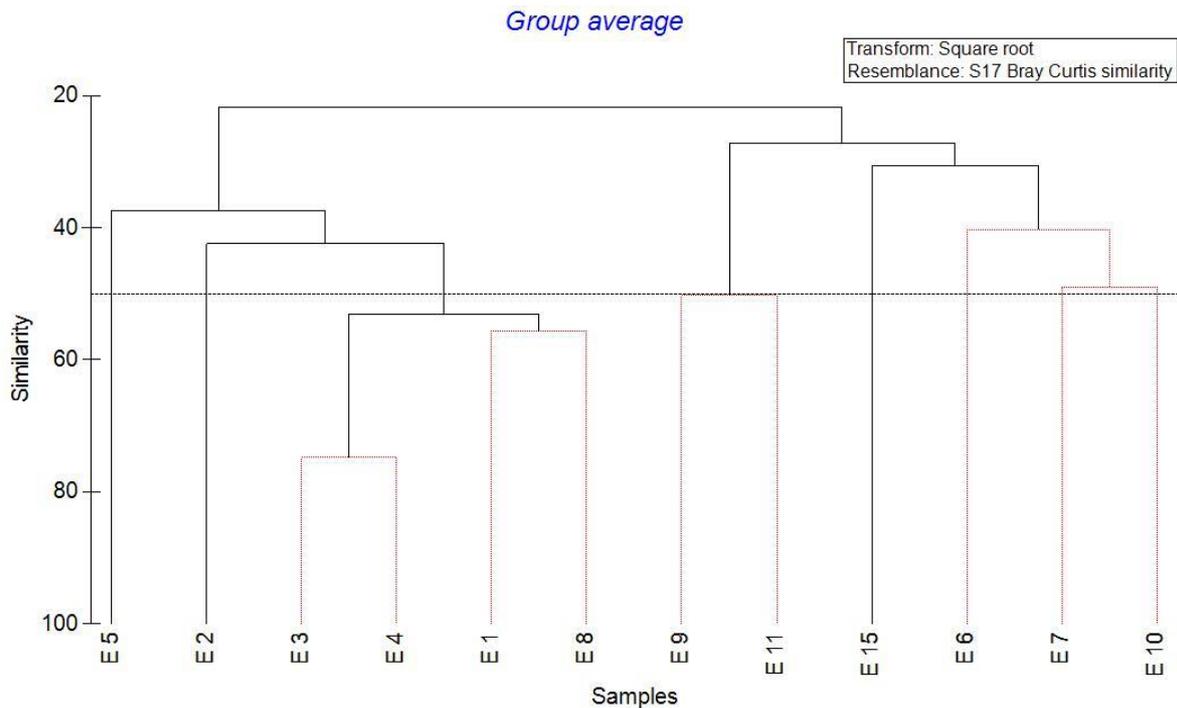


Figura 55. Agrupamiento de similitud de Bray-Curtis en el arrastre horizontal de las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.8.5 ARRASTRE VERTICAL

Composición

Se registraron 88 especies y 3 géneros representadas entre las estaciones de muestreo, distribuidas en seis clases: Bacillariophyceae con cuatro familias y dos complejo; Coscinodiscophyceae con 15 familias, 57 especies y un género; Cyanophyceae con una familia y una especie; Dictyochophyceae con una familia y una especie; Dinophyceae con 7 familias, 19 especies y dos géneros, y Fragilariophyceae con dos familias y cuatro especies, registrando el mayor número de especies en la estación 5 al sur y las estaciones 6 y 11 ubicadas al centro y norte de la costa del Ecuador (Tabla 11).

Tabla 11. Número de especies de fitoplancton entre estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

ESTACIONES	ZONA	RIQUEZA
1	SUR	22
2		39
3		29
4		25
5		48
15	CENTRO	15
6		10
7	NORTE	13
8		12
9		13
10		18
11		10

Abundancia

Las concentraciones celulares de fitoplancton en el arrastre vertical obtuvo un de $110 \text{ Cel.m}^{-3} \times 10^4$, siendo la estación 2 quien obtuvo la mayor densidad celular con $326 \text{ Cel.m}^{-3} \times 10^4$ con el predominio de la especie *Chaetoceros curvisetus* en el estuario interior del Golfo de Guayaquil y la estación 5 (oceánica) representada por *Rhizosolenia styliformis* con de $56 \text{ Cel.m}^{-3} \times 10^4$, mientras que la estación 6 ubicada frente Anconcito registró la menor abundancia con $24 \text{ Cel.m}^{-3} \times 10^4$ representada por la especie *Guinardia striata* con $4 \text{ Cel.m}^{-3} \times 10^4$ (Figura 48). La abundancia del fitoplancton a nivel de subsuperficie mostró diferencias significativas entre las zonas (KW 7,82051; $p=0,0200354$) (Figura 56 y 57).

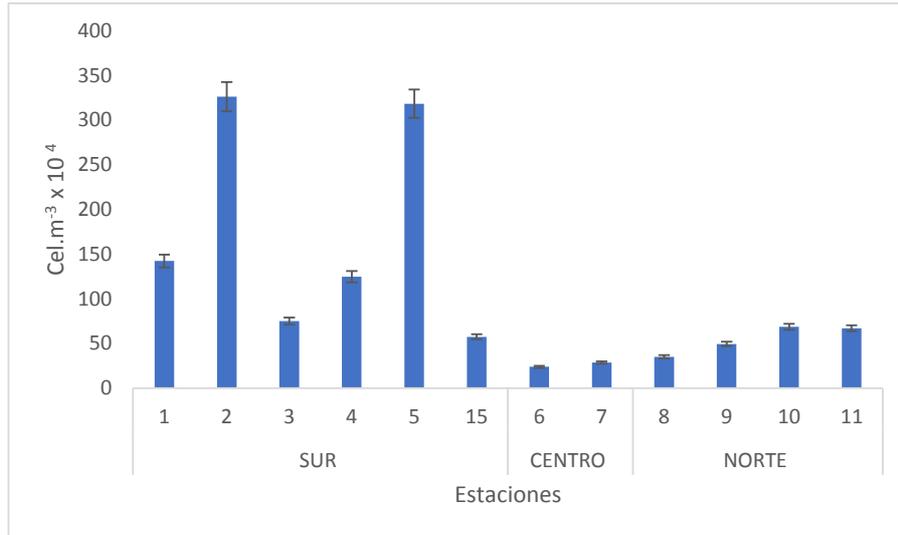


Figura 56. Abundancia total del arrastre vertical de fitoplancton por estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

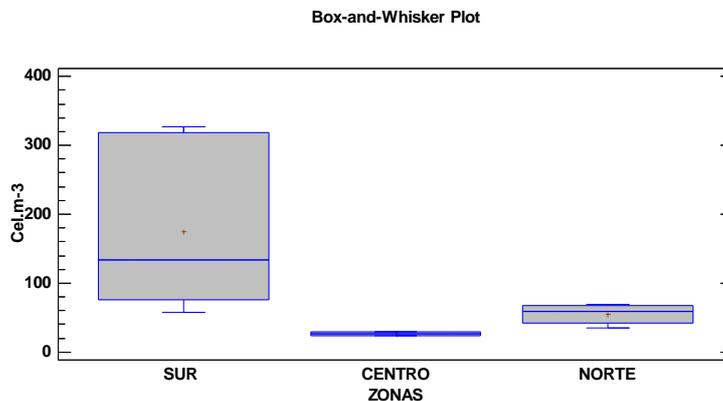


Figura 57. Representación de diferencias significativa entre zonas del arrastre vertical de fitoplancton entre las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Densidad

En términos generales, se observó que las especies registradas en la columna de agua fueron representativas, ya que, su abundancia relativa es menor al 50% del total con las especies: *Rhizosolenia styliformis*, *Rhizosolenia bergoni*, *Guinardia striata*, *Dactyliosolen mediterraneus*, *Proboscia alata*, *Rhizosolenia imbricata*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Chaetoceros curvisetus*, *Thalassiosira subtilis* y *Guinardia flaccida* (Figura 58).

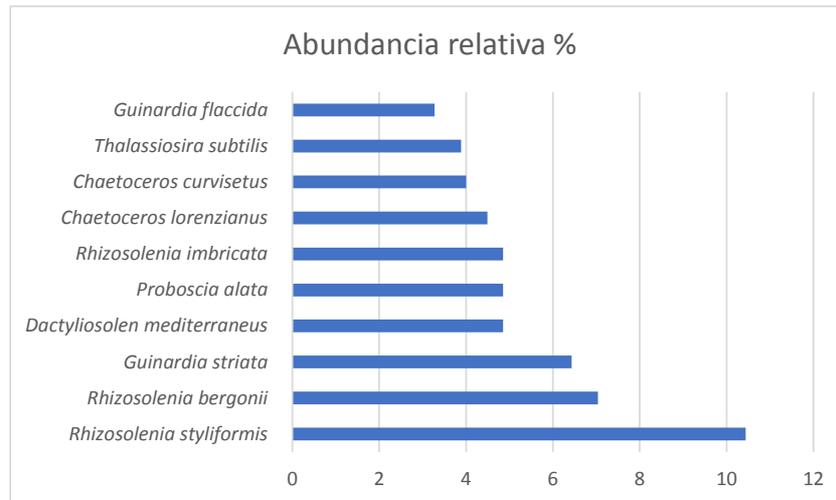


Figura 58. Abundancia relativa de las 10 especies más representativas en el arrastre vertical de fitoplancton entre las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Diversidad

Los valores fluctuaron entre 4,7 a 2,1 bits.cel.m⁻³, es decir, moderada diversidad en casi todas las estaciones analizadas, a excepción de la estación 11 quien registró la menor diversidad con 2,1 bits.cel.m⁻³; mientras que la equidad osciló entre 0,72 y 0,32 en las estaciones 2 y 11, respectivamente (Figura 59), es decir se registró tendencia a la heterogeneidad, especialmente en la mayoría de las estaciones evaluadas al no registrar dominancia de ninguna especie.

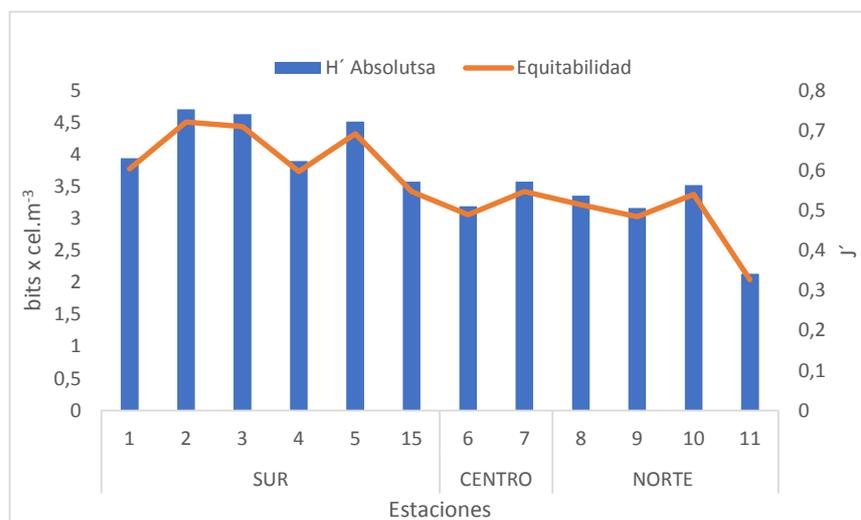


Figura 59. Diversidad y equidad del arrastre vertical de fitoplancton entre las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

La prueba de ANOSIM de una vía mostró que no hay diferencias significativas entre las estaciones de estudio ($R=0,593$; $p=0,2$) con un stress de 0,14.

La estructura comunitaria del fitoplancton en el arrastre vertical en general mostró un 20 % de similaridad entre las especies que comparten cada una de las estaciones. Además de la conformación de tres grupos que contienen entre un 40 a 60 % para las estaciones del Golfo de Guayaquil e incluyendo la estación 5 (oceánica), y las estaciones 11 y 9 al norte conforman un grupo separada

con respecto a la composición de especies de fitoplancton (Figura 60).

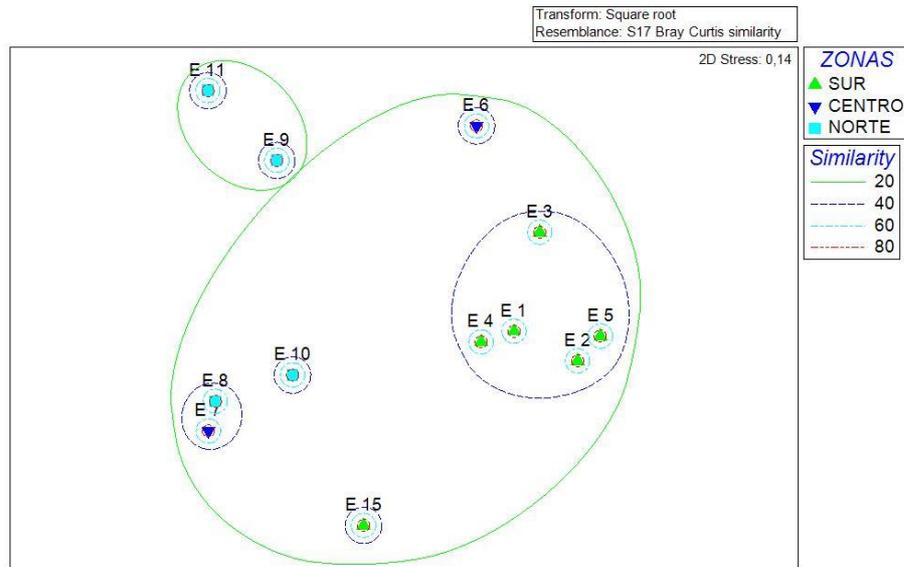


Figura 60. Diagrama MDS de la estructura comunitaria del fitoplancton en el arrastre horizontal de las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

El SIMPER mostró el promedio de similitud entre zonas obteniéndose un 37,63% para el sur, 22,26% para el centro y un 28,79% para el norte, representados por las especies: *Proboscia alta* 10,35 %, *Rhizosolenia bergonii* 10,20% y *Guinardia striata* 8,72% al sur; *Rhizosolenia bergonii*, *Thalassiosira subtilis* y *Tripes massiliensis* 33,33% al centro, y *Rhizosolenia styliformis* 37,79, *Dactiliosolen mediterraneus* 22,60 %, *Chaetoceros affinis* y *Rhizosolenia bergonii* 8,93 al norte.

Mediante un análisis exploratorio SIMPROF se pudo determinar que en la mayoría de las estaciones existió un 40 a 60% de similitud entre las especies. Siendo el tercer grupo conformadas por las estaciones 7 y 8 quienes registraron la mayor similitud con un 57,73%, éstas a su vez, representadas por especies *Rh. Styliformis* y *Rh.bergonii* propias de aguas tropicales típicas para la época. En tanto que las estaciones del sur específicamente (1+4; 2+5) tipificaron la composición de especies con un 51,75 y 47,75 % de similitud, respectivamente (Figura 61).

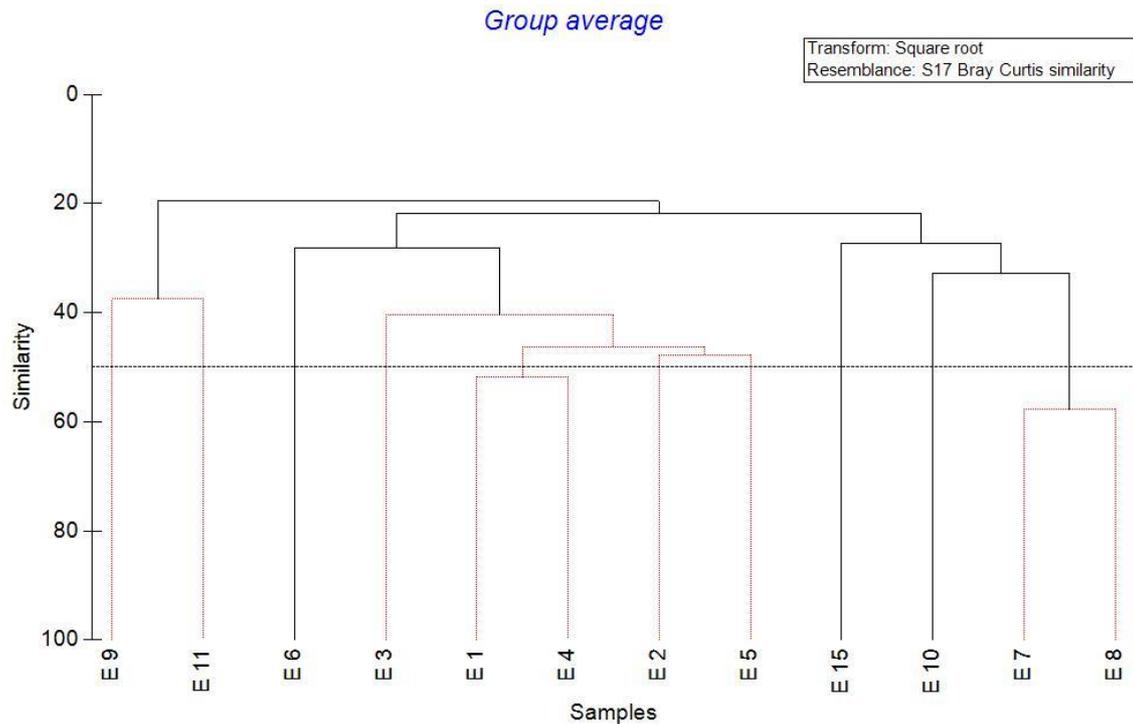


Figura 61. Agrupamiento de similitud de Bray-Curtis en el arrastre vertical de las estaciones, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.9 ZOOPLANCTON

3.9.1 Biomasa

En el área de estudio, la biomasa zooplanctónicas expresada en peso seco fluctuó entre 7,62 y 79,44 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ en el nivel superficial, y en la columna de agua, entre 1,15 a 77,62 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. La biomasa más alta tanto en el nivel superficial como en la columna de agua se presentó en el Golfo de Guayaquil (est.3). Mientras las biomásas más bajas se registraron en el norte de la provincia de Manabí, principalmente frente a las costas del Cabo San Lorenzo (est. 9), tanto en la capa superficial como en la columna de agua y también en el estrato vertical de la estación más oceánica (est. 5) situada en el veril 82° (Figura 62 a y b). La biomasa estuvo dominada por organismos holoplanctónicos, principalmente por copépodos y branchiopodos, netamente tropicales y templados, tanto de hábitos herbívoros, carnívoros y omnívoros, con afinidad de aguas costeras, neríticas y oceánicas. El análisis estadístico (Kruskal-Wallis) indico diferencia significativas de las biomásas entre estaciones ($p < 0,05$).

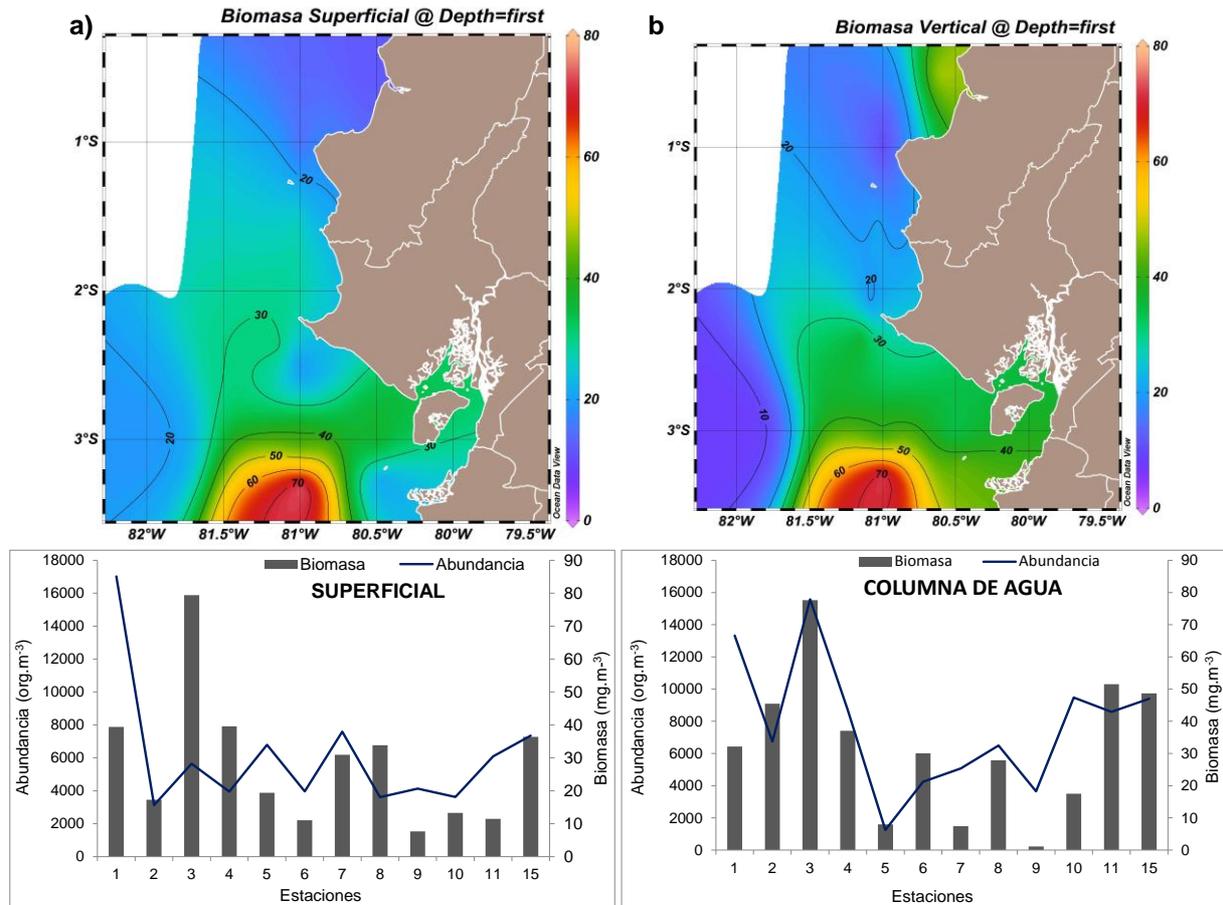


Figura 62. Variación espacial de la biomasa del zooplancton en peso seco ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) a) superficial y b) en la columna de agua en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.9.2 Distribución- Composición-Abundancia

La abundancia del zooplancton, registradas en los ecosistemas costero, estuarino y oceánico del área de estudio no registraron diferencias significativas entre zonas ($KW = 5,55$; $p > 0,05$); sin embargo, las mayores abundancias fueron reportadas en la zona estuarina con una densidad promedio de $10\,299\ \text{org}/\text{m}^3$. La estación uno fue la más abundante tanto en superficie como en la columna de agua, le siguió la estación tres con un valor alto en la columna de agua con $16\,643\ \text{org}\cdot\text{m}^{-3}$, ambas localizadas en el Golfo de Guayaquil (Figura 63).

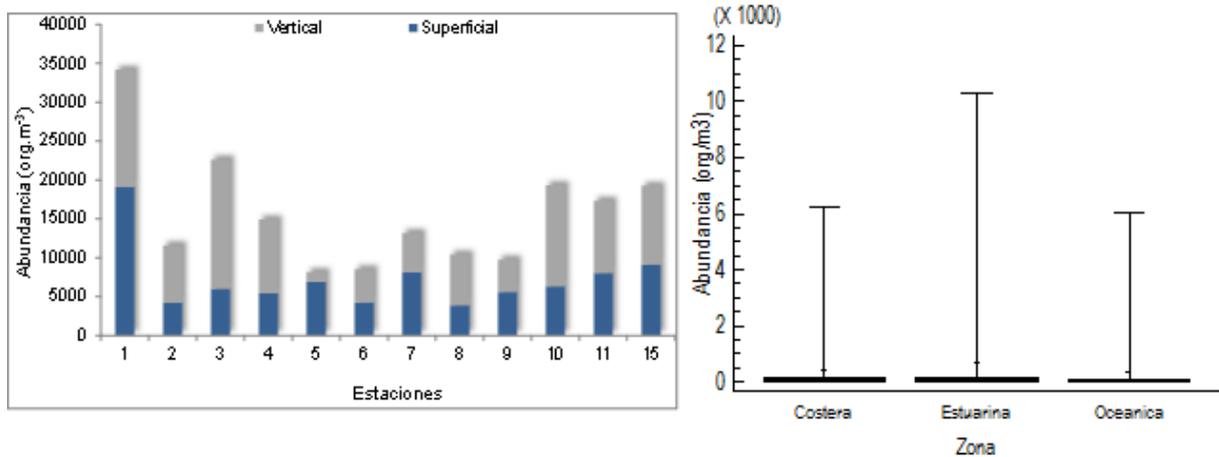


Figura 63. Distribución por estación y por ecosistema de la abundancia del zooplancton en el área de estudio, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Las densidades latitudinales del zooplancton permitieron definir zonas de variada productividad en la costa ecuatoriana. Las concentraciones más altas se registraron en la zona sur, principalmente, en estaciones situadas en el Golfo de Guayaquil tanto a nivel superficial y vertical con 43 860 y 55 015 org/m³, respectivamente, en esta misma zona, se presentaron las menores abundancias en Santa Elena (Figura 64).

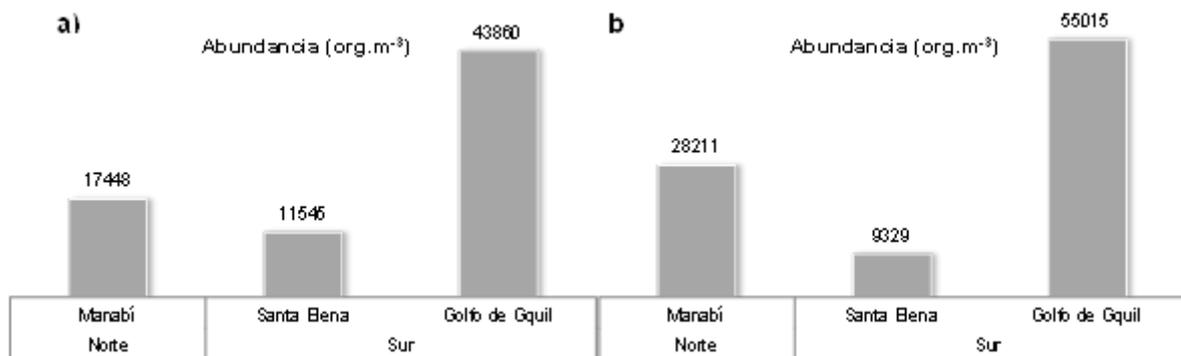


Figura 64. Distribución latitudinal de las densidades del zooplancton a) Superficie b) columna de agua, en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

En toda el área de estudio, la fauna planctónica estuvo compuesta por 23 taxa, siendo los hexanauplia la clase dominante (68 %), grupo constituidos principalmente por adultos y secundariamente por copepoditos y nauplios de los Orden calanoida, cyclopoida, harpacticoida y sessilia. Le siguieron en orden de importancia los branchiopodos, polycystina, malacostracas, sagittoidas y globothalamea que oscilaron entre el 2 y 4 %, pero en conjunto representaron el 25 % del total de zooplancton. Los Otros grupos estuvo compuesto entre 1 % (2 %) (Figura 65).

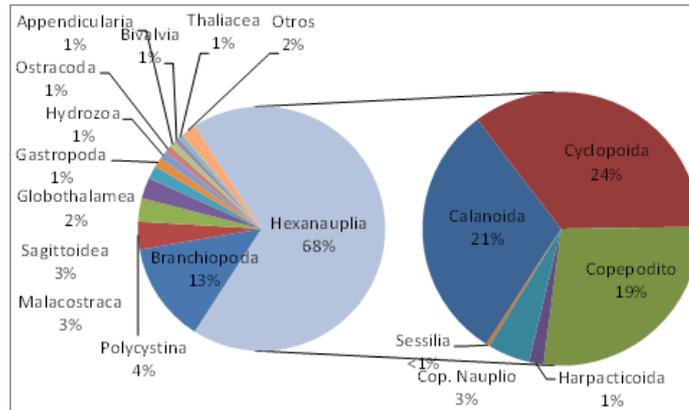


Figura 65. Composición porcentual de la fauna planctónica, en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Los copépodos calanoida representaron el 21% del total de organismos (Figura 66), se distinguieron especies que fueron más abundantes y frecuentes en función a su adaptabilidad en el medio y con preferencia de aguas neríticos-costeras de características tropicales como: *Paracalanus parvus*, *Canthocalanus pauper*, y otras influenciadas por agua de carácter oceánico como son: los *Acrocalanus* sp. También se observó los estadios juveniles o copepoditos de *Subeucalanus* sp. y *Paracalanus* sp., como así también la presencia bastante representativa de estadios naupliares en etapa I (figura 66).

Los cyclopoida constituyeron el 24% del zooplancton (figura 57), registraron concentraciones altas, destacándose entre ellos: *O. clevei*, *O. venusta*, *Ditrichocorycaeus amazonicus*, *D. andrewsi*, y *Oithona* sp. (Figura 66).

Los cladóceros, organismos eurihalinos que se asocian a aguas cálidas de poca profundidad fue el segundo grupo más numeroso (Figura 66). Siendo representados por dos especies epiplanctónica: *Evadne tergestina* y *Penilia avirostris*, esta última especie fue la más numerosa y frecuente en superficie y columna de agua, con mayores concentraciones en la capa vertical, especialmente en el Golfo de Guayaquil (est 1 y 3) (Figura 66). Pero estuvo ausente solamente en el veril 82° cuando las temperaturas estuvieron por debajo de los 21°C.

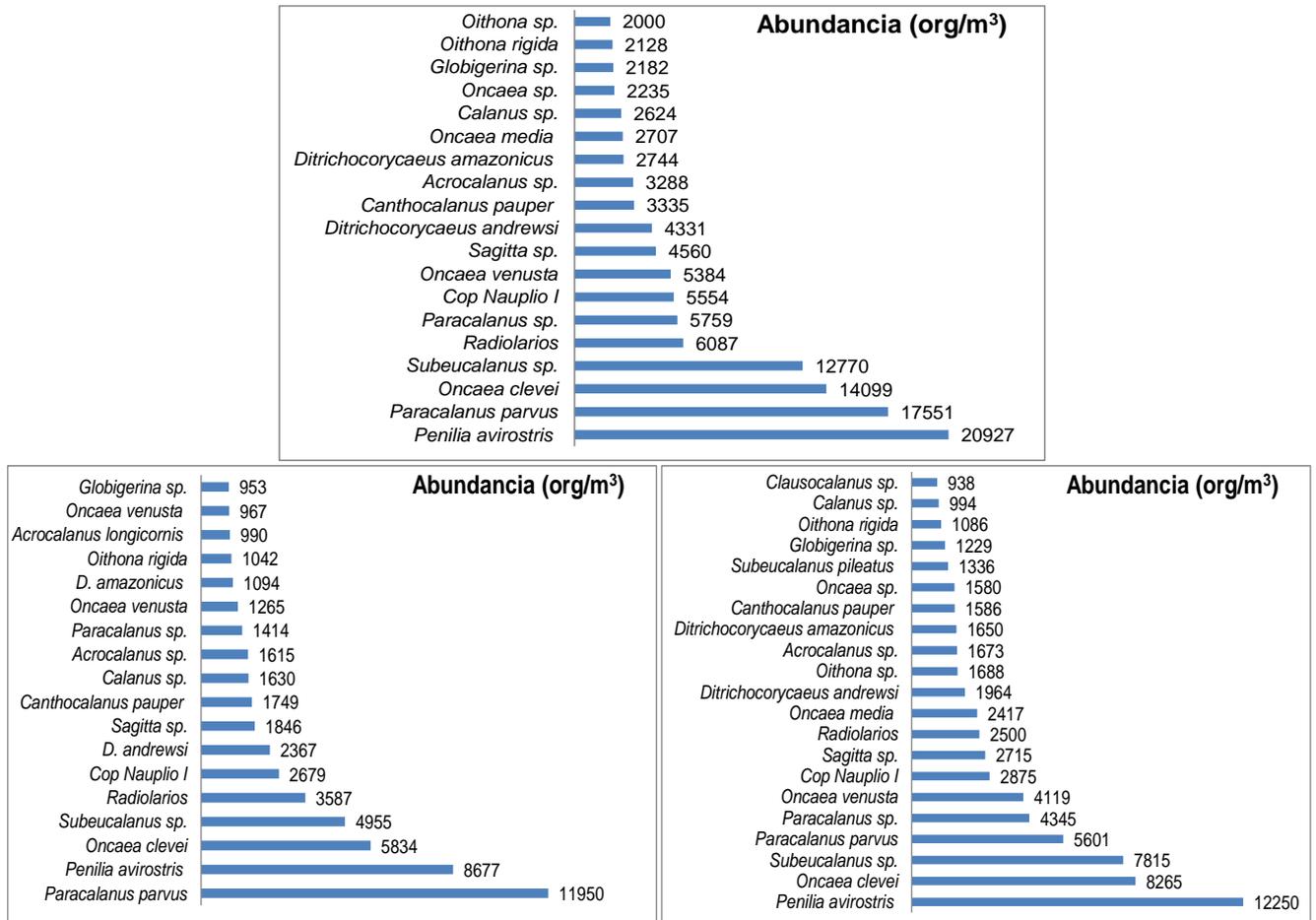


Figura 66. Especies más representativas de la fauna planctónica: a) general b) superficie c) columna de agua, en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Paracalanus parvus también fue una de las especies más representativas en toda el área de estudio y que contribuyó a la productividad del área, el mismo que registró tres picos una en la parte central, donde se observó la abundancia más alta, localizada al frente de Ayangué, la segunda en la zona sur Golfo de Guayaquil (est 3) y la última, zona norte (est. 11) frente a Canoa (Figura 67).

El copépodo cyclopoida *Oncaea clevei*, estuvo presente en todas las estaciones, presentando sus mayores abundancias en el Golfo de Guayaquil principalmente en las estaciones uno, tres y 15 (Figura 67).

Los copépodos inmaduros o copepoditos que estuvieron más frecuentes y con mayores concentraciones fueron los del orden calanoida como *Paracalanus sp.*, *Calanus sp.* y *Subeucalanus sp.*, siendo esta última la más abundante, concentrándose en la estación uno zona del Golfo de Guayaquil, su menor valor fue en la parte central, frente a Puerto Chanduy (est 6).

Otro grupo que también se presentó constante fueron los copépodos en estadio naupliar I, con pequeños núcleos en las estaciones uno y cuatro, pertenecientes al Golfo de Guayaquil (Figura 67).

Entre los organismos gelatinosos más numerosos estuvieron presentes las *Sagittas sp.* y *Oikopleura sp.*, presentándose en mayor número en las estaciones del Golfo de Guayaquil (est 1, 3, 4 y 15) y frente a Canoa (est 11).

Los foraminíferos fueron abundantes en la zona norte provincia de Manabí en las estaciones 10 y 11

frente a Canoa. Siendo *Globigerina* sp., la especie más frecuente y numerosa principalmente en la estación 11 en el estrato vertical.

Mientras que en la zona sur principalmente en el área del Golfo se concentran la mayor cantidad de hidrozoo siendo *Aglaura* sp., la más representativa y le siguió el siphonóforo *Dyphies* sp. Asimismo, se observaron a los gasterópodos, siendo abundantes en la parte sur principalmente en la estación uno (Golfo de Guayaquil), mientras en la zona norte se agruparon en las estaciones 10 y 11.

Dentro de los Actinopterygii, los huevos de peces fueron los más numerosos con mayor número en la estación cuatro ubicado en el Golfo de Guayaquil, mientras que las larvas de peces se concentraron mayoritariamente en las estaciones uno y 10.

Los bivalvos estuvieron presentes en siete estaciones con máximos valores en las localidades ubicadas en Ayangue (est.7) y Puerto López (est. 8).

Además, se observó un porcentaje mínimo de copépodos bentónicos (harpacticoidas), representados por *Euterpina acutifrons*, *Clytemnestra scutellata*, y *Microsetella rosea* que representaron el 1 % de la biomasa total (figura 58). Asimismo, se registró una gran cantidad de huevos de invertebrados en todo el área de estudio, lo que nos indicaría una buena producción de organismos de invertebrados y alimento para los siguientes niveles tróficos, con parches de abundancia en el Golfo de Guayaquil y en la zona norte provincia de Manabí y principalmente en la estación 10 frente a Canoa sin embargo no se lo consideró dentro de los grupos, por presentar un elevado número, el cual nos daría valores sesgados que no reflejaría la biodiversidad planctónica presente.

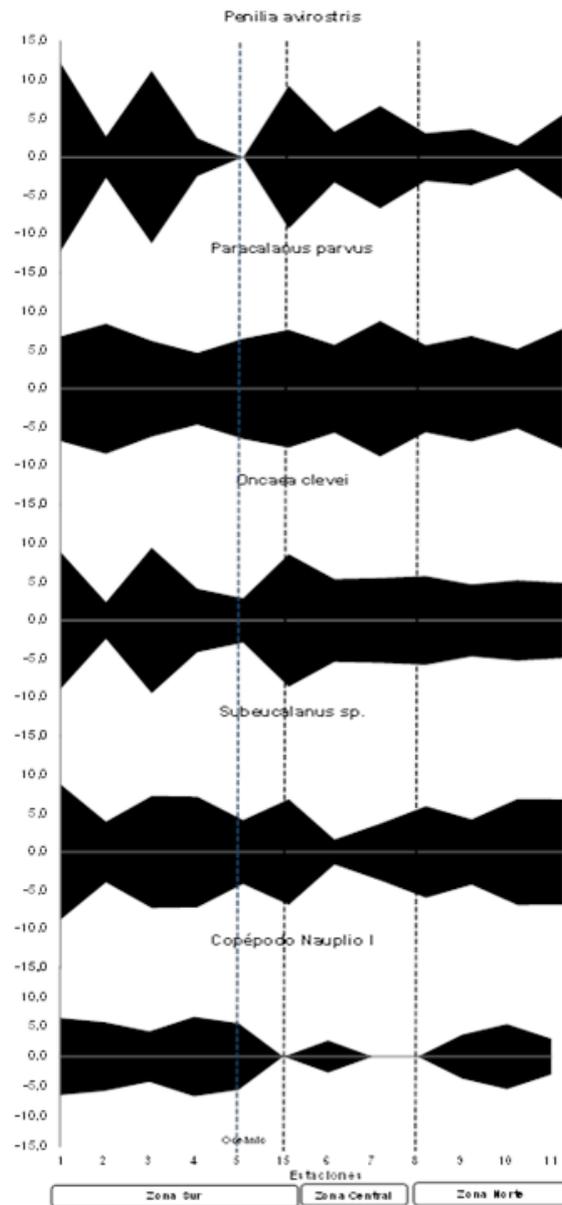


Figura 67. Frecuencia de ocurrencia de la principales especies más abundantes de la fauna planctónica, en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.9.3 Veril 81°

Dentro del veril de los 81°, la densidad promedio total del zooplancton fue de 454 org/m³ (±91,8). El mayor registro se presentó en la estación tres con 781 org/m³ ((±389,5), ubicado en el Golfo de Guayaquil. Las menores concentraciones se observaron en la zona sur estación seis (Pto Chanduy) y norte estación nueve (Cabo San Lorenzo) con 291 y 289 org/m³, respectivamente (Figura 68).

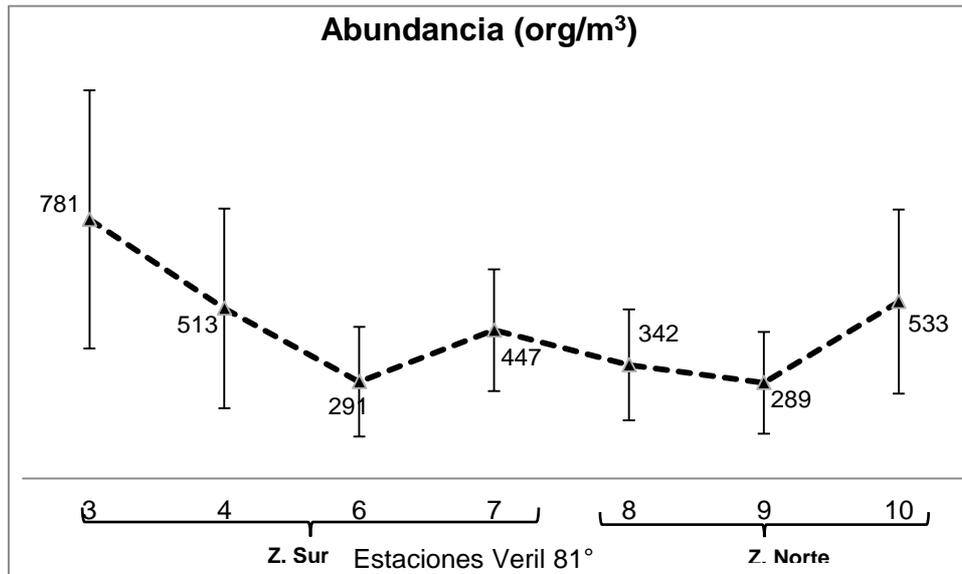


Figura 68. Abundancia de la fauna planctónica en el Veril de los 81°, en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.9.4 Golfo de Guayaquil (Zona Sur)

Las densidades zooplanctónicas en esta área fueron relativamente altas, incluso se encuentra la estación con mayor concentración que correspondió a la estación uno, tanto en superficie como en la columna de agua, cuando la temperatura fue de 23,5°C (Figura 69). Presentó valores promedios de 554 org/m³ en el nivel superficial y de 804 org/m³ en el vertical. Los menores registros se presentaron en las estaciones dos y cuatro. La comparación de las medias por el método de Kruskal-Wallis arrojó que no existen diferencias significativas (K-W= 4,84 (S); K-W= 4,17 (V); p>0,05) entre estaciones tanto en superficie como en la columna de agua.

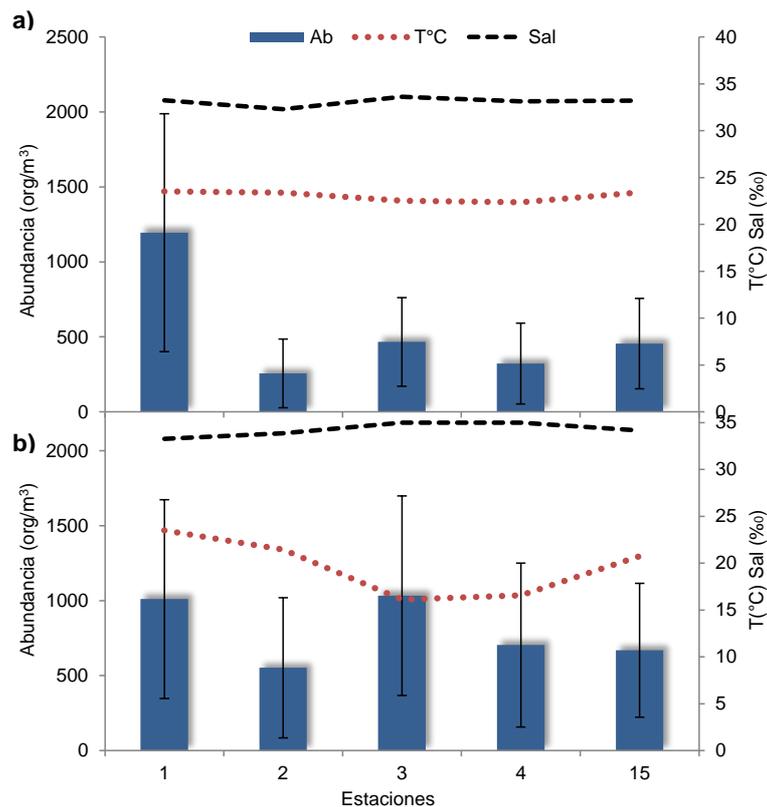


Figura 69. Abundancia de la fauna planctónica en el Golfo de Guayaquil con respecto a la temperatura y salinidad a) superficie b) columna de agua, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

La fauna planctónica estuvo conformada por un total de 17 taxa en superficie y 16 en el estrato vertical. El grupo de los hexanauplia con los branchiopodos conformaron el 93 y 88 % de la abundancia total en esta zona tanto en superficie como en la columna de agua, respectivamente. Dentro del grupo de los hexanauplia, los copépodos cyclopoida contribuyeron mayoritariamente en la zona del Golfo, junto con los cladóceros, le siguieron los copépodos calanoida, además hubo una gran aportación de estadios juveniles de copépodos o copepoditos en los dos niveles (Figura 70).

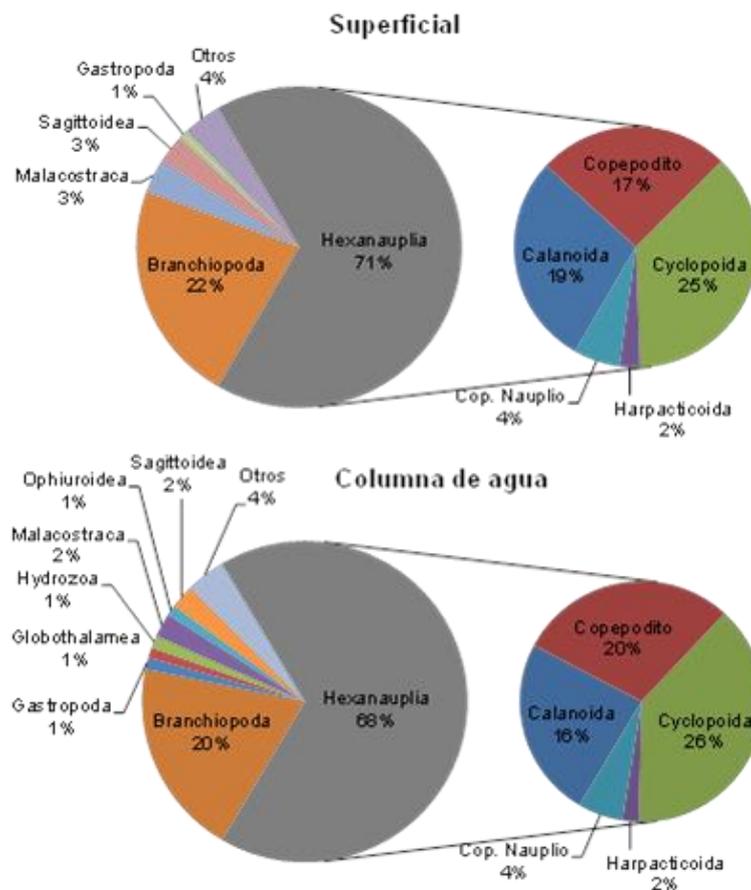


Figura 70. Composición porcentual de la fauna planctónica en el Golfo de Guayaquil, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/2022).

Penilia avirostris fue la especie dominante en la zona del Golfo, principalmente en las estaciones uno, tres y 15. En el caso de los copépodos *Oncaea clevei* fue la especie que estuvo presente mayoritariamente en las mismas estaciones. Mientras que el calanoida *Subeucalanus* sp, fue abundante en la estación uno con mayor presencia en la columna de agua. *Paracalanus parvus* presentó núcleo de abundancia en la columna de agua principalmente en las estaciones dos y 15. El restos de organismos estuvieron por debajo de los 2000 org/m³ (Figura 71).

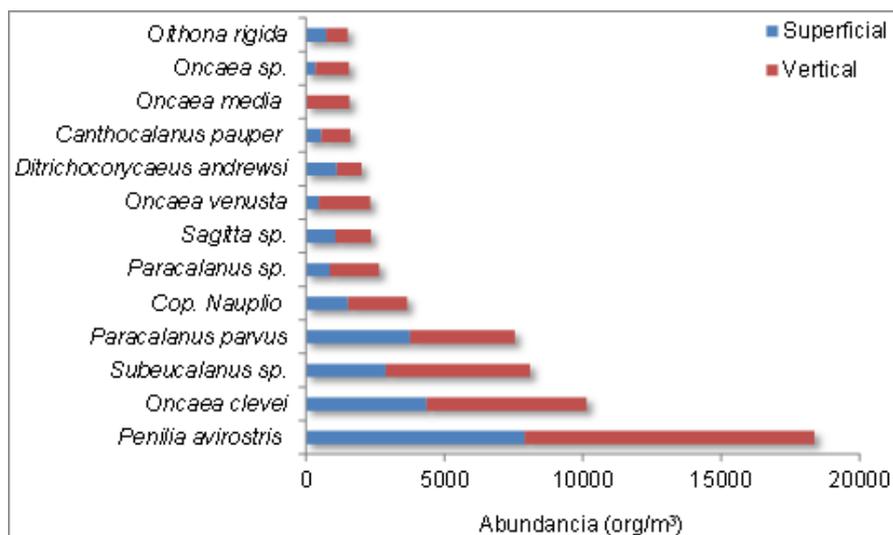


Figura 71. Especies más representativas de la fauna planctónica en el Golfo de Guayaquil, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Con relación al índice de diversidad de Shannon-Wiener, los valores fueron muy similares, es decir no se observaron variaciones espaciales y oscilaron en un intervalo entre 3,7 y 5,1 bits/org, siendo valores altos lo que nos indica la gran variedad de organismos zooplanctónicos presentes en esta zona (tabla 12).

Tabla 12. Índice de Diversidad de la fauna planctónica en el Golfo de Guayaquil, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Bits/org	Estaciones				
	1	2	3	4	15
Superficial	4,2	3,7	4,0	4,7	3,9
Vertical	4,3	4,7	3,8	5,1	4,3

3.9.5 Santa Elena (Zona Sur)

La abundancia en la estación seis localizada en Pto. Chanduy, presentó una media de 284 ± 245 org/m³ (superficie), 298 ± 233 org/m³ (columna de agua), seguida por la estación siete ubicada en Ayangue con 539 ± 333 org/m³ (superficie), 356 ± 166 org/m³ (columna de agua) (Figura 72). Cuando la temperatura estuvo por encima de los 23°C, las densidades zooplanctónicas en Ayangue fueron más altas. Las dos zonas mostraron patrones estacionales diferentes aunque en general, no presentaron diferencia significativas (K-W= 0,015 (S); K-W= 2,93 (V); p>0,05).

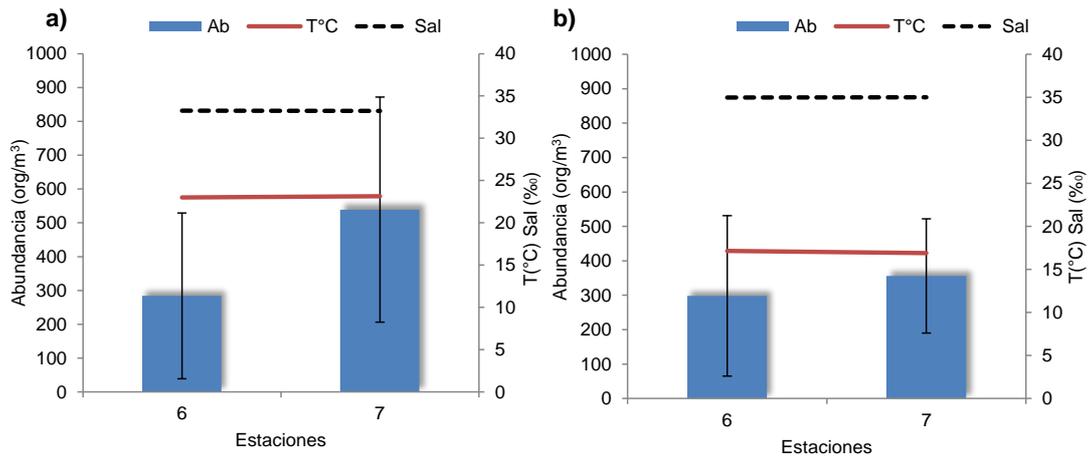


Figura 72. Abundancia de la fauna planctónica en los alrededores de la Península de Santa Elena con respecto a la temperatura y salinidad a) superficie b) columna de agua, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

El zooplancton estuvo representado por 18 taxa en superficie y 16 en la columna de agua, distribuidas en 31 y 28 órdenes respectivamente. Hexanauplia fue el grupo taxonómico más representativo con el 68 y 60 % en el estrato superficial y vertical y de los cuales destacan los copépodos calanoidas en superficie y los estadios de copepodito con los cyclopoida en la columna de agua (Figura 73).

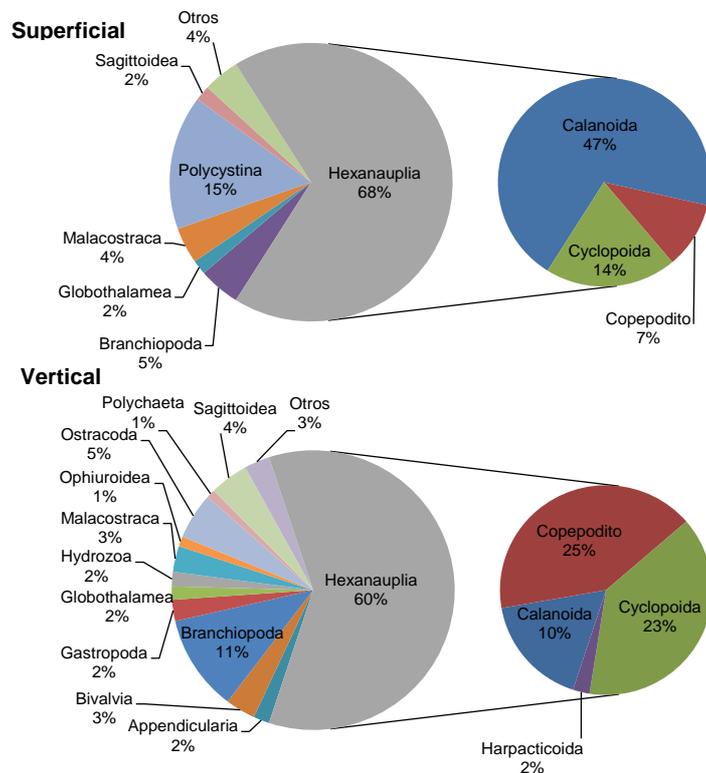


Figura 73. Composición porcentual de la fauna planctónica en los alrededores de la Península de Santa Elena, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

En esta zona destacaron por su abundancia la especie *Paracalanus parvus* y los radiolarios, presentándose ambas únicamente en la capa superior, con el mayor núcleo en la localidad de Ayangue (estación 7), mientras que el copepodito *Paracalanus sp.*, estuvo distribuido mayoritariamente en la columna de agua principalmente en la zona de Pto. Chanduy. La presencia del cladóceros *Penilia avirostris* fue notorio también en la capa vertical frente a las costas de Ayangue (figura 74). En tanto que el copépodo cyclopoida *Oncaea clevei*, estuvo presente en ambos niveles con cantidades significativas en las localidades de Ayangue y Pto. Chanduy. Las demás especies estuvieron en total por debajo de los 1000 org/m³ (Figura 74).

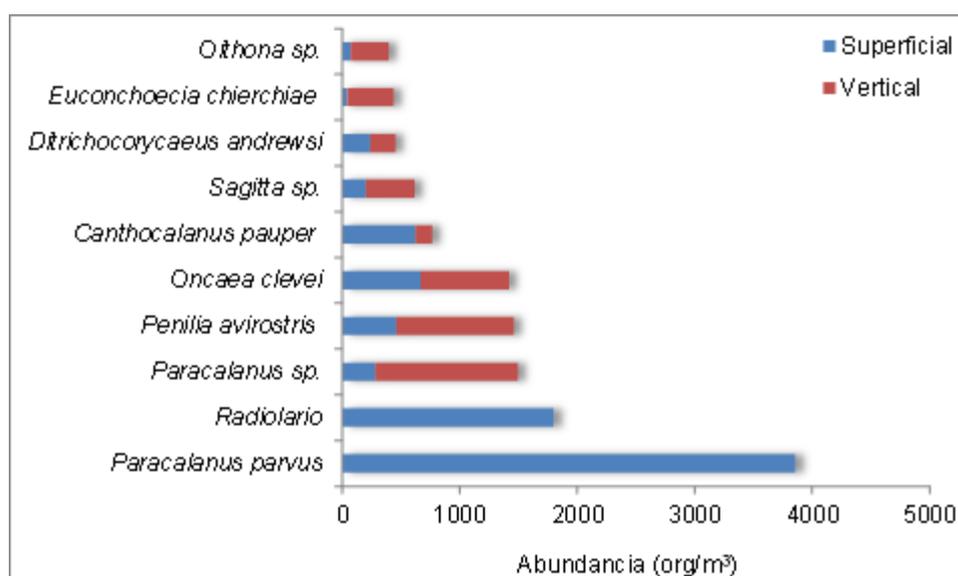


Figura 74. Especies más representativas de la fauna planctónica en los alrededores de la Península de Santa Elena, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Con relación a la diversidad en esta zona, se registró un promedio de 4,4 bits.org⁻¹ con un valor máximo de 4,9 bits.org⁻¹ tanto en el nivel superficial como en la columna de agua, mientras que en Ayangue se presentó un valor mínimo de 3,0 bits.org⁻¹ en la superficie (tabla 13).

Tabla 13. Índice de Diversidad de la fauna planctónica en los alrededores de la península de Santa Elena, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Bits/org	Estaciones	
	6	7
Superficial	4,9	3,0
Vertical	4,8	4,9

3.9.6 Manabí (Zona Norte)

El zooplancton estuvo distribuido en mayor cantidad en la columna de agua con temperaturas que oscilaron entre 16,4-16,9°C. Se registró sus máximas concentraciones en las estaciones que corresponden alrededor de las costas de Canoa (estaciones 10 y 11), mientras que Puerto López y Cabo San Lorenzo fueron inferiores con densidades similares. Sin embargo, no presentaron diferencias significativas entre estaciones (K-W= 0,53 (S); K-W= 3,16 (V); p>0,05) (Figura 75).

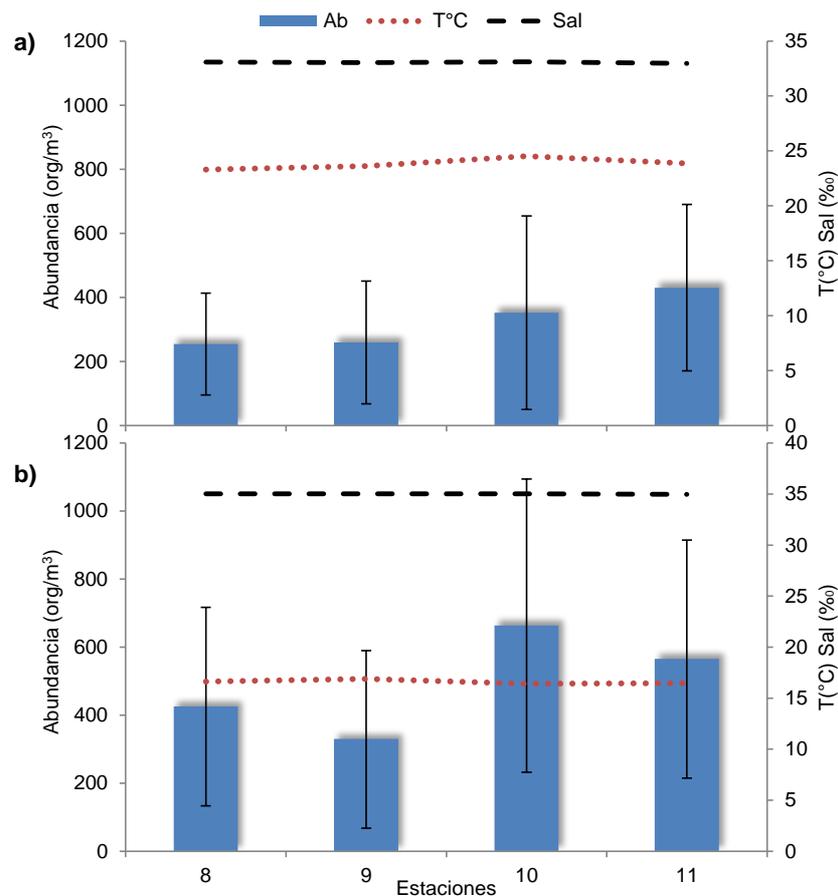


Figura 75. Abundancia de la fauna planctónica en los alrededores de la provincia de Manabí con respecto a la temperatura y salinidad a) superficie b) columna de agua, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

La fauna planctónica estuvo compuesta por 18 taxa tanto en superficie como en la columna de agua, siendo la clase de mayor variedad y abundancia los hexanauplia (69%), con dominancia de copépodos calanoida en el nivel superficial (31 %), mientras que en la columna de agua fueron los cyclopoidas (25 %) y estadios juveniles de copépodos o copepodito (22 %), siguiéndo los polycistina (radiolarios), malacostraca (decápodos-eufásidos) y branchiopodos (cladóceros), sagittoideas y globothalameas (foraminíferos) con porcentajes que oscilaron entre 4 y 3 % (Figura 76).

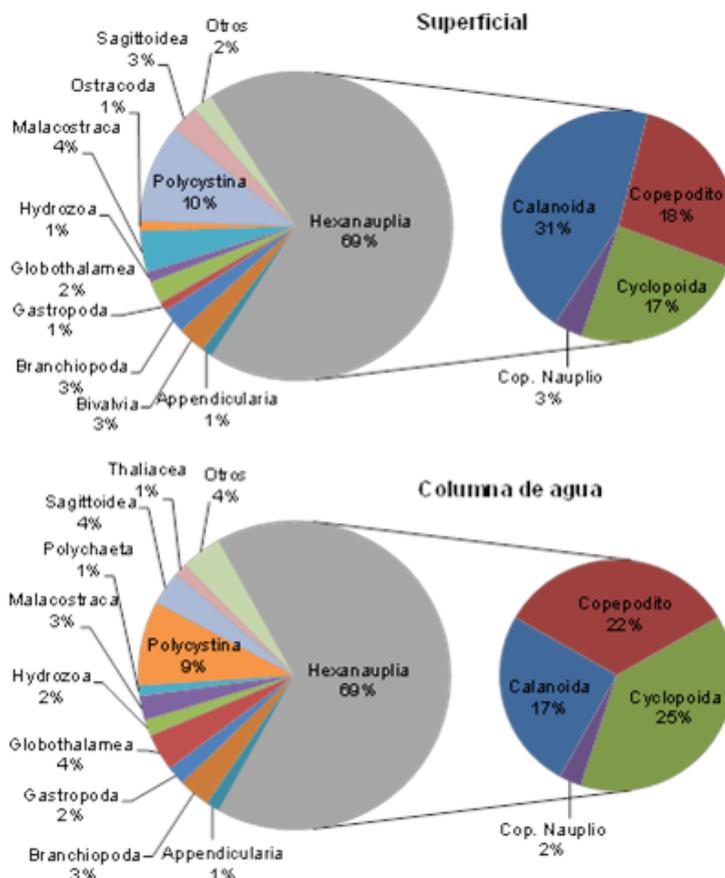


Figura 76. Composición porcentual de la fauna planctónica en los alrededores de la provincia de Manabí, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Las primeras 15 especies más abundantes y frecuentes en las estaciones ubicadas al norte de Manabí se encontró a *Paracalanus parvus*, cuyas concentraciones se distribuyeron mayormente en el estrato superficial (Figura 77), principalmente en las estaciones ubicadas al frente del cabo San Lorenzo (est. 9) y Canoa (est.11); los radiolarios estuvieron solamente presentes y muy abundantes en los alrededores de las costas de Canoa (estaciones 10 y 11).

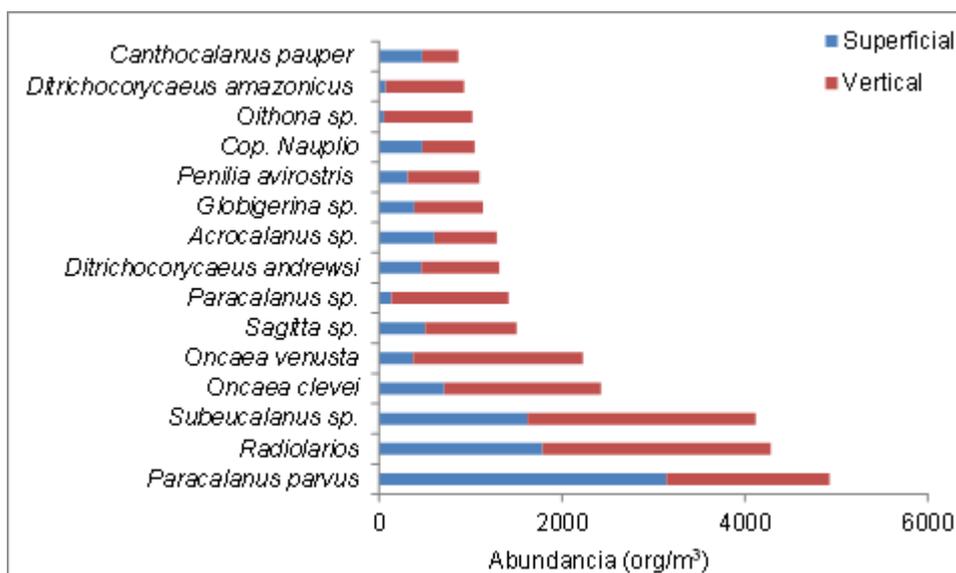


Figura 77. Especies más representativas de la fauna planctónica en los alrededores de la provincia de Manabí, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

La diversidad promedio para esta zona fue de 4,7 bit/org, por lo que fueron superiores a 4,0 bits/org, a excepción de la estación 11 ubicada al frente de las costas de Canoa que registró el valor más bajo de 3,8 bits/org. El valor más alto fue de 5,2 bit/org y se observó en la estación ocho en la columna de agua (tabla 14).

Tabla 14. Índice de Diversidad de la fauna planctónica en los alrededores de la provincia de Manabí, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Bits/org	Estaciones			
	8	9	10	11
Superficial	4,7	4,9	4,6	3,8
Vertical	5,2	4,9	4,6	4,8

3.9.7 Punto de Referencia (Veril 82°)

En esta localidad ubicada en la zona sur del veril 82°, la estación cinco presentó una abundancia promedio de 376 org/m³, con la mayor abundancia en el nivel superficial de 673 org/m³, cuya temperatura fue de 20,7°C y salinidad de 34,4 ppm (Figura 78). Se observaron diferencias significativas entre estratos (p<0,05).

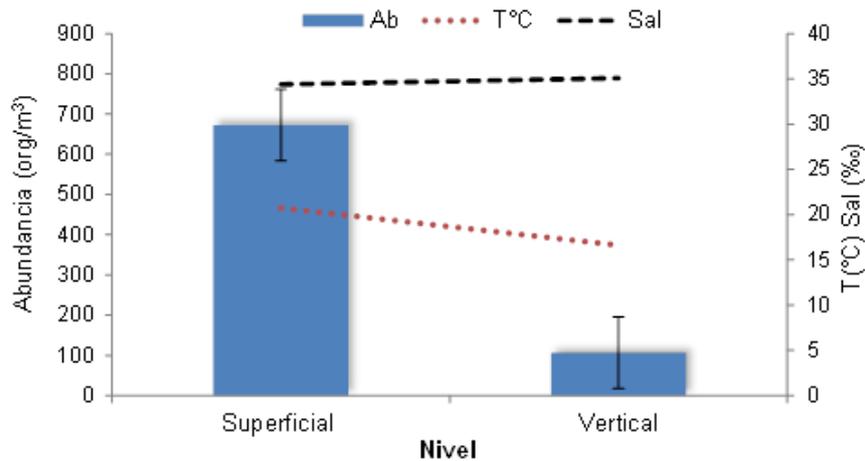


Figura 78. Abundancia de la fauna planctónica en el Veril 82° en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Se presentaron 10 taxa en el nivel superficial y 11 en la columna de agua, en ambos estratos la clase hexanauplia dominó con más del 80 % de la abundancia total, destacándose entre ellos los copépodos cyclopoida principalmente en la columna de agua. Los malacostracas y globothalamea fueron los grupos que también registraron las mayores concentraciones, que oscilaron entre 3 y 4 % (Figura 79).

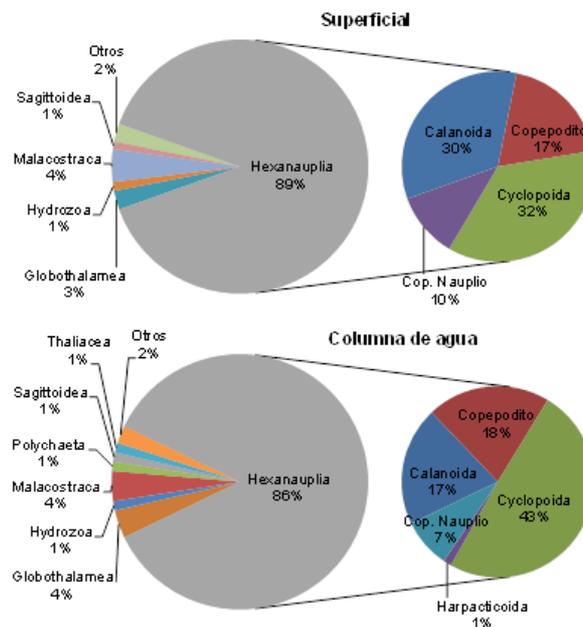


Figura 79. Composición porcentual de la fauna planctónica en el Veril 82° en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

De los organismos identificados, se observaron abundantes a los copépodos *Paracalanus parvus* en el sustrato superficial y *Oncaea venusta* en el vertical. En cuanto al estadio naupliar de los copépodos se los observó en mayor número en superficie, mientras que *Ditrichocorycaeus andrewsi* y *Acrocalanus longicornis* estuvieron presentes solo en superficie. Las demás especies estuvieron por

debajo de los 200 org/m³ (Figura 80).

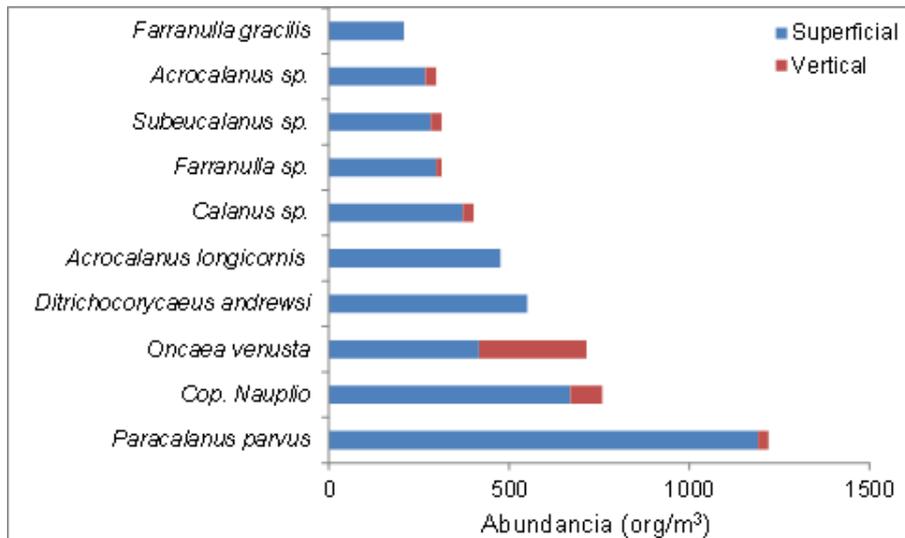


Figura 80. Especies más representativas de la fauna planctónica en el Veril 82° en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Presentó una diversidad promedio de 4,6 bits/org), valor alto lo que nos indica la gran variedad de especies presentes en esta zona, constituidas por especies marinas y costeras (Tabla 15)

Tabla 15. Índice de Diversidad de la fauna planctónica en el Veril 82° en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Bits/org	Estación
	5
Superficial	4,5
Vertical	4,7

3.9.8 Análisis de Componente Canónica (ACC)

Superficial

El ACC del nivel superficial reflejó una varianza acumulada del 78,31 % de la variabilidad de los datos a través del eje canónico 1 (CC1, 41,9 %) y el eje canónico 2 (CC2, 36,41 %), mostrando una relación significativa entre la densidad zooplanctónica y las variables ambientales (temperatura-salinidad). El componente 1 presentó una relación significativa positiva entre la temperatura con el grupo de los radiolarios, sagittas, Copépodo calanoida *Clausocalanus furcatus* y el cladóceros *Penilia avirostris* (influencia costera), e inversa con los copépodos *Paracalanus parvus*, *Subeucalanus sp.*, *Oncaea clevei*, *Acrocalanus sp.*, y *Canthocalanus pauper* (influencia estuarina). En tanto que el eje canónico 2 se relacionó negativamente con la salinidad (influencia oceánica), asociándose con el foraminífero *Globigerina sp* y el copépodo cyclopoida *D. andrewsi*, (Figura81).

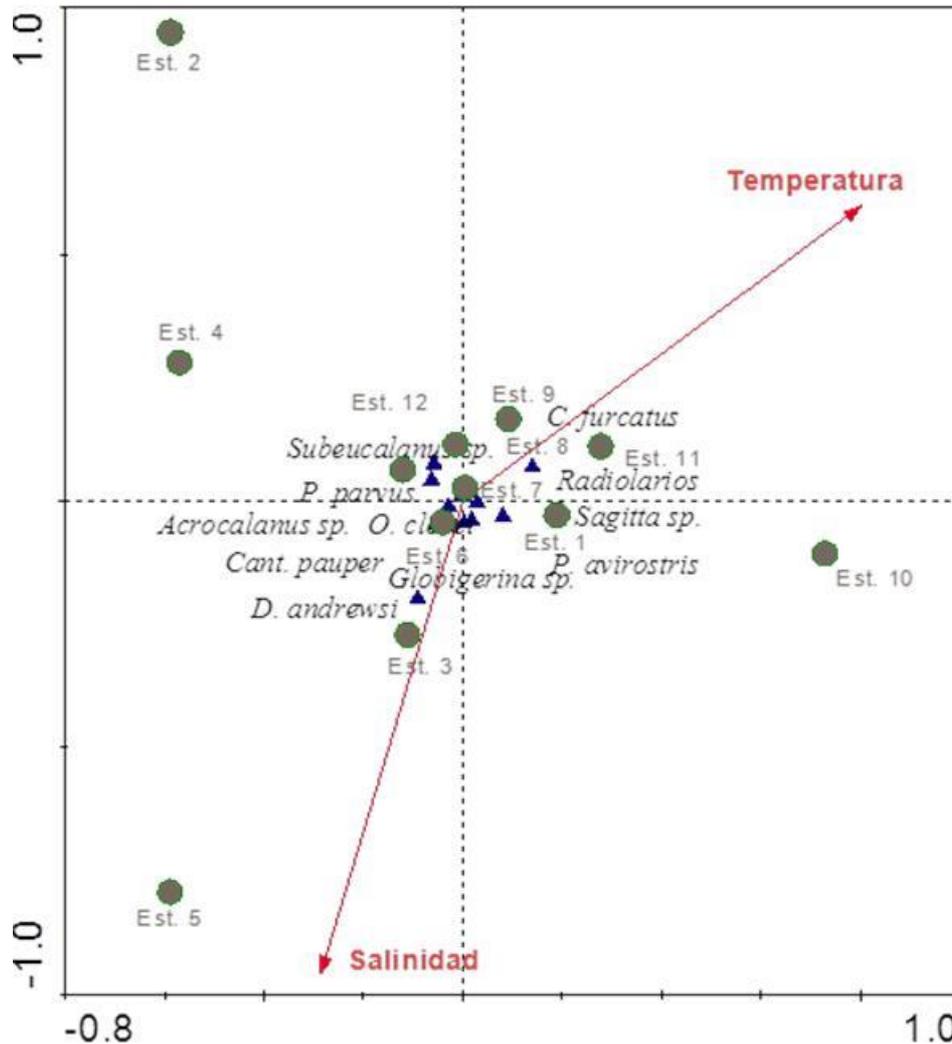


Figura 81. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes con los factores ambientales y las especies más representativas de la fauna planctónica en el nivel superficial en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.9.9 Vertical

En el caso de las especies del zooplancton, el ACC mostró una varianza acumulada del 85,5 % en la relación especies-ambiente, observándose que en las estaciones uno y dos correspondientes al Golfo de Guayaquil se encontraron especies como los copépodos juveniles de *Paracalanus* sp., *Subeucalanus* sp., que se correlacionaron con la temperatura, mientras que en las estaciones de la zona norte donde se registró especies como *Paracalanus parvus*, Radiolarios, *Sagittas* sp., *Oncaea clevei* y *O. venusta*, se asociaron de manera inversa con la salinidad (figura 82).

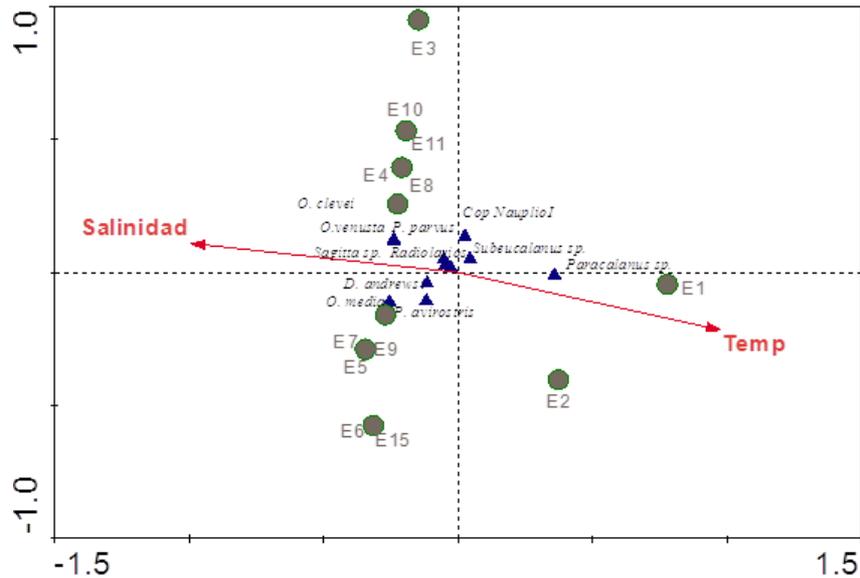


Figura 82. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes con los factores ambientales y las especies más representativas de la fauna planctónica en el nivel vertical en la zona costera, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10 ICTIOPLANCTON

3.10.1 ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL ICTIOPLANCTON

Durante junio – julio 2022 se colectaron un total de 485 749 huevos, 1 742 prelarvas y 231 080 larvas.10m⁻², a lo largo de la costa ecuatoriana. Las estaciones ubicadas alrededor del Golfo de Guayaquil fueron las que registraron la mayor abundancia de organismos ictioplanctónicos con 589 233 organismos, seguido con Manabí con 88 780, en tanto que en Santa Elena se registró bajas cantidades 40 557 org.10m⁻² (Figura 83).

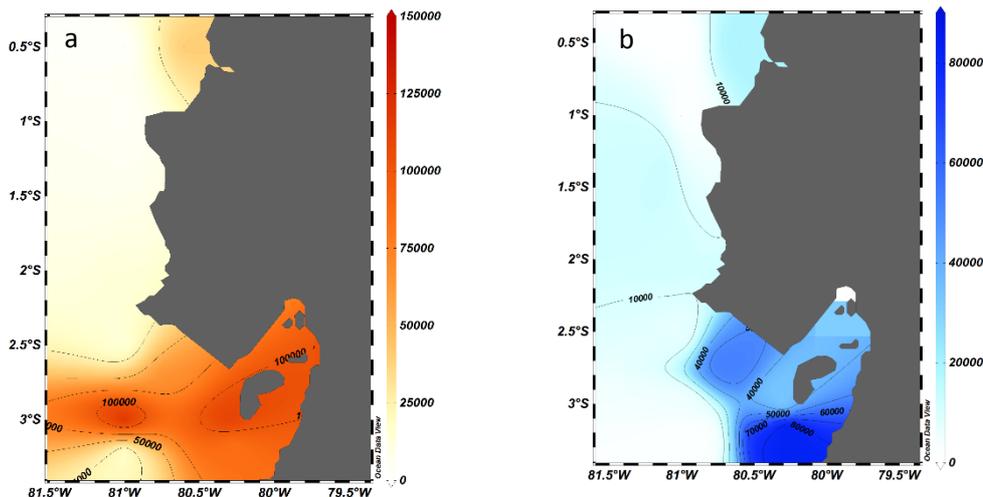


Figura 83. Áreas de concentración de huevos (izquierda) y larvas (derecha) de peces, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.2 DENSIDAD ICTIOPLANCTONICA

Del total de organismos colectados, se identificaron 22 órdenes, 58 familias, que pertenecen a organismos en diversos estados de desarrollo ontogenéticos (huevos, prelarvas y larvas de peces), que al analizarlos por zonas de muestreo se pudo evidenciar que para huevos de peces existieron diferencias estadísticamente significativas, puesto que el valor de p fue inferior a 0,05, asimismo al analizar las medias por zonas de muestreo estas registraron características significativamente diferentes unas de otras. En tanto que, para el estadio de prelarvas el $p=0,17$ fue superior al 0,05 por lo que no registró diferencia estadísticamente significativa entre las zonas muestreadas. No obstante, para larvas de peces se obtuvo un $p=0,44$ siendo superior al rango medio, y se pudo observar que no hay diferencia significativa (Figura 84).

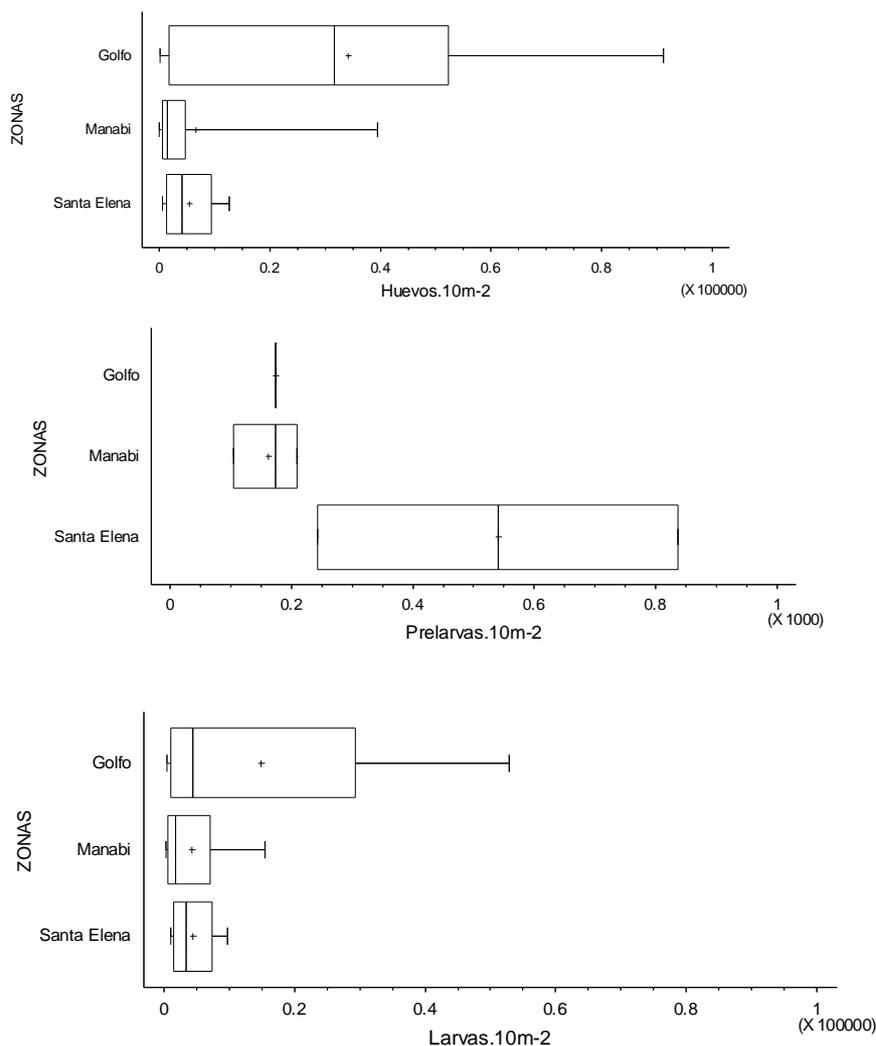


Figura 84. Densidades ictioplanctónicas por zonas de muestreo, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Así también, se analizó la mayor abundancia de organismos a través del hábitat de los adultos, se pudo comprobar que el máximo número de organismos correspondió a especies de hábitat mesopelágico, los mismos que fueron encontradas en el sur del Golfo de Guayaquil; en esta misma zona se registró el mayor número de especies de larvas de peces las que correspondieron al hábitat pelágicos costeros (Figura 85).

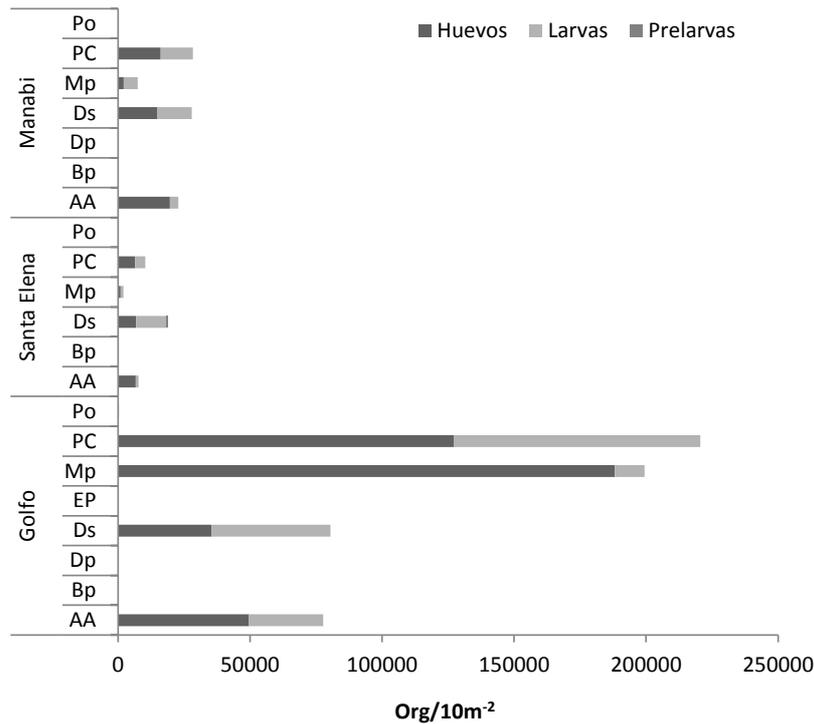


Figura 85. Abundancia de taxones característicos de distintos hábitats durante la fase adulta, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.3 ARRASTRE HORIZONTAL

COMPOSICIÓN

Fueron colectados un total de 276 282 huevos, 1 010 organismos en estadio de prelarvas y 129 303 larvas.10m⁻², los cuales se encontraron distribuidos en:

En el Golfo de Guayaquil se obtuvieron 201 603 huevos y 87 317 larvas.10m⁻², de los cuales se identificaron 10 órdenes, 16 Familias, 15 especies y 8 géneros en huevos de peces. Mientras que en larvas se obtuvieron 16 órdenes, 33 familias, 8 géneros y 26 especies.

En Santa Elena, fueron colectados 18 885 huevos, 836 organismos en estadio de prelarvas y 14 739 larvas.10m⁻². De estos, se identificaron en la etapa de huevos; 6 órdenes, 6 familias, 3 especies y 3 géneros. Para larvas 9 órdenes, 19 familias, 23 especies, 2 géneros y un grupo como tipos.

Para la zona de Manabí se obtuvieron 46 794 huevos, 174 prelarvas y 27 247 larvas.10m⁻², de los que se identificaron 6 órdenes, 6 familias, 46 especies, 20 géneros y tres grupos asignados como tipos. En tanto que para larvas se cuantificaron 12 ordenes, 32 familias, 1 género, 36 especies y 3 grupos como tipos.

ABUNDANCIA

En lo que respecta a la abundancia colectada a lo largo de la costa ecuatoriana, se pudo evidenciar que en el Golfo de Guayaquil se registró un núcleo de máxima abundancia ictioplanctónica, área donde se registró temperaturas que oscilaron entre 21 y 23,9°C. La mayor abundancia del estadio de huevos se presentó en la estación cuatro con 83 589 huevos.10m⁻², mientras que, en las estaciones uno, dos y 15 las abundancias fueron menores (28 258, 34 983 y 51 045 huevos.10m⁻², respectivamente), en tanto que las mínimas densidades se presentaron en las estaciones tres y cinco

2 753 y 976 huevos.10m⁻², respectivamente (Figura 86).

Para el grupo de las larvas de peces la máxima abundancia se registró en la estación 15 con 44 564 larvas.10m⁻², seguido de la estación 2 con 32 753 larvas.10m⁻², en tanto que, el resto de la estaciones registraron valores bajos (Figura 86)

En las estaciones ubicadas en zonas adyacentes a la Península de Santa Elena se registró un promedio de 23°C de la temperatura superficial del mar, mientras que el mayor número de organismo se pudo observar en la estación siete tanto en el estadio de huevos como de larvas con valores de 12 683 huevos.10m⁻² y 9 797 larvas.10m⁻² (Figura 86).

En la zona de Manabí la temperatura superficial del mar fluctuó entre 23,2 a 24,6°C, no obstante, la estación más abundante y diversa fue la 11, tanto en huevos como en larvas de peces con 3 589 huevo.10m⁻², y 3 310 larvas.10m⁻², seguida de la estación 8 y 9, mientras que, con menor abundancia de organismos se registró a la estación 10 (Figura 86).

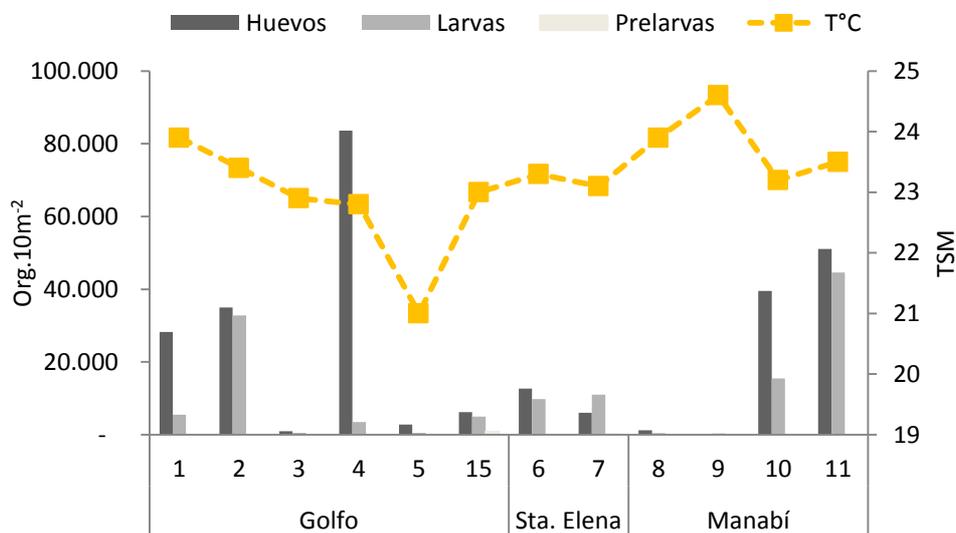


Figura 86. Abundancia y distribución de huevos y larvas de peces a nivel superficial, con relación con la TSM, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.4 DISTRIBUCION DE ESPECIES DOMINANTES

Vinciguerrria lucetia fue la especie considerada muy abundante, durante todo el crucero, la cual fue identificada como abundante y dominante en la estación cuatro (Golfo de Guayaquil), en estadio inicial de huevos de peces, con 82 822 huevos.10m⁻². Esta especie también fue registrada en estadio larval en 5 estaciones, de las cuales la mayor abundancia se registró en la estación dos con 941 larvas.10m⁻², en estadio de preflexión (Figura 87).

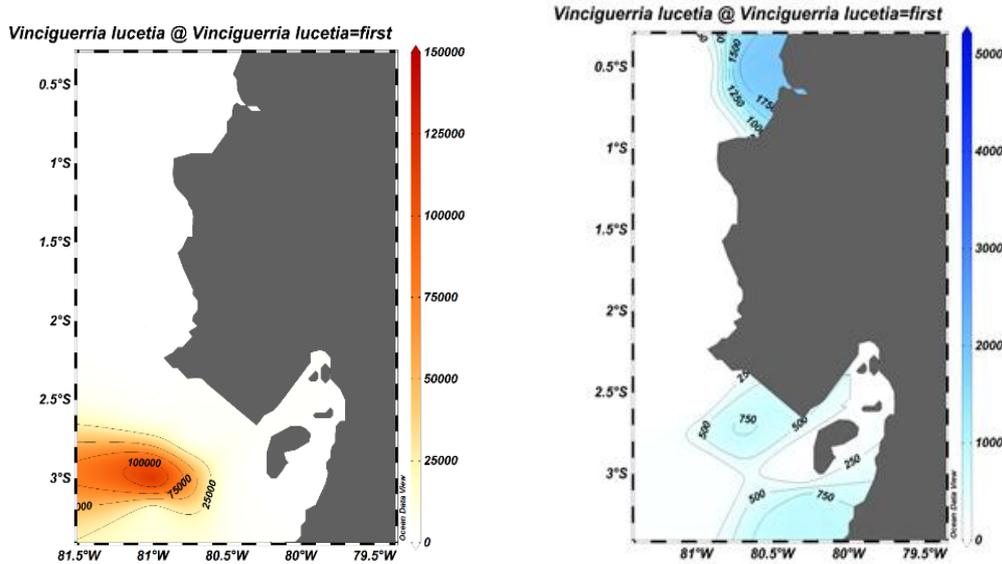


Figura 87. Abundancia de huevos (izquierda) y larvas (derecha) de peces, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.5 ESPECIES PELÁGICAS

Cetengraulis mysticetus, fue la especie con mayor densidad en lo que respecta a huevos de peces, los mismos que fueron reportados solo en tres estaciones 1, 7 y 15, con máxima abundancia en esta ultima estación registrando en estadios inicial con 29 059 huevos.10m⁻². Mientras que, el estadio larval fue identificado en 9 de las 12 estaciones monitoreadas (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 15), evidenciandose que el mayor numero de estos organismos se registraron en estadio de preflexion en la estacion 15 con 10 906 larvas.10m⁻², (Figura 88).

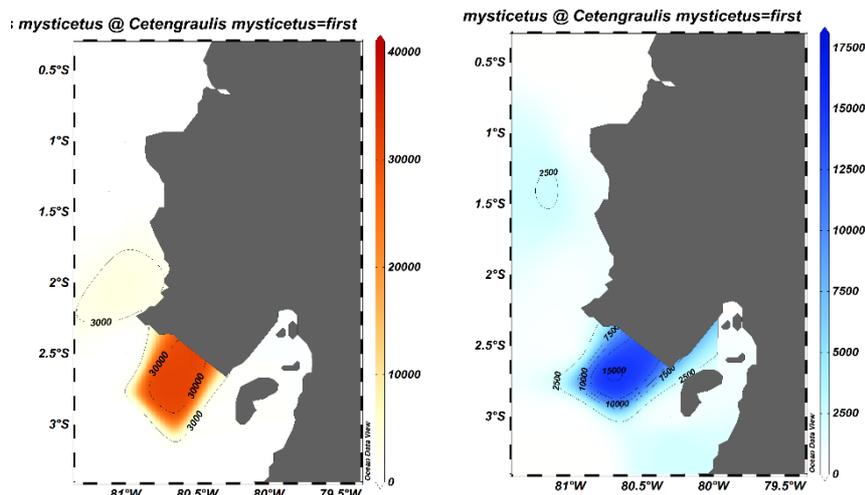


Figura 88. Abundancia de huevos (izquierda) y larvas (derecha) de peces, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Siguiendo el orden de abundancia, *Etrumeus acuminatus* fue identificada solo en estadio de huevos en estado inicial y medio, esta especie estuvo presente en 9 de las 12 estaciones muestreadas, evidenciandose abundancia en el Golfo de Guayaquil en la estación 1 en fase media de desarrollo

con 18 850 huevos.10m⁻², (Figura 89).

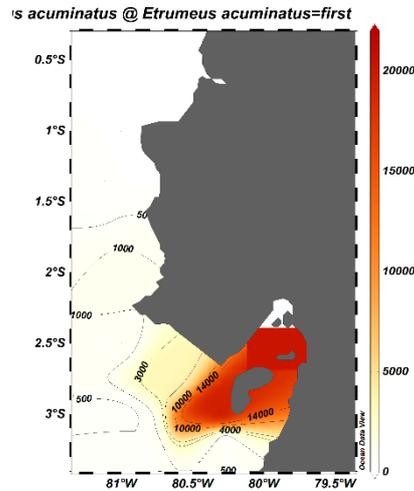


Figura 89. Abundancia de huevos de peces de *Etrumeus acuminatus*, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Otra especie también identificada fue *Engraulis* sp., organismo de interes comercial que fue registrada solo en la estacion 11, en estado de huevecillos con 10 488 huevos.10m⁻². Mientras que, en estado larval fue minima su presencia con 662 larvas.10m⁻² en estado de preflexión solo en la estacion 7 (Figura 90).

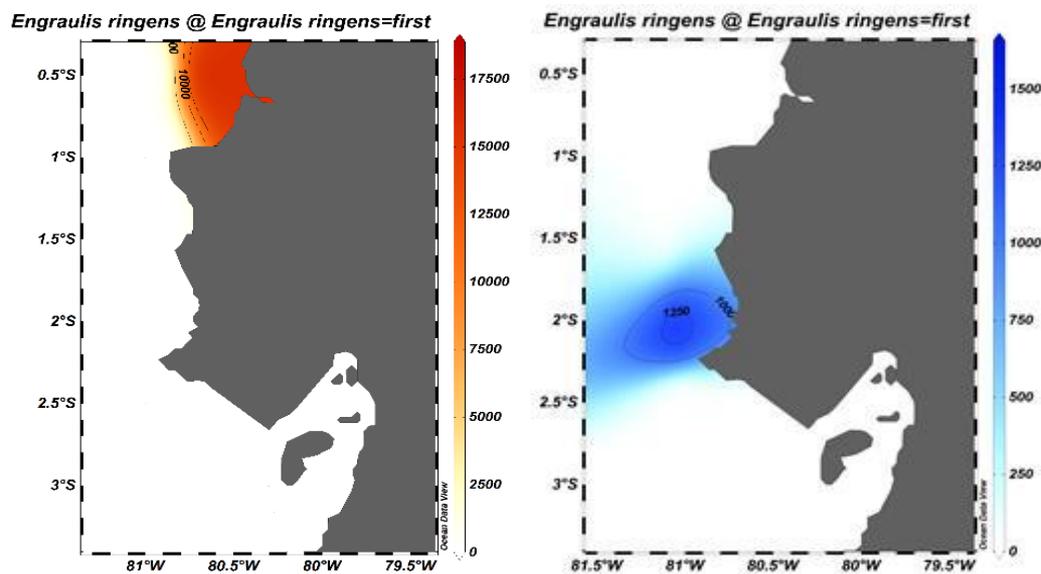


Figura 90. Abundancia de huevos (izquierda) y larvas (derecha) de peces de *Engraulis* sp., durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Sardinops sagax, registrada en estado de huevo solo en la estacion 1 con 174 huevos.10m⁻², mientras que en estado larval fue identificada en 3 estaciones de las cuales la 2 y 15 fueron las mas abundantes con 4 878 y 4 460 larvas.10m⁻², respectivamente (Figura 91).

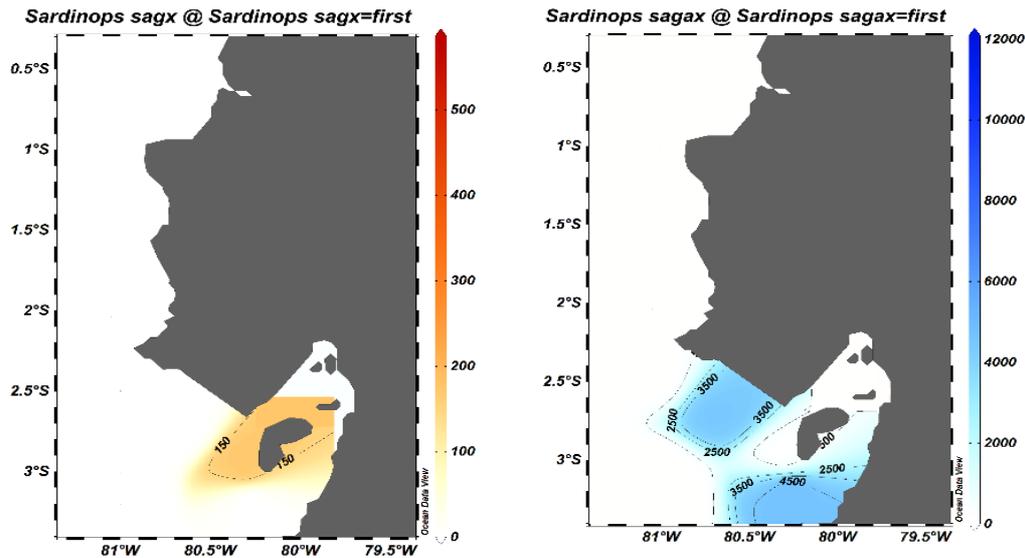


Figura 91. Abundancia de huevos (izquierda) y larvas (derecha) de peces de *Sardinops sagax*., durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

A manera de presencia se registraron, *Opisthonema* spp., quien presento minima abundancia de huevos y solo se lo observó en la estación 9 con 35 huevos.10m⁻², mientras que, las larvas fueron registradas en 3 zonas, siendo la estación 11 la de máxima abundancia con 1 115 larvas.10m⁻² (Figura 92). Asi también, se evidencio presencia de la familia Scombridae registrandose huevecillos de *Auxis* sp., solo en la estación 9 con 105 huevos.10m⁻² (Figura 93), mientras que *Scomber japonicus* fue identificado en su primer estadios en la estacion 3 con 70 huevos.10m⁻² y en estadio larval en la estación 15 con 383 larvas.10m⁻² (Figura 94).

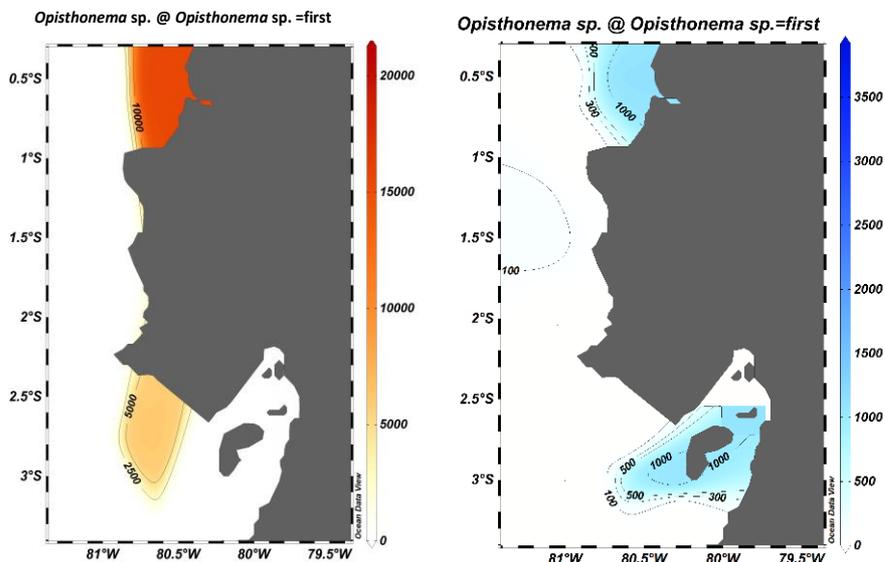


Figura 92. Abundancia de huevos (izquierda) y larvas (derecha) de peces de *Sardinops sagax*., durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022)

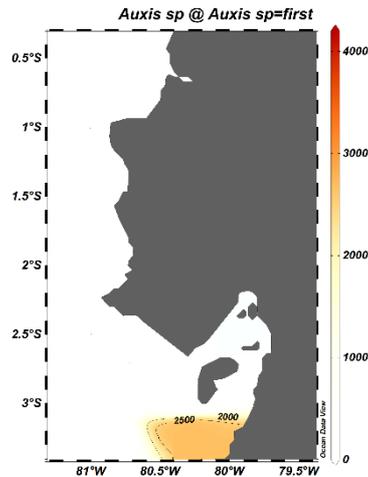


Figura 93. Abundancia de huevos de peces de *Auxis sp.*, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

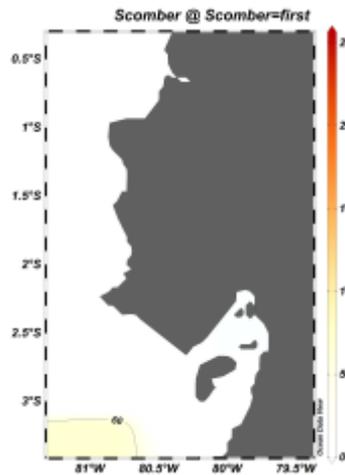


Figura 94. Abundancia de huevos de peces de *Scomber japonicus* durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.6 ESTRUCTURA COMUNITARIA SEGÚN LA ESCALA DE ABUNDANCIA

Consideradas importantes por su alto número de organismos también fueron registrados los siguientes grupos:

MUY ABUNDANTES

En este grupo el estadio de huevos estuvo representados por la familia Synodontidae especie de habitat asociada a arrecifes, quien numéricamente fue muy abundante, estuvo presente a lo largo de casi toda la costa ecuatoriana, con mayor abundancia en las estaciones 2 y 11 con 7 735 y 2 474 huevos.10m⁻², respectivamente. Mientras que, el segundo lugar fue para el grupo de Bathylagidae representado por *Bathylagoides wesethi* y *Bathylagus nigrigenys*, con maxima abundancia en las estaciones ubicadas en el Golfo de Guayaquil en especial en la estación 15 con 9 059 huevos.10m⁻². También solo en estadio de huevos fue identificada la familia de habitat demersal Sciaenidae representada por *Cynoscion sp*, grupo que estuvo presente en 6 de las 12 estaciones muestreada (1, 6, 7, 9, 11 y 15) con máxima abundancia en la zona norte (Manabí) en la estación 11 con 18 850

huevos.10m⁻². Así mismo, con valores abundantes se registraron huevos en estadio de fase inicial del grupo Triglidae representado por *Prionotus ruscarius* en la estación dos con 4 146 huevos.10m⁻² (Figura 95).

Mientras que, para el estadio larval en el grupo de muy abundante solo se registró a la familia carangidae con la especie *Chloroscombrus orqueta* (hojita), quien estuvo presente en 7 estaciones, con valores que oscilaron entre 35 y 7 596 larvas.10m⁻², siendo este último valor el mas abundante que se obtuvo en la estacion 2 (Figura 95).

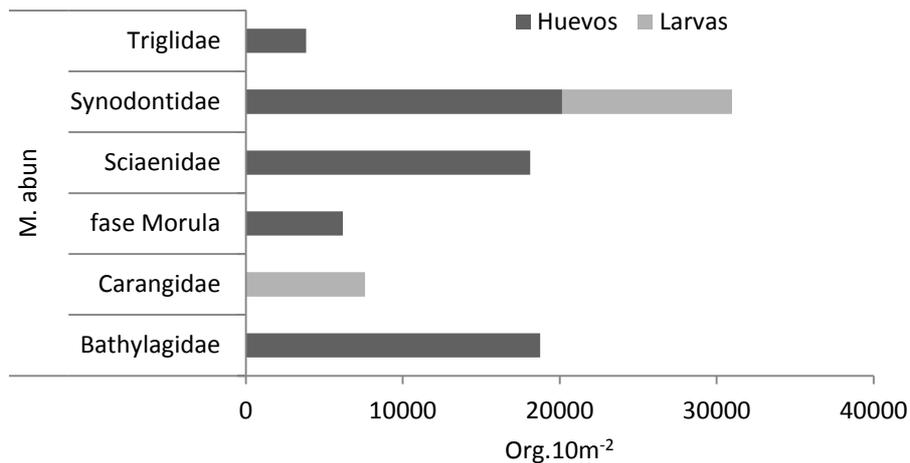


Figura 95. Abundancia de grupos de huevos y larvas de peces considerados muy abundantes, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

ABUNDANTE

Para este grupo el estadio de huevos estuvo representados por Anguilliformes, encontrándose presente en 9 de las 12 estaciones muestreadas (1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11 y 15), con valores no registrados comunmente a lo largo de la costa ecuatoriana, con mayor abundancia en la estación 2 con 3 589 huevos.10m⁻². Mientras que para larvas de peces fue Gerreidae, quien presentó una alta representación en 6 estaciones con mayor abundancia en la estación 7 con 5 749 larvas.10m⁻², así mismo se evidencio abundancia representativa de otras familias (Figura 96).

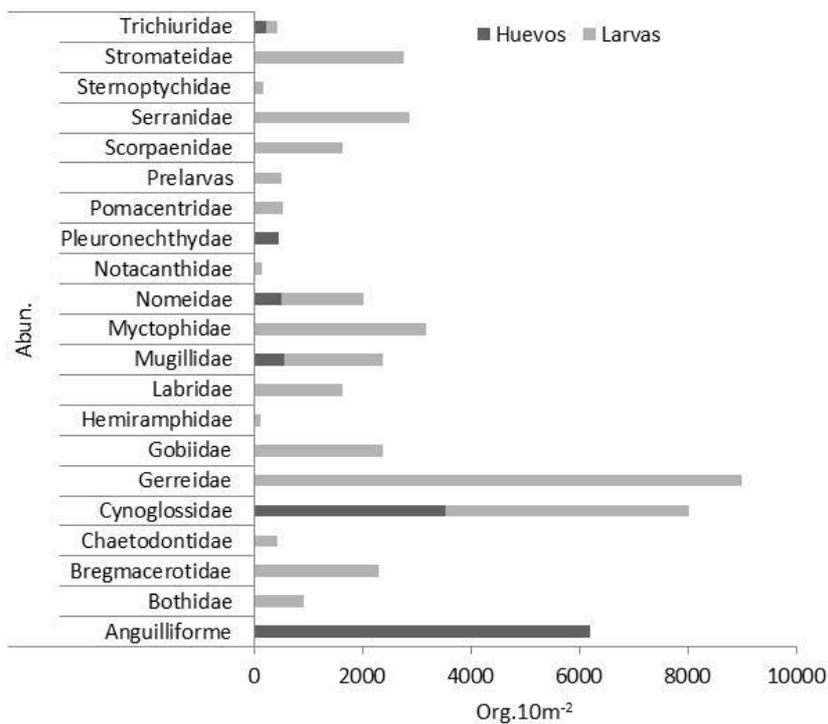


Figura 96. Abundancia de grupos de huevos y larvas de peces considerados abundantes, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

POCO ABUNDANTES

En lo que respecta a huevos de peces la familia Trachipteridae fue la mas representativa con la especie *Desmodema lorum* presente en tres estaciones de las cuales la 10 fue donde se registró la mayor presenciacón 70 huevos.10m⁻², mientras que para larvas de peces Paralichthyidae fue la familia que estuvo representada por *Syacium ovale* quien fue identificado en 10 de las 12 estaciones monitoreadas con mayores valores en la estacion dos con 767 larvas.10m⁻², el resto de las familias registradas tambien fueron frecuentes en la zona estudiada (Figura 97).

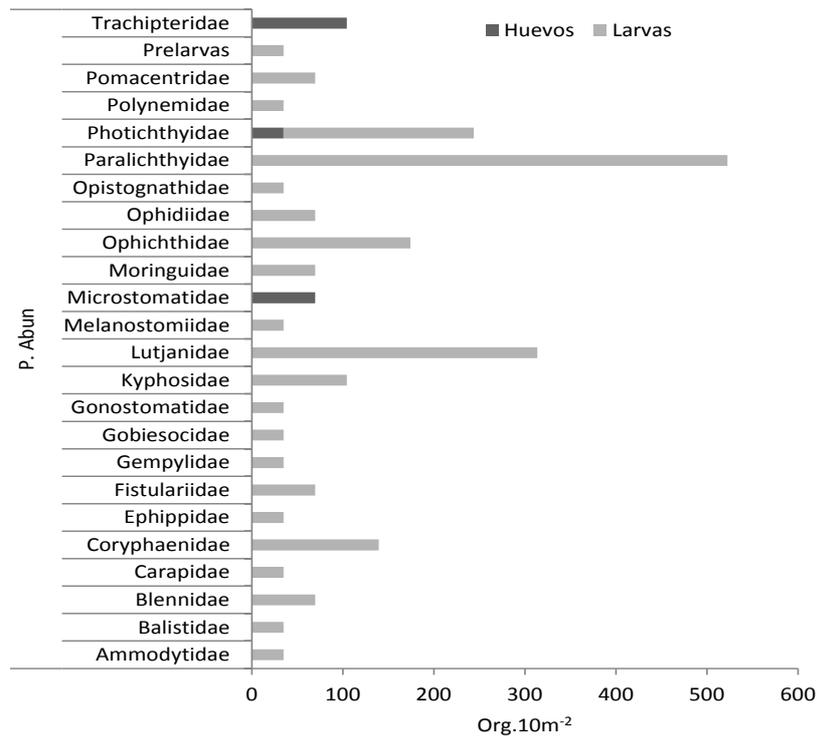


Figura 97. Abundancia de grupos de huevos y larvas de peces considerados poco abundantes, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.7 DIVERSIDAD

El índice de diversidad en lo que respecta a huevos de peces osciló entre 0,1 a 2,2 bit/ind, considerados muy bajos, evidenciándose en la estación 4 dominancia de una sola especie, mientras que las larvas presentaron mayor variedad de especies en todas las estaciones con valores entre 2,6-4,2 bit/ind a excepción de la estación 7 y 4 que presentaron un valor mínimo de 1,2 -2,0 bit/ind, respectivamente (Figura 98).

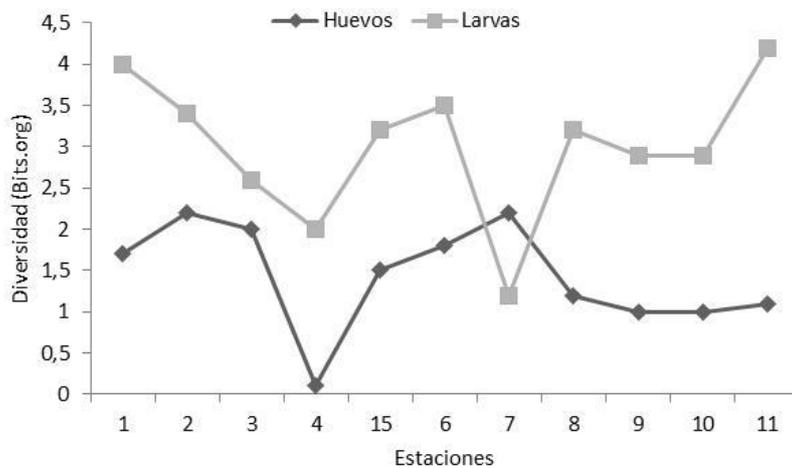


Figura 98. Índice de Diversidad de arrastres efectuados a nivel superficial, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.8 ANÁLISIS DE COMPONENTE CANÓNICA (ACC) A NIVEL HORIZONTAL

A nivel de la superficie el análisis de componente canónica realizado con las variables ambientales temperatura-salinidad y densidad ictioplanctónica, se pudo evidenciar una relación positiva en el componente 1, entre la densidad de huevos de peces encontradas en las estaciones ubicadas en la zona norte con la temperatura registrándose a especies de hábitat asociadas arrecife como *Synodus* sp., demersal *Symphurus* sp., *Cynoscion* sp., y pelágicas pequeñas como *C. mysticetus*. Mientras que, de manera inversa se registraron especies de hábitat mesopelágico como *Bathylagus* sp. y *Vinciguerria lucetia*, y pelágicas pequeñas como *E. acuminatus*. En tanto que, en el eje 2 negativamente se relacionaron las estaciones ubicadas en el Golfo de Guayaquil con la salinidad, registrándose la especie *B. wesethi* y huevos en su primera fase de desarrollo (fase mórula). No obstante, en lo que corresponde a las larvas de peces se pudo evidenciar una relación en el eje 1 entre la zona norte con la salinidad siendo especies de hábitat demersal quienes fueron más visibles *E. gracilis*, *S. plagiusa*, *Larimus* sp., e inversa con el Golfo de Guayaquil donde se identificaron las especies pelágicos pequeños como *C. mysticetus*, *M. cephalus*, y asociada arrecife *Synodus* sp., mientras que, en el eje 2 la temperatura se correlacionó negativamente con las estaciones del Golfo y norte siendo las especie pelágicas como *Opisthonema* sp., *B. bathymaster* (Figura 99).

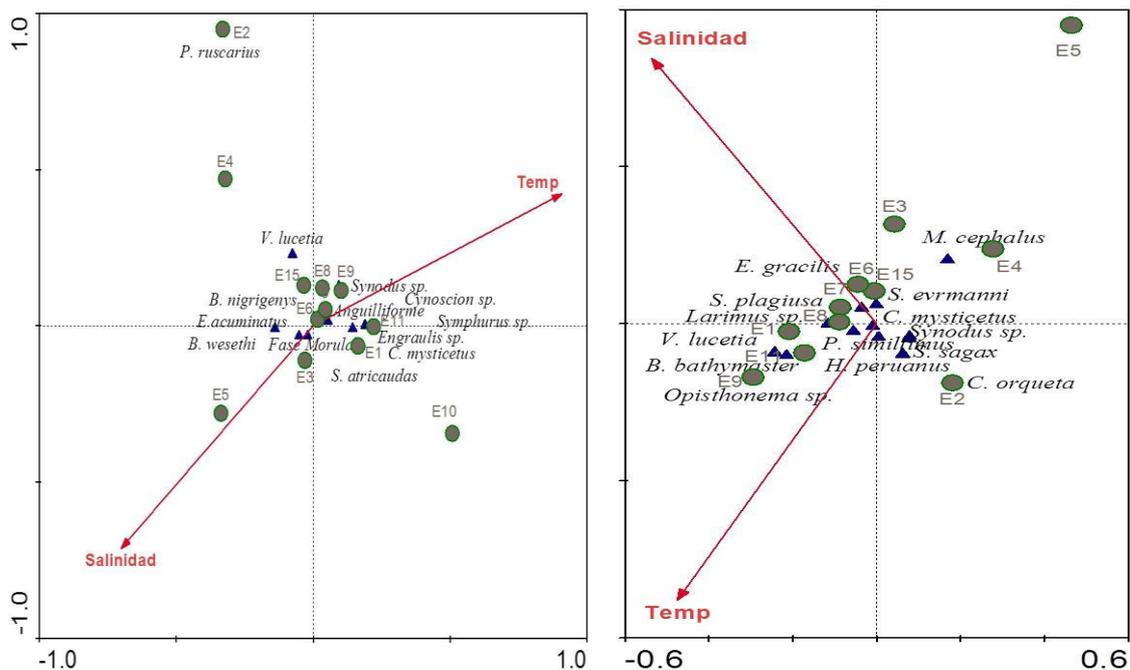


Figura 99. Análisis de componentes entre los factores ambientales (T°C, y SSM) y las especies de huevos (izquierda) y larvas (derecha) más representativas del ictioplancton a nivel superficial, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.9 ARRASTRE VERTICAL de

Composición de larvas de peces

Con respecto a los análisis en la columna de agua se identificaron un total de 218 467 huevos, 732 prelarvas y 101 777 larvas, los cuales se encontraron distribuidos de la siguiente manera:

En el Golfo de Guayaquil, fueron colectados un total de 208 885 huevos, 174 prelarvas y 91 254

larvas/10m², los cuales pertenecieron a 8 ordenes, 12 familias, 7 géneros, 10 especies, mientras que para larvas fueron identificados 16 ordenes, 25 familias, 10 géneros y 37 especies.

En la zona de Santa Elena se registraron 2 857 huevos, 244 prelarvas y 2 997 larvas, pertenecientes en lo que respecta a huevos de peces 12 ordenes, 11 familias, 1 género, 17 especies, entretanto, para larvas fueron identificados 7 ordenes, 6 familias, 3 géneros y 3 especies.

Así también, en la zona de Manabí fueron identificados 16 órdenes, 13 familias, 6 géneros, 27 especies, caso contrario para larvas donde se identificaron 6 órdenes, 6 familias, 3 géneros y 3 especies.

ABUNDANCIA

De las doce estaciones monitoreadas, las ubicadas en el Golfo de Guayaquil fue donde se observó el mayor número de huevos de peces especialmente la estación uno (91 080 huevos/10m²), donde se registró el valor más alto de temperatura superficial del mar (23,9°C). Mientras que para larvas fue la estación 2 con 52 927 larvas/10m² (Figura 100).

Para la zona de Santa Elena, se pudo evidenciar que la temperatura registró un valor promedio de 23,2°C, mientras que el mayor número de huevos de peces fue registrado en la estación siete con 12 683 huevos/10m², en tanto que, para larvas de peces fue la estación seis donde se obtuvo el mayor número de organismos (1 882 larvas/10m²) (Figura 100).

En lo que corresponde a la zona de Manabí, se pudo evidenciar que los valores de temperatura fluctuaron entre 23,2 a 24,6°C, este último fue registrado en la estación nueve donde se presentó el mayor número de huevos de peces 1 812 huevos/10m², mientras que, para larvas fue la estación 11 con 3 310 larvas/10m² (Figura 100).

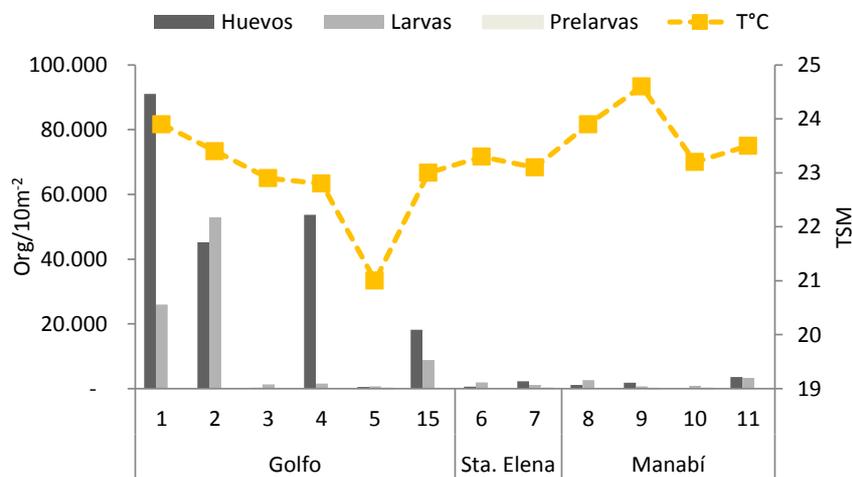


Figura 100. Abundancia y distribución de huevos y larvas de peces a en la columna de agua, con relación a la TSM, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.10 DISTRIBUCION DE ESPECIES

ESPECIE DOMINANTE

La especie que presentó mayor abundancia a nivel de la columna de agua durante todo el muestreo fue *Vinciguerria lucetia* quien estuvo presente solo en dos estaciones a nivel de huevos de peces con 53 659 huevos/10m², mientras que, a nivel de larvas se la identificó en

cinco estaciones siendo más abundante en la estación 1 con 1 394 larvas/10m² (Figura 101).

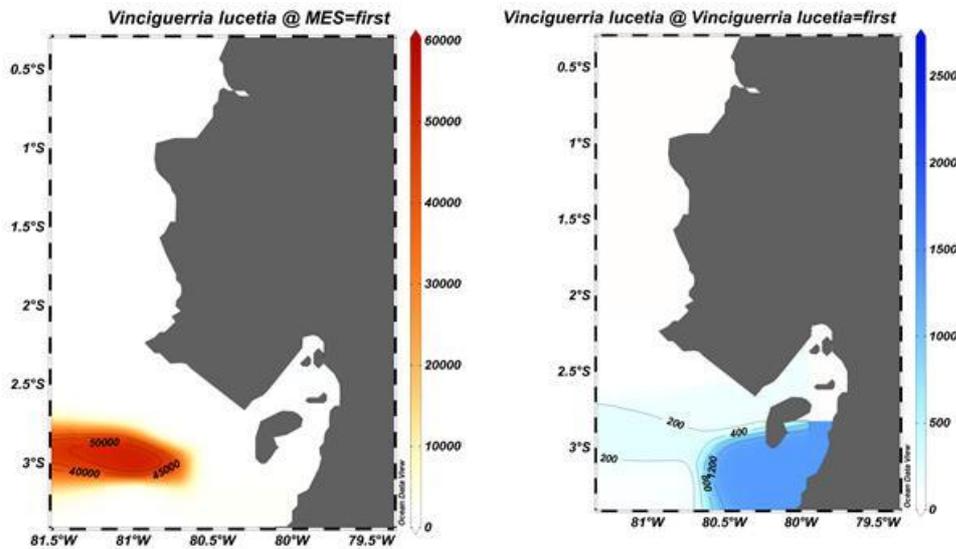


Figura 101. Abundancia y distribución de huevos (izquierda) y larvas (derecha) de peces de *Vinciguerria lucetia*, en la columna de agua, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

ESPECIES PELÁGICAS

Etrumeus acuminatus, especie registrada en 4 estaciones (1, 2, 5 y 6), solo en etapa de huevos con máxima abundancia en el Golfo de Guayaquil en la estación 1 con 45 819 huevos/10m², los mismos que se apreciaron en estadio inicial (Figura 102).

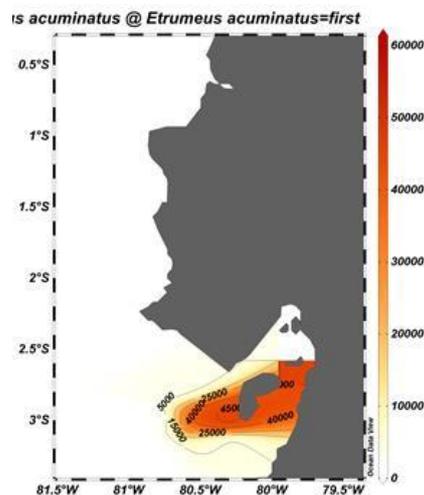


Figura 102. Abundancia y distribución de huevos y larvas de peces de *Etrumeus acuminatus*, en la columna de agua, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Con valores considerados abundantes también fueron registrados huevos de *Cetengraulis mysticetus* quien estuvieron presente solo en dos estaciones en el Golfo de Guayaquil (1 y 15) de las cuales la última fue la más abundante con 5 226 huevos/10m², mientras que en estadio larval se registró en 8 estaciones (2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 y 15), siendo también la más abundante, la ubicada en el Golfo de Guayaquil estación 2 con 16 237 larvas/10m² (Figura 103).

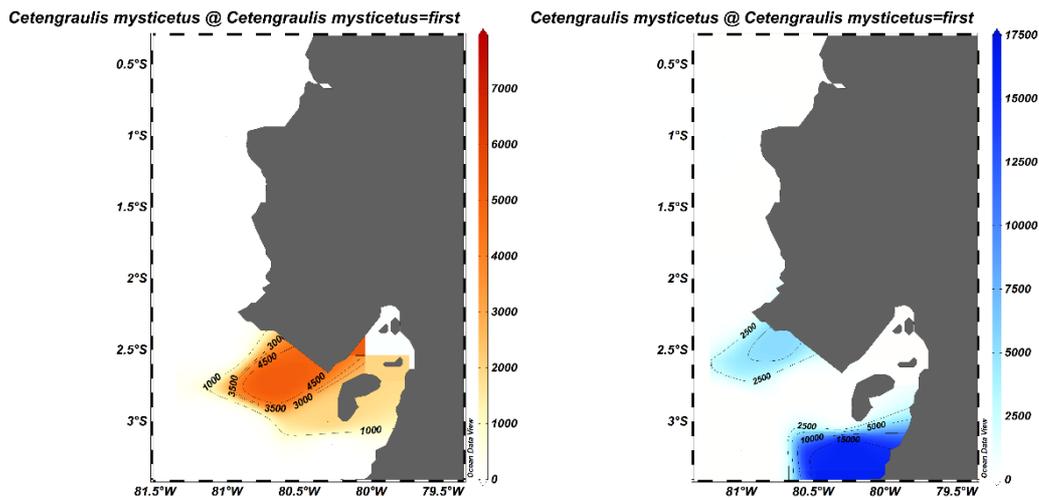


Figura 103. Abundancia y distribución de huevos (izquierda) y larvas (derecha) de peces de *C. mysticetus*, en la columna de agua, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Engraulis ringens, otra especie que a nivel de huevos estuvo presente solo en el Golfo de Guayaquil con valor abundante, en la estación 15 con 6 132 huevos/10m², en tanto que, para las larvas caso similar de distribución, estuvo presente solo en una estación (1) con valores bajos de 105 larvas/10m² (Figura 104).

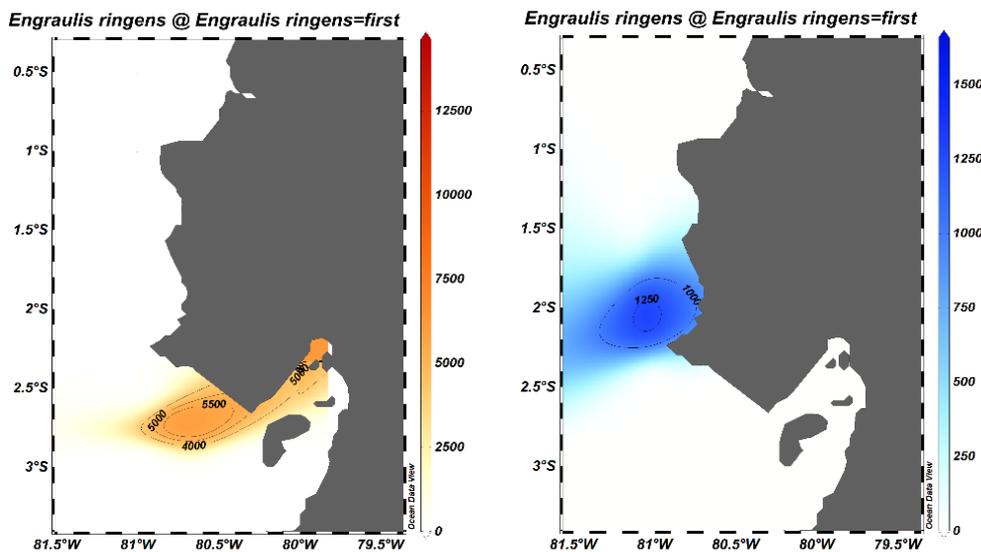


Figura 104. Abundancia y distribución de huevos (izquierda) y larvas (derecha) de peces de *E. ringens*, en la columna de agua, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

Sardinops sagax presente solo en el Golfo de Guayaquil, en las estaciones 1 y 2 tanto en huevos (Figura 99 izquierda), como en larvas de peces, siendo más abundante en la última estación del crucero con 1 951 huevos/10m² y 4 564 larvas/10m² (Figura 105).

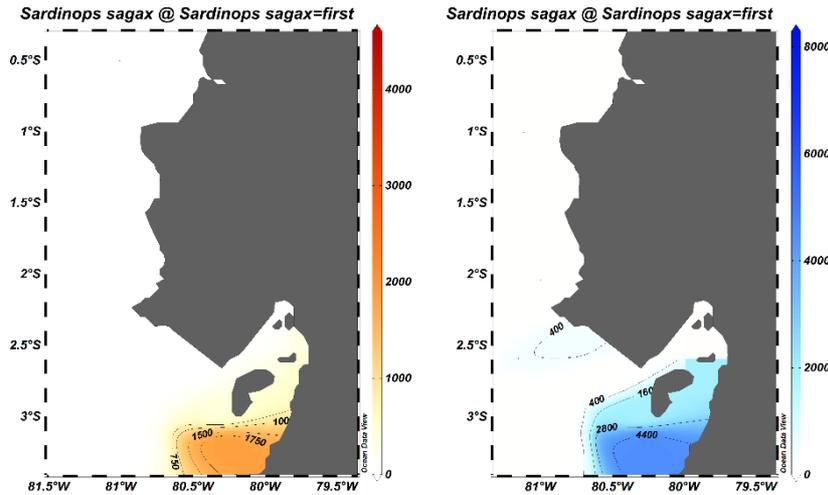


Figura 105. Abundancia y distribución de huevos (izquierda) y larvas (derecha) de peces de *S. sagax*, en la columna de agua, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

En tanto que de la familia Scombridae se pudo observar la presencia de *Auxis* spp., quien solo fue registrado en estadio de huevos en la estación 2 con 2 683 huevos/10m², (Figura 106). Mientras que, *Scomber japonicus* se registró en la zona norte en la estación 11 solo en estadio larval con 35 larvas/10m² (Figura 107).

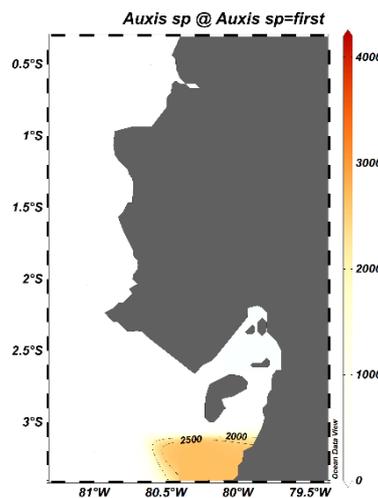


Figura 106. Abundancia y distribución de huevos de peces de *Auxis* spp, en la columna de agua, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

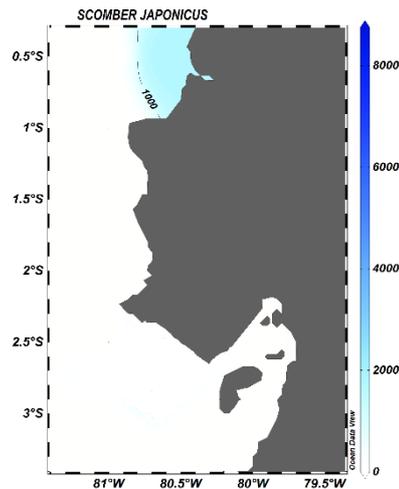


Figura 107. Abundancia y distribución de larvas de peces de *Scomber japonicus*, en la columna de agua, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.11 ESTRUCTURA COMUNITARIA SEGÚN LA ESCALA DE ABUNDANCIA

Especies con valores muy abundantes fueron también identificadas tales como:

MUY ABUNDANTES

Se pudo apreciar que el grupo de los huevos de Bathylagidae fueron los de mayor abundancia, representados por *Bathylagoides wesethi* que estuvo presente solo en dos estaciones con máxima representatividad en la estación 2 con 19 408 huevos/10m². Seguido de Synodontidae quien fue representado por *Synodus* sp, estuvo presente en la fase de huevo en 9 estaciones con mayor densidad en la estación 1 con 11 568 huevos/10m², mientras que en estadio larvas fue en la estación 2 más abundante con 9 582 larvas/10m². En tanto que, los Sciaenidae representados por *Cynoscion* sp., de hábitat demersal fue identificado en 7 estaciones con mayor núcleo de abundancia en la estación uno con 14 774 huevos/10m², las cinco familias restantes fueron representativas en cuanto a abundancia (Figura 108).

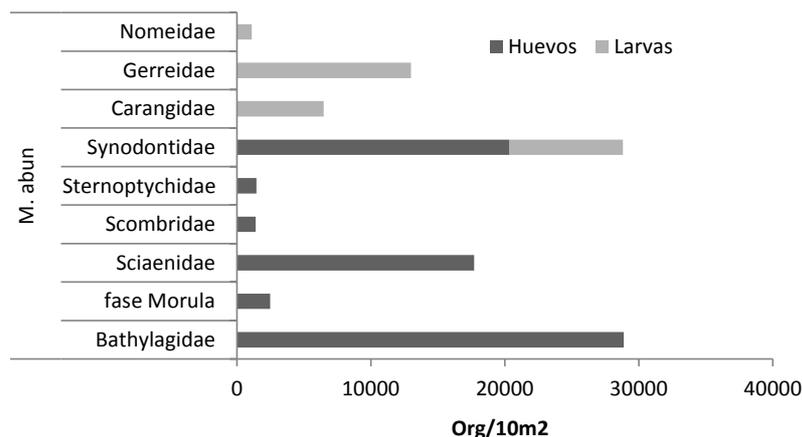


Figura 108. Abundancia de grupos de huevos y larvas de peces considerados muy abundantes en la columna de agua, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

ABUNDANTES

En este grupo se pudo evidenciar que los huevos del grupo Anguilliforme fueron los más abundantes

presente en cinco estaciones de las cuales la 11 fue la más abundante con 2 718 huevos/10m², mientras que para larvas de peces el grupo más representativo fue Serranidae representado por *Serranus sp.*, registrado en tres estaciones de las cuales la dos fue la más abundante con 1 568 larvas/10m², con valores más bajos, pero no menos importante se evidencia las 16 familias restantes (Figura 109).

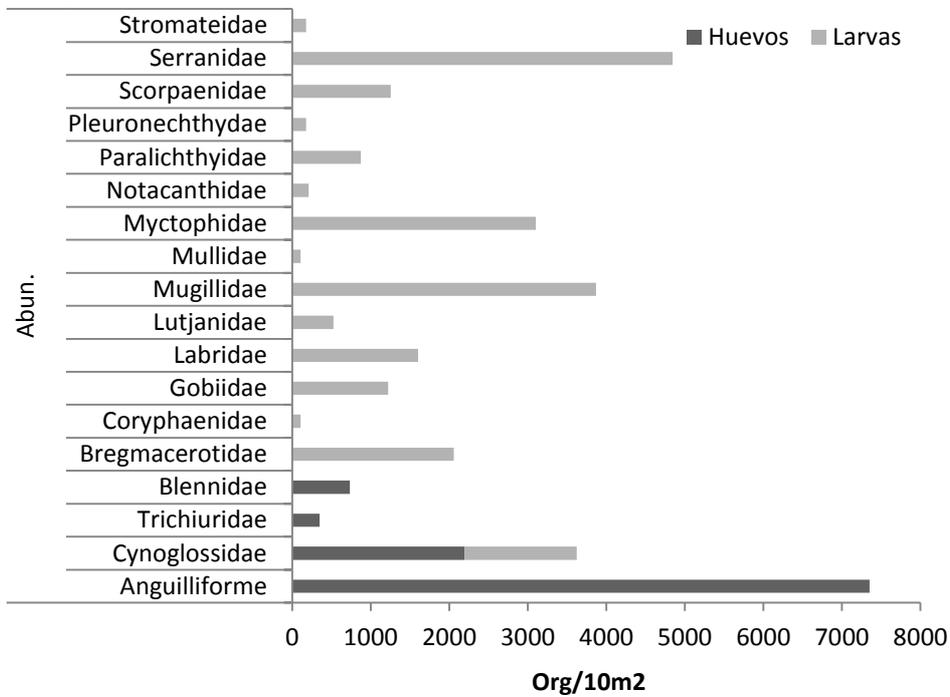


Figura 109. Abundancia de grupos de huevos y larvas de peces considerados abundantes en la columna de agua, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

POCO ABUNDANTES

Fueron identificados huevos de Trachipteridae (*Desmodema lorum*) como los más distintivos para este grupo poco abundante, con mayor representatividad en la estación 10 con 70 huevos/10m², mientras que para larvas de peces la familia Fistulariidae fue la más evidente con la especie *Fistularia commersonii* quien fue identificada en tres de las zonas monitoreadas con mayor densidad en la estación dos con 105 larvas/10m². En tanto que las otras 11 familias pertenecieron solo a larvas de peces con valores de abundancia menores a las registradas anteriormente (Figura 110).

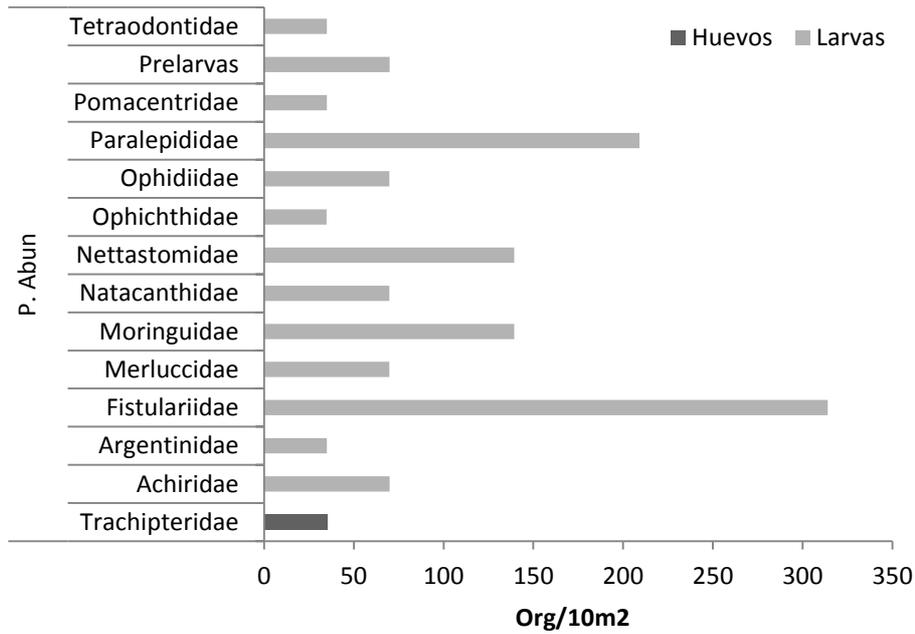


Figura 110. Abundancia de grupos de huevos y larvas de peces considerados poco abundantes en la columna de agua, durante crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.12 DIVERSIDAD

Para huevos de peces el índice de diversidad en las estaciones 2, 3, 15, 6, 7, y 9 mostraron valores similares con un promedio de 2,2 bits/ind), el valor más bajo se registró en la estación 4 donde se pudo evidenciar la dominancia de *Vinciguerria lucetia*. Mientras que, en lo que respecta a larvas de peces la diversidad más alta se evidenció en la estación 11 con 4,0 bits/ind, seguida de las estaciones 2, 3 quienes mostraron valores similares de 3,5 y 3,6 bits/ind (Figura 111).

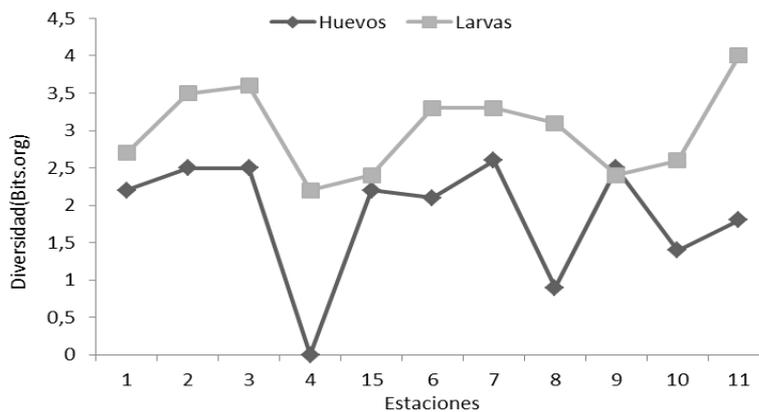


Figura 111.- Índice de diversidad de arrastres efectuados en la columna de agua, durante el crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

3.10.13 ANÁLISIS DE COMPONENTE CANÓNICA (ACC) A NIVEL VERTICAL

En la relación de análisis de componente canónico entre la temperatura, salinidad y número de especies, se observó que en eje 1 registró una relación positiva entre la salinidad y la presencia de huevos de anguiliforme en las estaciones ubicadas en la zona central, este parámetro resultó inverso para las estaciones ubicadas en el Golfo de Guayaquil donde se encontraron especies pelágicas pequeñas tales como *S. sagax*, *C. mysticetus*, *Auxix sp.*, especies asociadas a arrecifes como *Synodus sp.*, y especie mesopelágico *M. muelleri*, mientras que, el eje 2 se evidenció correlación negativa entre la temperatura y las especies encontradas en la estación 1 (Golfo de Guayaquil), *Symphurus sp.*, y las especies mesopelágicas *Bathylagus sp.* y *Vinciguerria lucetia*.

Mientras que para las larvas de peces las estaciones 5 y 15 (Golfo de Guayaquil), 6 y 7 (zona central) y 9 estaciones del norte se correlacionaron con la salinidad, encontrándose registros de especie pelágica pequeña *C. mysticetus* y especie de hábitat mesopelágica *V. lucetia*. En tanto que, las estaciones 1 y 2 se correlacionaron negativamente con la temperatura (Figura 112).

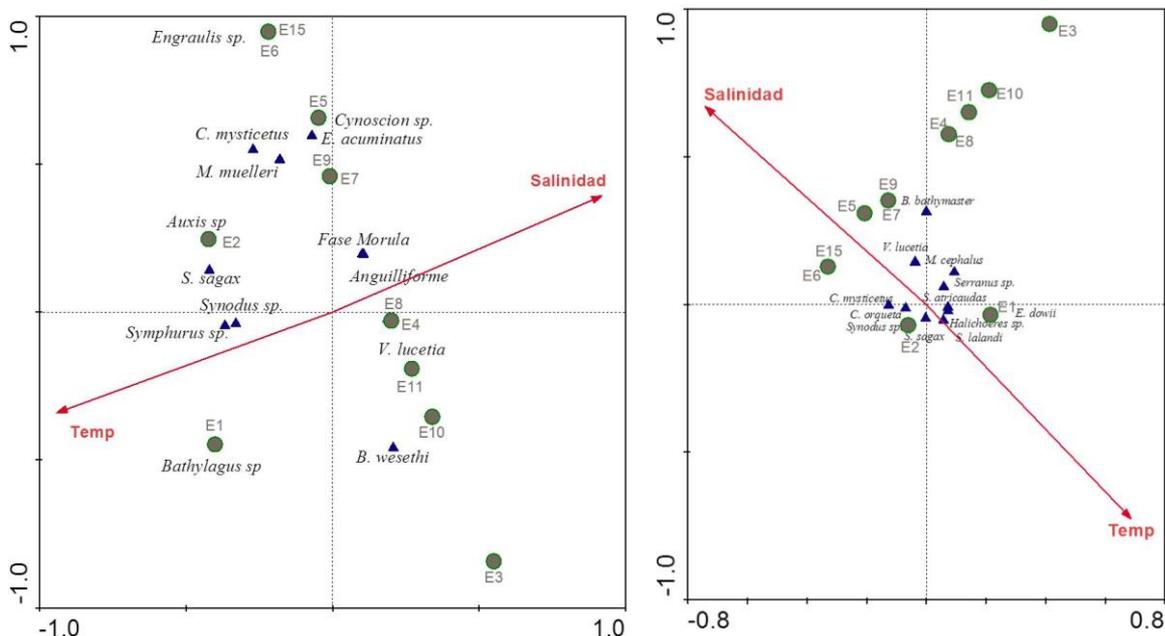


Figura 112.- Análisis de componentes entre los factores ambientales (T°C, y SSM) y las especies más representativas del ictioplancton huevos (izquierda) y larvas (derecha) a nivel vertical, durante el Crucero IPIAP 2022-06-01 PPP (Junio-Julio/ 2022).

4. DISCUSIÓN

ASPECTOS PESQUEROS

La biomasa total estimada para los PPP en el área de estudio fue de 689 274 t, siendo el 78 % (537 634 t) de este valor correspondiente a especies en estado juvenil, re afirmando lo manifestado por el IPIAP en los informe de veda de reclutamiento/juvenil de 2020 y 2021 donde manifiesta que este proceso de desarrollo de las especies ocurren entre mayo a julio.

El 52 % de la biomasa de PPP se observó dentro de las primeras 8 millas náuticas, demostrando que cuando las especies están en etapa de reclutamiento/juvenil presenta este comportamiento de replegarse hacia la costa para ir de busca de alimento y refugio (M. Botero, 2004). A diferencia a lo

observado en los cruceros anteriores que se han realizado entre los meses de noviembre a enero las especies pelágicas pequeñas se encontraba en periodo de reproducción encontrando organismos superiores a la talla media de madures sexual.

La especie mayormente capturada en la pesca comprobatoria fue la macarela acumulando mayor porcentaje (41 %) donde se observó que en la composición de la captura por lance de pesca había un amplio rango en la estructura de tallas (17 cm hasta los 37 cm) denotándose presencia de juveniles y adultos. Condición que se repite con las demás especies PPP que forman parte de este estudio por lo que se puede afirmar que los juveniles y adultos de las especies pelágicas comparten la misma área de distribución horizontal.

Respecto a la actividad reproductiva se pudo observar que especies como macarela, botella, pinchagua y sardina redonda fue leve no superior del 10%; mientras que picudillo y jurel se registró entre el 38 y 47 % respectivamente. Lo que se puede corroborar con los resultados presentados por la componente de ictioplancton donde indican una baja tasa de biomasa de huevos y larvas de especies pelágicas pequeñas.

ASPECTOS FISICOS

Tomando como referencia los registros históricos de más de 10 años de las estaciones monitoreadas por IPIAP frente a Puerto López (estación #8) y Salinas (estación #7), durante julio es común que las TSM y SSM cerca de las costas ecuatorianas sean en promedio de 23,9 [°C] y 33,8 [PSU], respectivamente (Tabla).

Tabla 16. Promedio histórico de la temperatura y salinidad superficial del mar en Puerto López y Salinas durante julio.

	TSM [°C]	SSM [PSU]
Puerto López	24,2	33,6
Salinas	23,6	33,9
Promedio	23,9	33,8

La TSM y SSM de la zona estudiada fue en promedio de 23,2 [°C] y 33,2 [PSU], respectivamente, describiendo la misma tendencia que los registros históricos. Sin embargo, no debe pasar desapercibido que las temperaturas estuvieron en su gran mayoría con + 0,8 [°C] por encima de lo normal, alcanzando diferencias de hasta + 2,2 [°C] en el Golfo. Podría indicarse que la disminución de la TSM hacia el suroeste es un comportamiento propio para esta época por su relación con anomalías neutras. Mientras que, las anomalías negativas al norte del mar ecuatoriano estarían reflejando la presencia de masas de agua que deberían ser más cálidas para julio.

Entre los 20 y 40 [m] de profundidad se desplaza la isoterma de 20°C reflejando una relación directa con la termoclina, haloclina y picnoclina. De la misma manera, se observa una relación parecida con las concentraciones de las masas de aguas tropicales superficiales, sub-tropicales superficiales y ecuatoriales sub-superficiales, marcando un límite entre ellas. Existe una correlación de $R^2= 0,7$ entre la profundidad de la capa de mezcla y la isoterma de 20 [°C] con respecto a la latitud y longitud, mostrando una tendencia a reducir sus amplitudes hacia el sur de la región y costa afuera (Figura 113).

En la termoclina, los gradientes promedios de la temperatura, con respecto a la latitud y longitud, reflejaron mayores tasas de cambio hacia el sur de la región y cerca del perfil costero (Figura 114).

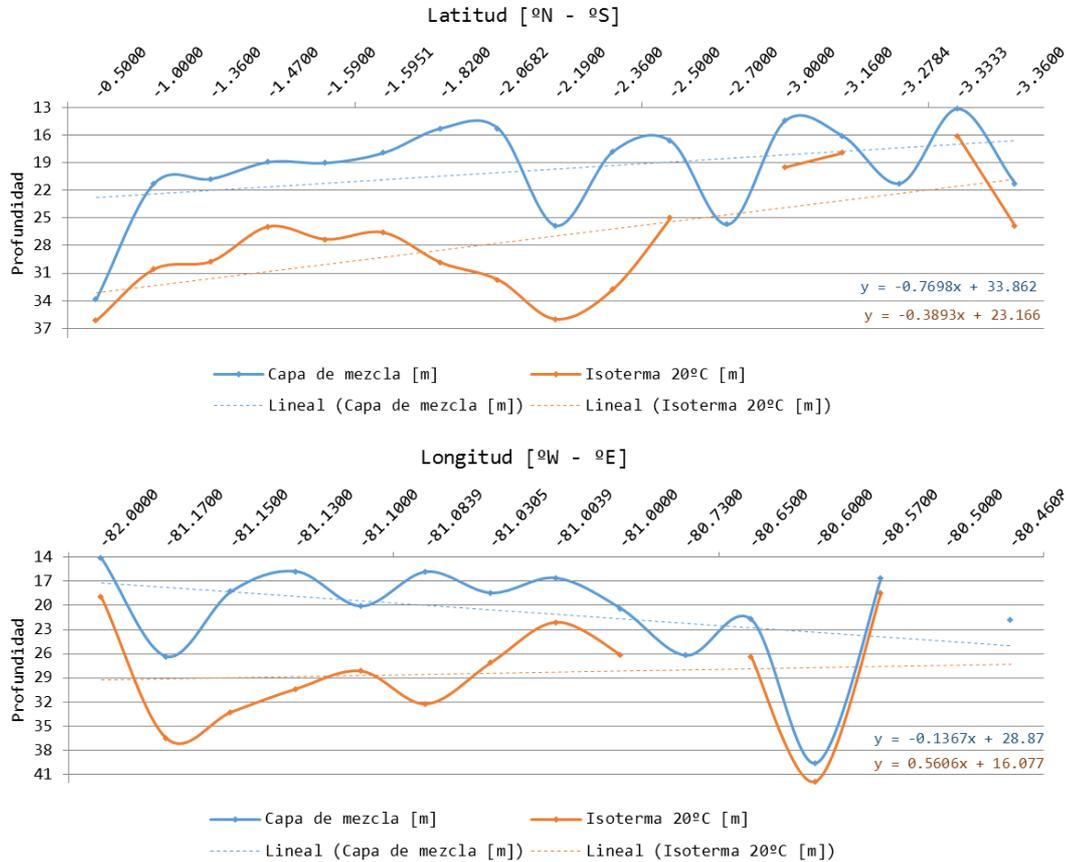
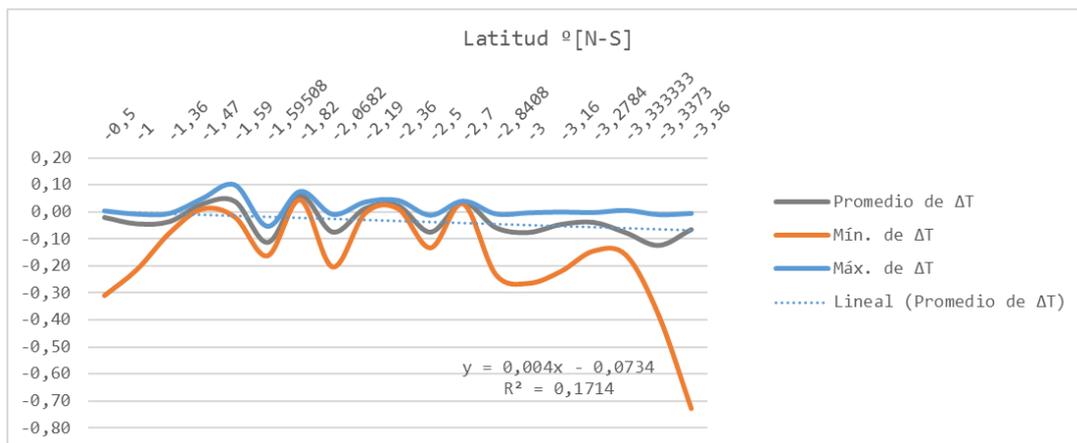


Figura 113. Regresión lineal de la CM y Z20 con respecto a la latitud y longitud.



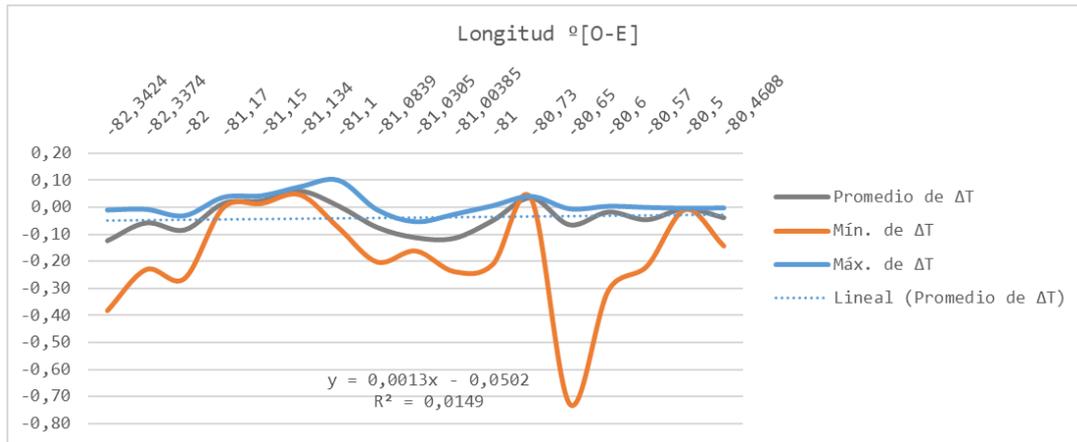


Figura 114. Gradiente de temperatura con relación a latitud y longitud.

En junio de 1995, la termoclina habría tenido un gradiente de $2.5^{\circ}\text{C } 10\text{m}^{-1}$ frente al Golfo de Guayaquil, en 81°W (De la cuadra, 1999); sin embargo, en el periodo de 2004-2008 frente a Puerto López, la termoclina se habría mostrado con un gradiente entre 0.4 y $0.6^{\circ}\text{C } 10\text{m}^{-1}$ (De la Cuadra, 2004), similar a la encontrada durante la presente campaña de investigación.

Tomando los registros del IPIAP, se estima que en promedio el 88% de la columna de agua (<100m) corresponde a ATS (44%) y AESS (44%) con mayor presencia anualmente, mientras que las ASTS se encuentran solo en un $\sim 12\%$. De acuerdo con la estacionalidad, la distribución, estas masas de agua varían de manera proporcional, por lo que, si solo nos centramos en julio, a 10 millas del perfil costero, la presencia de las ATS es del 35%, las ASTS del 20% y AESS del 45% en promedio.

Al realizar el análisis de estas masas de agua en la zona de estudio, se logró observar que, durante julio, el agua de mayor dominancia cerca de la costa ecuatoriana fue ATS, particularmente aquellas ubicadas en el Golfo (Estación 1, 2 y 15). Sin embargo, costa afuera, estas masas disminuyen, aumenta el AESS y se encuentran porcentajes bajos de ASTS. De norte a sur, el AESS y ATS ocupan gran parte de la columna de agua, aunque cerca de la frontera el ASTS disminuyó su influencia (Figura 115).

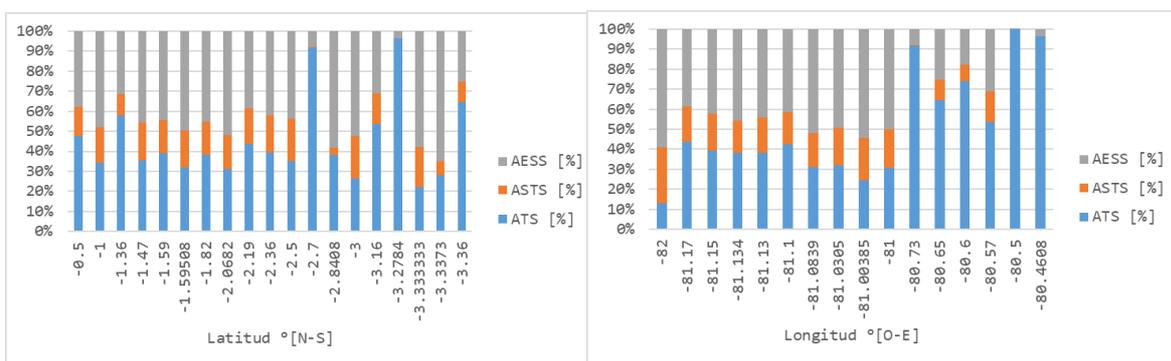


Figura 115. Proporcionalidad de masas de agua con respecto a latitud y longitud de la zona de estudio

El mar ecuatoriano mostró temperaturas con anomalías positivas, describiendo un proceso de calentamiento a nivel de la superficie. En contraste, el índice térmico del pacífico central (región niño 3, 4), reflejó un proceso de enfriamiento junto con el índice térmico costero peruano (ITCP), que

estaría asociado a la fase fría del ciclo ENOS (La Niña) que habría estado en desarrollo, categorizada como época fría débil (Tabla 17). Mientras tanto, las condiciones de temperatura y salinidad en la columna de agua se apegan a condiciones La Niña como se puede verificar en los valores de la NOAA (CPC, 2022).

Tabla 17. Anomalías de la temperatura superficial del mar tomadas de IMARPE y la NOAA

INDICE NOAA	INDICE IMARPE
ONI	ITCP
-0,81	-1,03

ASPECTOS PLANTÓNICOS

La productividad del fitoplancton frente a la costa continental, fue de moderada a alta, similar con la obtenida en la época seca de 1995, cuando fue alta por la presencia de afloramientos ecuatoriales, dominando especies típicas de la corriente del Perú como *Proboscia alata*, *Rhizosolenia styliformis* y *R. setigera* (Coello & Prado, 1999).

Hasta 1999 se había determinado como más fértiles a las zonas costeras del Golfo de Guayaquil y la provincia de Manabí, aunque los estudios en aquel entonces fueron más costeros, sin embargo se mantienen las densidades más significativas frente a las costas manabitas, no así en el Golfo, observándose que no hubo dominio de especies. Se observó una mezcla de especies de aguas frías y cálidas tanto en la superficie como en la subsuperficie.

La especie más abundantes fue *Guinardia striata*, que es una especie marina con un amplio rango de temperatura y salinidad, presentándose además en cantidad significativa el dinoflagelado *Gymnodinium* sp.

En el área más oceánica, que corresponde a la longitud 82° O, la productividad de fitoplancton fue la segunda estación de mayor abundancia, sobre todo en los límites norte y sur y estuvo representada por *Rhizosolenia styliformis* que es típica de aguas frías (Thomas, 1996), lo cual presentó condiciones oceanográficas propias de la región.

Por otra parte, el análisis de similaridad entre las localidades de muestreo, basado en la variedad de taxa y abundancia de organismos, determinó que existieron diferentes niveles de afinidad entre grupos, cada uno los cuales estuvo conformado por sitios de diferentes latitudes y longitudes, lo que implica que las especies estuvieron distribuidas en toda el área de estudio, indistintamente de la ubicación geográfica, es decir, que las especies que se encontraron tanto en la zona norte fueron las mismas que se encontraron al sur, aunque en diferentes densidades.

Mientras que los valores de biomasa zooplanctónica indicaron que existió una variabilidad espacial significativa en el área de estudio, esta variación podría estar relacionada a un mayor suministro de nutrientes, que estaría incentivando a una mayor producción primaria y, por lo tanto, una mayor biomasa de zooplancton (Brodeur & Ware, 1992; Bonecker et al., 2007). Los principales beneficiarios de la elevada biomasa de zooplancton se encuentran las larvas, juveniles y adultos de peces pelágicos que migran alrededor del margen costero.

La alta biomasa observada en el Golfo de Guayaquil fue relacionado en mayor grado por la abundancia de *Penilia avirrostris* y *Oncaea clevei*; y en menor grado frente a Salinas y Puerto López, pues estas especies también fueron notables en estas estaciones. La abundancia de estas especies estaría influenciada por la concentración de nutrientes y la distribución de la productividad primaria en ambas áreas. Bonecker et al., (2007), observó un patrón similar en varios embalses de Brasil, pero con otras especies. Posiblemente, las biomásas más elevadas observadas en el Golfo de Guayaquil y frente a Salinas y Puerto López se relacionaría con las surgencias de las zonas; Fernández y Lorda, (2006) observaron, que valores altos de biomasa zooplanctónica se produce en zonas de surgencias.

La biomasa de zooplancton relacionada con las aguas costeras de Ecuador, desempeñaría un papel importante en el flujo de materia y energía, contribuyendo al sustento de grandes poblaciones de peces en la región, una de las más productivas es el Golfo de Guayaquil (Twilley et al., 2001; Chinacalle et al., 2021).

Información histórica, referente a campañas similares de cruceros de prospección acústica en la zona del Golfo de Guayaquil, sobre altos valores de las biomásas de organismos del plancton, registraron el mismo patrón de abundancias con respecto a este estudio, posiblemente la producción biológica en las estaciones de muestreo, estaría compuesta por altos niveles de fitoplancton por la concentración de nutrientes y por ende alto pastoreo por parte del zooplancton y peces planctófagos, razón que estaría ocasionando variaciones en la densidad del fitoplancton.

En esta investigación, los copépodos de la clase hexanauplia fue el grupo con mayor porcentaje (68%) del total de individuos, observándose también un considerable porcentaje (13%) de cladóceros (branchiopodos), en contraste a lo observado en el crucero de noviembre 2018, en el cual se registraron porcentaje de copépodos en un 70% y proporción de cladóceros en un 4% (Romero et al., 2018). Este contraste sería causada por la diferencia en las fechas que se realizaron los cruceros, por lo que las condiciones oceanográficas fueron diferentes y que describe en uno de los párrafos siguientes.

Las distribuciones y abundancia de zooplancton pueden ser anormales debido a numerosos procesos físicos, químicos y biológicos que se dan en el mar. Anandavelu et al., (2020) determinó que la distribución heterogénea de copépodos a lo largo de las aguas costeras tropicales se debe a la afluencia fluvial y otras condiciones ambientales. En esta investigación, se podría deducir que la temperatura del agua superficial y vertical, el oxígeno disuelto, los valores de nutrientes y de clorofila serían los principales factores ambientales que habrían determinado la variabilidad estacional y distribución del plancton, donde los más abundantes fueron las diatomeas, copépodos y cladóceros.

El análisis de las variables hidrográficas de las tres zonas, sugiere que las diferencias en la hidrología de la zona estuarina (Golfo de Guayaquil) con respecto a la zona costera y oceánica, se debe a contribución de agua dulce del Río Guayas y a los aportes de aguas marinas de la Corriente de Humboldt (Twilley et al., 2001). Debido a la hidrografía de la zona, el Golfo de Guayaquil, en el nivel superficial del mar, mostró valores altos y bajos salinidad, y también posible concentraciones altas de nutrientes. Sin embargo, a lo largo de la costa la salinidad fue bastante homogénea, por lo que no existió una clara diferencia con la zona estuarina, excepto en el área oceánica donde la salinidad fue la más elevada. Una característica similar al Golfo fue observada por Troccoli *et al.*, (2004), en el Golfo de México en la costa de Campeche (Península de Yucatán).

Los copépodos representaron la mayor parte del zooplancton en las tres zonas, lo que evidenciaría el ingreso de aguas tropicales con un aporte considerable de nutrientes favoreciendo el crecimiento del fitoplancton, por lo que la disponibilidad de alimento para el zooplancton sería constantes. Sin embargo, en la zona del Golfo de Guayaquil, las variaciones de temperatura y salinidad causada por

el ingreso de aguas oceánicas y el aporte del Río Guayas formarían una zona de mezcla que formó el ambiente adecuado para la proliferación de *Penillias avirostris*, su presencia se asociaría con aguas calidas y de amplio rango de salinidad, como lo observado por Guerrero *et al.*, (2016) en el Golfo de Venezuela. La especie es de gran importancia trófica para varias especies de sardinias (Plounevez & Champalbert 2000; Borme & Tirelli, V., 2022).

Por otro lado, la alta abundancia de zooplancton observada en la zona estuarina del Golfo de Guayaquil coincide con lo investigado por Romero *et al.*, (2018) durante el Crucero Hidroacústico de noviembre del 2018. Sin embargo, no es coincidente con las especies más importantes en términos de abundancia, pues en 2018 *Paracalanus parvus* fue la especie más sobresaliente, y para esta investigación fue *Penilia avirrostris*. A pesar que ambas investigaciones se realizaron en la época seca, la causa para la sucesión de especies estaría relacionada con la ubicación del frente ecuatorial en esos meses; durante el crucero del 2018 el frente ecuatorial se encontró menos marcado asociado al arribo de ondas Kelvin de fase positiva (cálidas) (ERFEN16-2018), mientras que durante este crucero el frente ecuatorial se encontraría más al norte, ya que en la zona sur se observó una onda Kelvin de surgencia, evidenciado por los afloramientos observados frente a la costa sur de Ecuador, que favoreció la producción de nutrientes (ERFEN 10-2022; ERFEN 13-2022).

La presencia de un significativo número de *Paracalanus parvus*, uno de los copépodos dominantes y ecológicamente importantes en las aguas costeras del Pacífico ecuatoriano (Coello *et al.*, 2010; Martínez, 2019; Bucheli & Cajas, 2021), indicaría la influencia de masas de aguas de baja temperatura, evidenciado por la temperatura observada en el área de estudio (23 °C). Pues, según, Loo & Sonnenholzner (2016), la temperatura del mar en la costa oscila entre 22 y 28 °C. Esta especie por su abundancia podría considerarse como un indicador de las condiciones tróficas del ecosistema pelágico, debido a que ha mostrado importantes porcentajes del índice de importancia relativa (IRI) en varias especies de peces pelágicos de interés comercial (Rojas, 1978; Plounevez & Champalbert, 2000; Wang *et al.*, 2020; Bachiller, 2021; Borme, 2022).

Con respecto a *Oncaea clevei*, tercera especie más abundante, se la ha asociado con masas de aguas mixtas, la mezcla de aguas cálidas con frías (Wang *et al.*, 2022). La abundancia de la especie observada en el Golfo de Guayaquil evidencia el ingreso de masas de agua de diferente temperatura. También se la relaciona con los hábitos alimenticios de varias especies de sardina (Garrido *et al.*, 2008). Allí el fitoplancton fue escaso, mientras que el zooplancton fue abundante. Esto puede ser un ejemplo de un control top-down debido al pastoreo.

Los resultados de CCA, la temperatura y la salinidad están relacionados con la variabilidad del zooplancton del área de estudio. El análisis reflejó un 78,31 % de varianza acumulada, que explicó la variabilidad del zooplancton en la superficie y en la columna de agua. En ambos niveles se registraron especies propias de ambiente estuarino como *Labidocera acuta*, costero como *Paracalanus parvus*, y oceánico como *Clausocalanus furcatus*. El ACC, mostró que la mayoría de las especies presentaron afinidad por la zona nerítica debido a la baja salinidad y temperatura, y en menor grado por la zona costera y oceánica, sin embargo, las dos últimas zonas también estuvieron influenciadas con valores bajos de salinidad y temperatura. A pesar de que en esta zona se observaron altas abundancias de fitoplancton, la mayoría de especies zooplanctónicas presentaron bajas abundancias, pudiendo ser por las fuertes turbulencias que se forman por los frentes.

Cajas *et al.*, (2018), determinaron que la estructura del zooplancton en la zona del Golfo de Guayaquil, respondió a una zonación marcada por la salinidad, observándose elevadas fluctuaciones, con mayor abundancia de organismos, mientras que en el área externa, con alta salinidad y mayor estabilidad, la abundancia fue significativamente inferior.

Las densidades registradas del zooplancton, estarían atrayendo a peces pelágicos pequeños entre ellos a los clupeidos, cuyo representante más conocidos son los arenques, y las sardinas. “Estos peces se desplazan a lo largo de la costa persiguiendo en cardúmenes densísimos los bancos de peces pequeños y de los crustáceos planctónicos como *Temoras*, *Calanus*, *Megancithipanes*, etc., que constituyen el alimento fundamental “ (Cognetti et al., 2001). Tal apreciación podría ser confirmada por el estudio realizado por Coello et al., (2010), quienes registraron especies de zooplancton, especialmente copépodos, similares a este estudio, y que estarían formando parte de la dieta de peces pelágicos pequeños. Desempeñando los copépodos un papel importante en las redes trófica planctónica, constituyéndose en el principal nexo entre productores primarios y consumidores secundarios.

Para explicar los cambios en la estructura comunitaria en función de las condiciones hidrográficas, es necesario considerar las características fisiológicas de los organismos que representan a cada grupo taxonómico, ya que la tolerancia de cada uno de ellos a los cambios en las condiciones hidrográficas les permiten generar ajustes fisiológicos y en consecuencia determinan sus patrones de distribución, por lo que se podría considerar un acoplamiento entre los procesos ecológicos, variables hidrográficas y procesos oceanográficos (Alongi, 1998).

ASPECTOS ICTIOPLANCTÓNICOS

En la presente campaña de investigación se evidenció una amplia distribución de organismos ictioplanctónicos, los mismos que no registraron abundancia uniforme debido a los cambios ocasionados tanto por los factores bióticos y abióticos, como por el ciclo de reproducción de los peces; información que también ha sido observada y analizada por Navarro Rodríguez et al., (2004) y Gozlan et al., (1998).

Durante la colecta realizada, se evidenció que las máximas densidades del ictioplancton fueron registradas en ecosistemas estuarinos, alrededor de las islas Santa Clara y Puná, datos que coinciden con lo reportado en zonas similares por Rodríguez- Romero et al., (2005), Inda-Díaz et al., (2013); según Paredes, (2000) y Beck et al., (2001), este tipo de áreas sirven de refugio, alimentación, crianza y reproducción de peces de importancia ecológica y comercial.

El Golfo de Guayaquil estuvo dominado por especies de hábitat mesopelágicas, *Vinciguerria lucetia* organismos que, según la FAO, es el tercer stock importantes de biomasa (ITP, 1999), especie que se adapta en un amplio rango de temperatura y salinidad.

Así también, se corrobora que los grupos considerados como muy abundantes durante este estudio, esto es, Sciaenidae de hábitat demersal, Synodontidae asociado a arrecife y Bathylagidae mesopelágico, fueron igualmente reportados por Luzuriaga et al., (1999) cuando analizó información de seis años de cruceros oceanográficos y pesqueros.

Mientras que, frente a Manabí las masas de agua cálida provenientes de la corriente de Panamá habrían dominado a nivel superficial, y a nivel subsuperficial la corriente de Cromwell (ERFEN -2012). En dicho sector las estaciones estuvieron representadas principalmente por *Engraulis ringens*, especie de hábitat pelágico costero de interés comercial.

En lo que respecta a la diversidad los resultados son similares a los reportados en otros estudios de ecosistemas parecidos como el de Vásquez-Yeomans (2000), quien describió para estas zonas bajas densidades larvales predominio de larvas pequeñas y una baja diversidad de especies, tal como lo

que se ha reportado en este informe.

Mientras que ACC, determinó que durante los muestreos, la temperatura y salinidad no habría tenido un efecto significativo sobre las especies pelágicas pequeñas, siendo favorables para especies de hábitat mesopelagicos, demersales y asociados arrecifes.

5. CONCLUSIONES

- La biomasa estimada de peces pelágicos pequeños durante junio/julio de 2022 fue de 689 274 t, mientras para el grupo “otras especies” de 114 223 t. Correspondiendo 62 % a la zona Sur (Golfo de Guayaquil); zona que se ha observado como la de mayor concentración de peces PPP, observándose igual tendencia en comparación con los demás cruceros realizados; mientras que la zona Norte (Puntilla hasta Pedernales) ha demostrado ser un área de menor presencia de especies pelágicos pequeños acumulando el 38 %.
- La abundancia total de PPP fue 22,86 millones de individuos, la zona Sur sigue siendo el área de mayor concentración de peces pelágicos pequeños registrado el 80% (Golfo de Guayaquil); mientras que la zona Norte registró el 20% (Puntilla hasta Pedernales).
- La especie de PPP de mayor abundancia fue la pinchagua (34,8 millones de individuos), mientras que la botella registró el menor valor, aproximadamente 2,2 millones de individuos.
- El 52 % de la biomasa estimada de peces pelágicos pequeños se observó dentro de las primeras 8 millas náuticas, comportamiento que ocurre cuando las especies se encuentran en etapa juvenil y se repliegan hacia zonas más costeras.
- En los lances de pesca comprobatoria se registró un 78% de peces en etapa juvenil, siendo macarela, botella y pinchagua las especies mayormente representadas, para el caso de las especies picudillo y sardina redonda la presencia de juveniles apenas representó el 4 %.
- Se observó una amplia distribución horizontal de los PPP (macarela, botella, pinchagua, chuhueco, picudillo y sardina redonda) mayormente costero, presentando 4 núcleos de concentración, localizadas en los alrededores de Bahía de Caráquez, frente a Puerto Cayo, Machalilla y Golfo de Guayaquil.
- Se observó que especies juveniles de picudillo, sardina redonda, macarela y botella presentaron un comportamiento más oceánico en relación a su distribución, mientras que pinchagua fue más cercana a la costa.
- En relación a la frecuencia de talla, aproximadamente el 78 % de los individuos de PPP capturados en los lances de pesca se encontraban por debajo de su talla media de madurez sexual, especies como macarela, botella y pinchagua fueron las mayormente representadas; para el caso de picudillo y sardina redonda, el 96 % se encontraba por encima de su talla media de madurez.
- Se observaron temperaturas superficiales en la zona de estudio con un promedio de 23,2 [°C], esto se vio reflejado en anomalías positivas con un valor promedio de 0,7 [°C].
- La termoclina se mostró relativamente cercana a la superficie, más marcada al norte y dispersa

hacia el sur, a una profundidad promedio de 27,5 [m].

- El frente ecuatorial se logra evidenciar en la zona estudiada cerca de la longitud 81° O y latitud 1° S, lo cual es común para la época (Okuda, 1983).
- La masa de agua predominante hasta los primeros 40 [m] correspondió a ATS y a partir de esta profundidad empieza a dominar AESS.
- Los valores de la biomasa indicaron que existió una variabilidad significativa tanto para fitoplancton como el zooplancton en el área de estudio.
- La máxima abundancia ictioplanctónica fue registrada en las estaciones ubicadas alrededor del Golfo de Guayaquil.
- A manera general, a nivel del ictioplancton, las especies del grupo pelágico pequeño no registraron concentraciones representativas durante este monitoreo.

6. BIBLIOGRAFIA

- A. Birol Kara, P. A. (2000). An optimal definition for ocean mixed layer depth. *Journal of Geophysical Research*, 16803-16821.
- Allan Robinson, H. S. (1959). The Oceanic Thermocline and the Associated Thermohaline Circulation. *Woods Hole Oceanographic Institution*, 295-308.
- Armi, L. (1978). Some evidence for boundary mixing in the deep Ocean. *Journal of Geophysical Research*, 1971-1979.
- 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*.
- Anandavelu, R.S. Robin, R. Purvaja, D. Ganguly, G. Hariharan, R. Raghuraman, M.H.K. Prasad, R. Ramesh (2020). Spatial heterogeneity of mesozooplankton along the tropical coastal waters, *Continental Shelf Research*, Volume 206.
- Bachiller, E., Jiménez, J., Albo-Puigserver, M., Pennino, M. G., Marí-Mena, N., Esteban, A. & Coll, M. (2021). Trophic niche overlap between round sardinella (*Sardinella aurita*) and sympatric pelagic fish species in the Western Mediterranean. *Ecology and evolution*, 11(22), 16126-16142.
- Bakun, A. (1996). *Patterns in the Ocean. Ocean processes and marine population dynamics*. España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Boltovskoy, E. (1981). *Atlas del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Pub. INIDEP. Mar del Plata-Argentina. 936pp.
- Bonecker, C. C., Nagae, M. Y., Bletler, M. C. M., Velho, L. F. M., & Lansac-Toha, F. A. (2007). Zooplankton biomass in tropical reservoirs in southern Brazil. *Hydrobiologia*, 579(1),

115-123.

Borme, D., Legovini, S., de Olazabal, A., & Tirelli, V. (2022). Diet of Adult Sardine *Sardina pilchardus* in the Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(8), 1012.

Botero, M. (2004). Comportamiento de los peces en la búsqueda y la captura del alimento: *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* Vol. 17 No. 1. DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.323926>

Boyer, J., Fourqrean, J. & Jones, R. (1997). Spatial characterization of water quality in Florida Bay and Whitewater Bay by multivariate analyses: Zones of similar influence. *Estuaries*, 20, 743-758.

Brodeur, R. D., & Ware, D. M. (1992). Long-term variability in zooplankton biomass in the subarctic Pacific Ocean. *Fisheries Oceanography*, 1(1), 32-38.

Bucheli, R., & Cajas, J. (2021). Distribución espacial de diversidad y abundancia de copépodos planctónicos en el Pacífico ecuatoriano durante octubre del 2017. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 4(1), 13-13.

CPC. (2022). DISCUSION DIAGNOSTICA HASTA JULIO 2022.

CPPS. (2015). PROTOCOLO DEL USO DEL CTD SEA-BIRD Y PROCESAMIENTO DE DATOS. 23.

CPPS, G.-B. (2022). Guía para el control de calidad de datos de temperatura y salinidad obtenidos en cruceros oceanográficos regionales. 30.

Cucalon E. (1983). Temperature, Salinity and Water Masses Distribution of Ecuador during an El Niño Event in 1976.

Cucalon, E. (1983). TEMPERATURE, SALINITY AND WATER MASS DISTRIBUTION OF ECUADOR DURING AN EL NIÑO EVENT IN 1976. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología* .

Cury, Phillipe, Lynne Shannon y Yunne-Jai S Shin (2001). "The Functioning of Marine Ecosystems". Reykjavik Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem 3, Reykjavik, Iceland

Castro, L. R., Salinas, G. R., & Hernández, E. H. (2000). Environmental influences on winter spawning of the anchoveta *Engraulis ringens* off central Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 197, 247-258

Chassot, E., Bonhommeau, S., Dulvy, N. K., Mélin, F., Watson, R., Gascuel, D., & Le Pape, O. (2010). Global marine primary production constrains fisheries catches. *Ecology Letters*,

Chavez, F. P, Messié, M., & Pennington, J.P. (2011). Marine primary production in relation to climate variability and change. *Annual Review of Marine Science*, 3(1), 227-260

Chinacalle-Martínez, N., García-Rada, E., López-Macías, J., Pinoargote, S., Loor, G., Zevallos-

- Rosado, J., & Peñaherrera-Palma, C. (2021). Oceanic primary production trend patterns along coast of Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 7(1), 379-391.
- Coello, D. & M. Prado (1999). Variabilidad del fitoplancton y microzooplancton frente a la costa ecuatoriana durante 1995-1999. "Características Oceanográficas y pesqueras en el Ecuador durante 1994-1999". Boletín Especial del Instituto Nacional de Pesca (Ecuador), 72-108 pp.
- Coello, D., Prado, M., Cajas, J., & Cajas, L. D. (2010). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana. 20(2), 28-33.
- De la Cuadra, T. (1999). Condiciones oceanográficas y meteorológicas en el océano Pacífico frente al Ecuador en el período 1994-1999. (Gaibor, Arriaga y Ormaza, Ed.) Boletín Científico y Técnico, Especial, 1-15.
- De La Cuadra, T. & Cedeño J. (2005). Funcion en MATLAB para cálculo de masas de agua .
- De la Cuadra, T. (2009). Variabilidad Estacional e Interanual en Estaciones 10 millas de la costa, en el período 2004-2009. Boletín Científico y Técnico, 20(5), 1-16.
- Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN) (2018). Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño. Noviembre 2018. Guayaquil-Ecuador. 2pp.
- Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN) (2022). Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño. Enero-Diciembre 2022. Guayaquil-Ecuador. 2pp.
- Fernández, M. (2015). Orden Calanoida. Ibero diversidad entomológica. Idea-sea., 89: 1-27. http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_89.pdf .
- Fernández-Álamo, M. A., & Färber-Lorda, J. (2006). Zooplankton and the oceanography of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69(2-4), 318-359.
- Foote KG. 1987. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *J. Acoustic Soc. A.m.*, 82, 981-7.
- Garrido, S., Ben-Hamadou, R., Oliveira, P. B., Cunha, M. E., Chícharo, M. A., & van der Lingen, C. D. (2008). Diet and feeding intensity of sardine *Sardina pilchardus*: correlation with satellite-derived chlorophyll data. *Marine Ecology Progress Series*, 354, 245-256.
- Guerrero, R., Hernández, N., Morales, F., López, C., & Montiel, M. (2016). Primer reporte de los Cladóceros *Penilia avirostris* y *Pseudevadne tergestina* en la boca San Carlos - Zapara del Sistema de Maracaibo, estado Zulia. *Ciencia*, 24(1).
- Holm-Hanseno. C. J. Lorenzen, R. W. Holmes and J. D. H. Stricki. And 1965. Fluorometric determination of chlorophylls. *Jourllal du Cm/seil, ConseilInternational pour [Exploration de la Mer*, 30, 3-15.
- Hjort, J. (1914). Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe. *Rapports et Procès verbaux des Réunions. Conseil international pour l'Exploration de la Mer* 20 : 1-28.

- IOC. (2013). Guía para el control de calidad de datos de temperatura y salinidad obtenidos en cruceros oceanográficos regionales.
- Kendall, A.W. Jr. & A.C. Matarese (1994). Status of early life history descriptions of marine teleosts. Fish. Bull. 92: 725-736.
- Krautz, M. C., Castro, L. R., González, M., Vera, J. C., & González, H. E. (2012). Concentration of ascorbic acid and innate immune effectors in *Engraulis ringens* and *Strangomera bentincki* during their main spawning period (2007-2008) in the Humboldt current system off Chile. Marine Biology, 159(2), 303-317
- 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>.
- Legendre, P.& Legendre, L. (1998). Numerical Ecology. Amsterdam. Elsevier.
- Loor, A., & Sonnenholzner, S. (2016). Reproductive cycle of the rock oyster, *Striostrea prismatica* (Gray, 1825) from two locations on the southern coast off Ecuador. Aquaculture Research, 47(5), 1432-1442.
- Lorenzen, C. J. (1967). Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. Limnology and Oceanography. 12(2):343-346
- Luzuriaga, M, & Elías E. (1999). Variaciones Poblacionales del Ictioplancton y zooplancton en el mar Ecuatoriano desde 1994 a 1999. (Gaibor, Arriaga y Ormaza, Ed.) Boletín Científico y Técnico, Especial, 109-132.
- MacLennan D and Simmonds J. (1992). Fisheries Acoustics. Fish and Fisheries Series 5. First edition. Chapman and Hall editors. London, UK.
- Mamayev. (1975). Temperature-Salinity Analysis of World Ocean Waters.
- Matareses, A. C., W, Kendall., D. M, Blood y B. M. Vinter. (1986). Laboratory guide to early life history stages of Northeast Pacific fishes, Dep. Commer., NOAA Teach. Rep. NMFS 80: 652p.
- Martínez Marcial, B. M. (2019). Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil).
- Moser, H. G. (Ed.) (1996). The early stages of fishes in the California Current region. CaLCOFI Atlas No. 33. 1505 p.
- Okuda. (1983). Variación estacional de la posición del frente ecuatorial y su efecto sobre la fertilidad de las aguas superficiales ecuatorianas.

- Ortega, L. (2013). Efectos de la variabilidad climática y la pesca. Uruguay.
- PALMA S & N SILVA (2004) Distribution of siphonophores, chaetognaths, euphausiids and oceanographic conditions in the fjords and channels of southern Chile. Deep Sea Research II 51: 513-535.
- Parada, C. (Marzo de 2013). Variabilidad ambiental y recursos pesqueros en el Pacífico suroriental: estado de la investigación y desafíos para el manejo pesquero. Valparaíso.
- Paul S. Schopf, M. A. (1983). On Equatorial Dynamics, Mixed Layer Physics and Sea Surface Temperature. Journal of Physical Oceanography, 917–935.
- Passow, U., & Carlson, C. A. (2012). The biological pump in a high CO₂ world. Marine Ecology Progress Series, 470, 249-271
- Plounevez, S., & Champalbert, G. (2000). Diet, feeding behaviour and trophic activity of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea). Oceanologica Acta, 23(2), 175-192.
- Pomeroy, L. R., Williams, P. J., Azam, F., & Hobbie, J. E. (2007). The microbial loop. Oceanography,
- QGIS. (2022). QGIS Desktop User Guide; Spatial Analysis (Interpolation). Obtenido de https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.html#spatial-analysis-interpolation.
- Ramírez, F.C. y H.W. Mianzan. (2011). Distribución horizontal de los copépodos del mar argentino. En: Boltovskoy, D. (Ed.). Atlas de sensibilidad ambiental de la costa y el mar argentino.
- Rojas de Mendiola, B. (1978). El alimento de la anchoveta *Engraulis ringens* J. en un área de afloramiento (San Juan). Instituto del Mar de Peru. Informe, No 27.
- Romero, A, E. Landívar, G. Ponce, M. Hurtado, T. De la Cuadra, M. Prado, J. Guerrero, J. Cajas, G. Calderón, G. Ayora, P. Macías, K. Alarcón, Á. Muñoz, R. Bucheli, G. Sandoval y V. Jurado (2018). Evaluación hidroacústica de los principales peces pelágicos pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial, durante noviembre de 2018. INP-SRP-CNP 18-11-02PV.
- Schlitzer, R. (2002). Interactive analysis and visualization of geoscience data with Ocean Data View. Obtenido de Computers & Geosciences : www.elsevier.com/locate/cageo
- Smith, E. y S. Richardson (1979). Técnicas Modelo para las Prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Documento Técnico de Pesca. (175), 1-107.
- Sparks, Tim y Philip Chris Reid (1999). “Marine Plankton”. En Melvin G. Cannell, Jean Palutikof y Tim Sparks (eds.), Indicators of climate change in the UK (pp. 68-69).

Department of the Environment, Transport and the Regions, U.K.

- TerBraak, C.J.(1986). Canonical Correspondence Analysis: A New eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67, 1167-1179.
- Tomas, C. (1996). Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic Press. 598 p.
- Troccoli Ghinaglia, L., Herrera-Silveira, J. A., & Comín, F. A. (2004). Structural variations of phytoplankton in the coastal seas of Yucatan, Mexico. *Hydrobiologia*, 519(1), 85-102.
- Twilley, R. R., Cárdenas, W., Rivera-Monroy, V. H., Espinoza, J., Suescum, R., Armijos, M. M., & Solórzano, L. (2001). The Gulf of Guayaquil and the Guayas river estuary, Ecuador. In *Coastal marine ecosystems of Latin America* (pp. 245-263). Springer, Berlin, Heidelberg.
- UNESCO, (1978). The size of cells. In *Manual of phytoplankton*, UNESCO. Ed. Sournia.
- Utermöhl H. (1958), Zur Vervollkommnung der quantitative Phytoplankton methodik, Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol., 9, 1–38.
- Vásquez-Yeomans, L. (2000). Seasonal variation of ichthyo- plankton in a western Caribbean bay system. *Env. Biol. Fishes.* 58: 349-392.
- Wyrtki, K. (1975). El Niño—The Dynamic Response of the Equatorial Pacific Ocean to Atmospheric Forcing. *Journal of Physical Oceanography*.
- Wang, J., Jiang, RJ, Hu, CL, Li, Z., Xiao, Y., Xu, YJ, ... y Xu, HX (2021). Ecología alimentaria de *Engraulis japonicus* basada en el contenido del estómago y el isótopo estable. *Ying Yong Sheng tai xue bao = The Journal of Applied Ecology* , 32 (6), 2035-2044.
- Wang, Y. G., Tseng, L. C., Sun, R. X., Chen, X. Y., Xiang, P., Wang, C. G., & Hwang, J. S. (2022). Copepods as Indicators of Different Water Masses during the Northeast Monsoon Prevailing Period in the Northeast Taiwan. *Biology*, 11(9), 1357.
- YSI. (2010). CastAway User's Manual. Obtenido de <http://www.sontek.com/castaway.php>
- Yoo, S., H. Batchelder, W. Peterson & W. Sydeman (2008). Seasonal, interannual and event scale variation in North Pacific ecosystems. *Prog. Oceanogr.*, 77(2-3): 155-181.
- Zar, J. (1996). *Biostatistical Analysis*. New Jersey Prentice Hall.

Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca

Dirección: Letamendi #102 y la Ría

Código postal: 090314 / Guayaquil-Ecuador

Teléfono: 593-4-2401773 / 2401776 / 2401779

www.institutopesca.gob.ec

