

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA

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

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)

Álvaro Romero¹, Evelyn Landívar², Gabriela Ponce¹, Mario Hurtado¹, Telmo De la Cuadra¹,
Mónica Prado¹, Johanna Guerrero¹, Jaqueline Cajas¹, Gregoria Calderón¹, Gabriela Ayora¹,
Patricia Macías¹, Katherine Alarcón¹, Ángel Muñoz¹, Robert Buchelli¹, Geovanny Sandoval¹ y
Viviana Jurado¹

¹Instituto Nacional de Pesca

²Cámara Nacional de Pesquería

RESUMEN EJECUTIVO

El Instituto Nacional de Pesca (INP), la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) y la Cámara Nacional de Pesquería (CNP), llevaron a cabo entre el 5 y 18 de noviembre de 2018 el crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria de los recursos de Peces Pelágicos Pequeños (PPP) frente a la costa ecuatoriana en cuatro barcos pesqueros comerciales, denominado INP-SRP-CNP 18-11-02PV. Durante los 14 días que duró la campaña de investigación, se prospectó 21 transectas perpendiculares a la costa mediante acústica submarina, cubriendo un área de 22 883 km² desde la latitud 00°10'N hasta la latitud 03°20'S (frontera entre Ecuador y Perú), entre la costa ecuatoriana y el meridiano 81°18'O cubriendo todo el perfil costero entre las líneas de batimetría de 10 m hasta los 1000 m.

La biomasa total estimada para las especies de PPP (botella, macarela, sardina redonda, pinchagua, picudillo, chuhueco y anchoa) fue de 1 490 713 t con una abundancia de 6.8 mil millones de individuos, la cual representó una biomasa mayor a lo reportado en el crucero de marzo/2018. El grupo de "otras especies" alcanzó una biomasa de 383 019 t. El área de mayor abundancia fue la "Zona Sur" con 1 212 122 t de biomasa, mientras que la "Zona Norte" sumó una biomasa de 278 591 t. La densidad acústica promedio fue de 224.6 t mn⁻². La macarela fue la especie predominante, alcanzando una biomasa de 999 506 t, acumulando el 67% de la biomasa estimada total.

Los resultados biológicos (reproductivos) de los especímenes muestreados indicaron que las principales especies PPP se encontraban en estadios IV de madurez sexual, coincidiendo con lo encontrado en el análisis de huevos y larvas de peces.

En dicha campaña de investigación se ejecutaron 35 estaciones oceanográficas en las que se obtuvieron parámetros físicos y se colectaron muestras para determinar nutrientes inorgánicos disueltos y plancton (fito, zoo e ictioplancton).

En términos generales la estructura térmica vertical subsuperficial fue encontrada profundizada, con anomalías térmicas positivas en cada uno de los niveles y con una termoclina de gradiente débil. La temperatura superficial del mar promedio en la zona de estudio fue de 24.3 °C. Adicionalmente, se registraron concentraciones de oxígeno disuelto a nivel superficial que fluctuaron entre 4.8 y 5.6 ml/l, las mayores concentraciones se detectaron en las estaciones oceánicas frente al Golfo de Guayaquil, las costas de Santa Elena, y Puerto López, reflejando un ambiente oxidante de relativa productividad.

En general las densidades de fitoplancton fueron relativamente altas en la presente campaña investigativa, especialmente hacia el estuario del Golfo de Guayaquil, zona oceánica frente a Manabí y suroeste del área de estudio, predominando las diatomeas. Sin embargo, el porcentaje de dinoflagelados encontrados principalmente en la zona sur del área de estudio fue alto, superando incluso los valores históricos obtenidos en muestreos previos para esta región.

La fauna zooplanctónica estuvo representada por 10 taxa siendo los crustáceos la clase dominante. Las concentraciones del zooplancton se distribuyeron ampliamente en toda el área de estudio, evidenciándose las mayores densidades en la zona del estuario del Golfo de Guayaquil, y zona norte como Salango, zonas cercanas a Jaramijó, Canoa y Pedernales. Se

considera que las anomalías positivas encontradas, habrían influenciado la composición de las comunidades tanto del fitoplancton como del zooplancton.

Las altas densidades de larvas de peces habrían coincidido con los núcleos de mayor abundancia de fitoplancton especialmente frente al Golfo de Guayaquil y al suroeste del área de estudio. Mientras que en la parte norte del área de estudio existiría una mayor dispersión del alimento debido a la turbulencia generada, y por tanto índices bajos de supervivencia de las larvas. El 80% de los huevos identificados de las especies botella, sardina redonda, chuhueco se encontró en estado de división celular (etapa inicial), por lo que se infiere que estas especies se encontraban iniciando su actividad reproductiva. Mientras que solo el 20% de los individuos la especie macarela (*Scomber japonicus*) se hallaban iniciando su proceso de desove.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. Objetivo General.....	8
2.2. Objetivos Específicos	8
3. METODOLOGÍA	8
3.1. Área de Estudio	8
3.2. Biomasa, abundancia y distribución geoespacial	10
3.2.1. Acústica	10
3.2.2. Pesca comprobatoria	12
3.2.3. Aspectos Reproductivos.....	12
3.3. Condiciones oceanográficas	13
3.3.1. Oceanografía física.....	13
3.3.2. Oceanografía química.....	14
3.3.3. Oceanografía biológica	14
3.3.3.1. Fitoplancton y zooplancton.....	14
3.3.3.2. Ictioplancton.....	14
4. RESULTADOS	15
4.1. Estimación de biomasa, abundancia y distribución geoespacial.....	15
4.1.1. Macarela (<i>Scomber japonicus</i>).....	17
4.1.2. Botella (<i>Auxis</i> spp.)	18
4.1.3. Sardina redonda (<i>Etrumeus teres</i>)	19
4.1.4. Pinchagua (<i>Opisthonema</i> spp.).....	20
4.1.5. Picudillo (<i>Decapterus macrosoma</i>).....	21
4.1.6. Chuhueco (<i>Cetengraulis mysticetus</i>)	22
4.1.7. Género Anchoa	23
4.1.8. “Otras Especies”	24
4.2. Pesca comprobatoria.....	25
4.3. Índice Gonadosomático	25
4.3.1. Pinchagua (<i>Opisthonema</i> spp.).....	25
4.3.2. Macarela (<i>Scomber japonicus</i>).....	25
4.4. Talla media de madurez sexual	26

4.4.1.	Pinchagua (<i>Opisthonema</i> spp.).....	26
4.4.2.	Macarela (<i>Scomber japonicus</i>).....	26
4.4.3.	Botella (<i>Auxis</i> spp.)	27
4.5.	Condiciones oceanográficas	27
4.5.1.	Oceanografía Física.....	27
	Temperatura superficial del mar (TSM).....	27
	Anomalías de TSM (ATSM).....	28
	Salinidad superficial del mar (SSM).....	28
	Masas de agua	28
	Temperatura del mar a nivel sub superficial	32
	Masas de agua a nivel sub superficial	33
	Perfiles de Estaciones Oceánicas	33
4.5.2.	Oceanografía Química	34
4.5.3.	Oceanografía Biológica	37
4.5.3.1.	Fitoplancton.....	37
4.5.3.2.	Zooplancton.....	38
4.5.3.3.	Ictioplancton.....	40
5.	DISCUSIÓN	45
6.	CONCLUSIONES	51
7.	RECOMENDACIONES	52
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	53
	ANEXOS.....	59

1. INTRODUCCIÓN

El método acústico para evaluar los recursos pelágicos ha sido aplicado en Ecuador desde los inicios de los 90's mediante campañas de investigación que han conducido a establecer la variabilidad en la distribución y biomasa de los recursos de peces pelágicos pequeños; elementos que conducen a remarcar la importancia de dicha metodología al momento de explicar las capturas registradas por la pesca comercial.

El Instituto Nacional de Pesca lidera la evaluación de los recursos pesqueros, campo en el que se incluyen los métodos hidroacústicos desde 1990. En la primera evaluación hidroacústica se estimó una biomasa equivalente a 2,4 millones de toneladas de peces pelágicos pequeños, posteriormente, las exploraciones en el mar territorial evaluaron la biomasa por especie, tales como macarela, sardina del sur y rollizos.

Desde el 2012 hasta la actualidad la secuencia en la ejecución de estas campañas de investigación ha sido realizada de manera esporádica, promoviendo establecer la biomasa y abundancia de las principales especies (macarela, botella, sardina redonda, picudillo, chuhueco y pinchagua), las cuales son parte de la captura comercial de la flota cerquera presente en el perfil costero ecuatoriano.

La pesquería de peces pelágicos pequeños (PPP) constituye una de las principales pesquerías en Ecuador, y los recursos son extraídos por esta flota industrial y pescadores artesanales, principalmente en el Golfo de Guayaquil.

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

Con el fin de establecer la condición actual en cuanto a la composición, distribución, biomasa y abundancia de las principales especies de peces pelágicos pequeños sobre la plataforma y talud continental ecuatoriano, se realizó un crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria en marzo 2018, para lo cual se planteó una alianza público-privada entre el Instituto Nacional de Pesca (INP), Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) y la Cámara Nacional de Pesquería (CNP).

Posteriormente y con el fin de mantener las evaluaciones poblacionales de los peces pelágicos pequeños y formalizar esta alianza público-privada, el INP y la CNP firmaron dos convenios de cooperación institucional, uno de ellos fue el *“Convenio Específico de Cooperación Interinstitucional entre el Instituto Nacional de Pesca y la Cámara Nacional de Pesquería para la ejecución de cruceros de investigación en el marco del Programa de Investigación relacionado al “FIP” para la pesquería de peces pelágicos pequeños.”*, firmado el 5 de noviembre del 2018, teniendo como propósito

la ejecución de Cruceros de Investigación Científica con industrias asociadas a la CNP para la evaluación de la pesquería de peces pelágicos pequeños.

El crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria denominado INP-SRP-CNP 18-11-02PV fue realizado entre el 5 y 18 de noviembre de 2018, para lo cual formaron parte cuatro barcos pesqueros comerciales con red de cerco de jareta, autorizados bajo Acuerdo Ministerial Nro. MAP-SRP-2018-0052-A del 30 de octubre de 2018; la campaña fue realizada durante el periodo de veda.

De forma complementaria, se colectaron datos oceanográficos, biológicos y reproductivos, pretendiendo definir relación entre estas variables y la presencia o ausencia de las especies pelágicas pequeñas, y a la vez generar conocimiento que robustezca las medidas de ordenamiento existentes a corto, mediano y largo plazo.

De los parámetros colectados, el plancton constituido por el fitoplancton, es la base de las tramas tróficas y domina los ecosistemas pelágicos que cubren el 70% de la superficie del mundo (Reynolds, 2006), y por el zooplancton, que son organismos que favorecen la transferencia de energía a niveles tróficos más altos en las redes alimentarias marinas (Dahlgren et al., 2010). Es la forma de vida más abundante de los ecosistemas acuáticos y sirve de alimento a organismos mayores principalmente los pelágicos menores que son organismos que se alimentan por filtración y por consumo de pequeñas partículas de plancton vegetal y animal (Manrique, 2000).

En esta campaña con los resultados alcanzados se resalta la importancia de conocer la distribución y abundancia de los organismos del fitoplancton y zooplancton, en los ecosistemas donde se desarrollan los peces pelágicos pequeños, puesto que sin ellos no lograrían sobrevivir. Además, conociendo la taxa de los organismos planctónicos de un ecosistema marino y sus niveles de concentración, se puede determinar la comunidad y distribución de los principales recursos que presenten concentración o distribución significativa. Así como también, relacionar la abundancia del plancton con áreas de desove y de concentración de huevos y larvas de peces, puesto que constituyen su principal alimento en las primeras etapas de vida (Bustos et al., 2008).

En cuanto al ictioplancton, este tiene un aspecto fundamental para el manejo de los recursos pesqueros, debido a que el reclutamiento de peces depende de la supervivencia y disponibilidad de sus primeros estadios de desarrollo (Peterson y Warner, 2002), los cuales son muy susceptibles a la variabilidad ambiental (Miller y Kendall, 2009), lo cual lo convierte en un indicador de la producción futura de la población con interés de pesca.

El presente estudio contiene los resultados de la cuantificación de la biomasa y, abundancia por hidroacústica, la distribución espacial e indicadores biológicos de macarela, botella, sardina redonda, picudillo, chuhueco, pinchagua y otras especies no pelágicas, las condiciones ambientales y las relaciones entre estas y la

distribución del recurso en la zona centro-sur de la costa ecuatoriana, sobre el talud y plataforma continental donde mayormente se explotan estos recursos, este trabajo se pudo realizar gracias a la alianza público privada que mantiene el INP y la CNP.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Estimar la abundancia y distribución espacial acústica de las principales especies de peces pelágicos pequeños en aguas ecuatorianas y su relación con variables oceanográficas y biológicas.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar áreas de distribución acústica de las principales especies de peces pelágicos pequeños.
- Valorar las condiciones oceanográficas existentes frente a la costa ecuatoriana, tanto en la superficie como en la subsuperficie.
- Determinar la productividad del océano en función de los nutrientes inorgánicos disueltos y el plancton.
- Identificar zonas de mayor concentración de huevos y larvas de peces pelágicos pequeños.
- Determinar los parámetros biométricos y biológicos (peso, talla, sexo, estadio de madurez y peso de la gónada) de las principales especies de peces pelágicos pequeños provenientes de la pesca comprobatoria.

3. METODOLOGÍA

3.1. Área de Estudio

Se prospectó mediante acústica submarina un área total de 22 883 km² desde la latitud 00°00'N hasta la latitud 03°20'S (frontera entre Ecuador y Perú), entre la costa ecuatoriana y el meridiano 81°18'W, cubriendo todo el perfil costero entre las líneas de batimetría de 10 m hasta los 1000 m de profundidad.

El área de estudio fue dividida en dos Subáreas: “Zona Norte” y “Zona Sur”, esta última comprendió el área desde la frontera con Perú hasta Puerto López, mientras que la Zona Norte estuvo entre Puerto López hasta Pedernales.

Durante el crucero se colectó información acústica para determinar las marcas de peces pelágicos pequeños presentes en 21 transectas, complementándolo con datos de 16 lances de pesca comprobatorios sobre cardúmenes identificados.

Se realizaron 35 estaciones oceanográficas para registrar datos oceanográficos y se tomaron muestras del plancton utilizando diferentes tipos de redes; la ubicación geográfica de las estaciones se encuentra en el Anexo 1.

Las estaciones oceanográficas fueron distribuidas de la siguiente manera: i) 11 en el veril de 10 metros (estaciones costeras) según la batimetría local, ii) 11 en el veril de 1000 metros, iii) 10 en tramos intermedios (la profundidad del sitio osciló entre 40 y 200 metros); y, iv) 4 correspondieron a estaciones fijas muestreadas periódicamente por el INP (Salinas, Puerto López y Santa Clara 10 millas costa afuera) y ESPOL (El Pelado) (Figura 1).

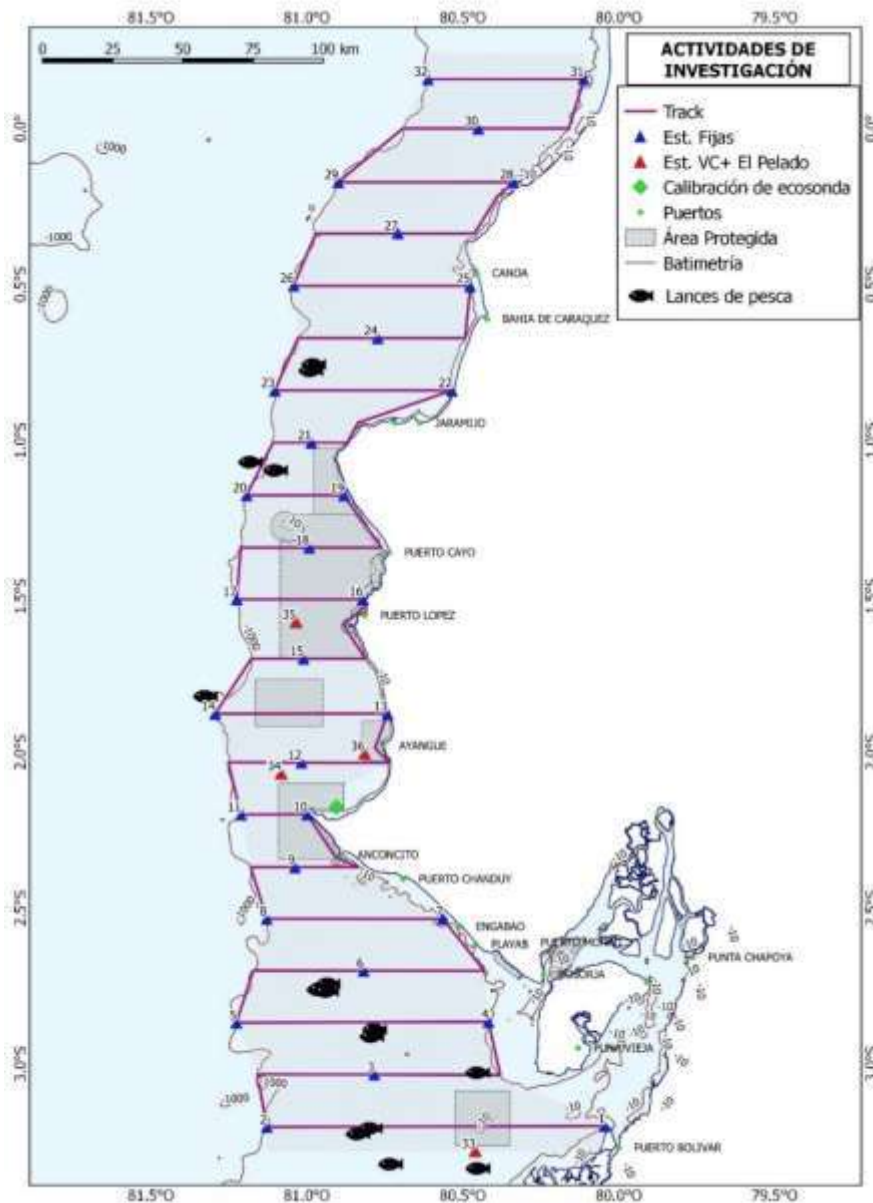


Figura 1. Área de estudio y actividades de investigación durante el crucero de noviembre 2018

3.2. Biomasa, abundancia y distribución geoespacial

3.2.1. Acústica

La prospección hidroacústica se realizó a bordo de dos barcos pesqueros comerciales, denominados para este caso como “científicos”: B/P Caripe y B/P Simy-5, las características de los barcos se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características generales de las embarcaciones “científicas”, crucero noviembre 2018

Nombre de embarcación	B/P Caripe	B/P Simy-5
Matrícula	P-00-00903	P-06-08313
Eslora	35.38 m	33.47 m
Manga	7.68 m	7.32 m
Puntal	3.66 m	3.44 m
TRN	59.08 t	45.57 t
Potencia	705 HP	705 HP
Ecosonda científica	EY60 SIMRAD, 120 KHz	EY60 SIMRAD, 120 KHz

Los barcos indicados llevaban un ecosonda científica portátil SIMRAD EY60 configurada en la frecuencia de 120 KHz. El diseño del sistema de muestro acústico consistió en realizar 21 transectas paralelas entre sí, y con orientación Este - Oeste y Oeste – Este respecto a la costa entre los veriles de 10 a 1000 m de profundidad. De las cuales 10 correspondieron a la Zona Sur y 11 a la Zona Norte. La separación entre transectas fue de 10 mn y la unidad básica de muestreo (UBM) fue de 1 mn.

La calibración de la ecosonda acústica se realizó según las especificaciones de su fabricante (SIMRAD, 1992); el resultado de la calibración se encuentra en el Anexo 2.

Los datos acústicos (ecogramas) obtenidos fueron grabados hasta 500 m de profundidad y fueron procesados mediante la herramienta LP en R Studio para obtener el coeficiente de dispersión náutica (NASC, Nautical Area Scattering Coefficient), necesario para calcular biomasa y abundancia de especies.

Los ecogramas fueron extraídos en cada milla náutica (1 UBM) y se consideraron datos constantes de entrada para la ejecución de la rutina; la profundidad fue fijada en 400 m y el coeficiente de absorción en 46.15 dB/km (Anexo 3). Los resultados que se obtienen corresponden a longitud, latitud, profundidad promedio y NASC promedio de las marcas de peces pelágicas seleccionadas; no se consideraron los mictófidios (peces linternas) ni otras marcas de peces demersales no consideradas en este estudio. La incertidumbre asociada a los resultados de valores NASC se consideró en la metodología propuesta por esta rutina.

La discriminación de las marcas registradas por especies se la realizó considerando el tipo de ecotrazos o características y la composición de las capturas de pesca comprobatoria y capturas reportada por la flota de peces pelágicos pequeños.

Para el cálculo de la abundancia (Número de peces) y biomasa (toneladas) se utilizó el método de estimación por Áreas Isoparalitorales (AIP) y aplicando lo recomendado por MacLennan y Simmonds (1992), lo que permitió calcular el número de peces

detectados por UBM a partir de la ecointegración (NASC). Se aplicó la ecuación de Fuerza de Blanco (TS/talla) mediante la ecuación empírica propuesta por Foote (1987):

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

Donde; L es la longitud del pez en cm y b_{20} (en dB) es un factor dependiente de las características reflectivas del blanco (basándose en la similitud morfológica por especie).

En la tabla 2, se muestra las ecuaciones para la frecuencia 120 kHz utilizadas para las diferentes especies evaluadas en este estudio.

Tabla 2. Ecuaciones TS para las diferentes especies evaluadas, crucero noviembre 2018

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)
Sardina redonda	$TS=20\log L-74.10$	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)
Anchoa	$TS=20\log L-77.50$	por individuo (L en cm)
Gallineta	$TS=20\log L-70.80$	por individuo (L en cm)
Hojita	$TS=20\log L-77.50$	por individuo (L en cm)
Carita	$TS=20\log L-77.50$	por individuo (L en cm)
Chazo	$TS=20\log L-77.50$	por individuo (L en cm)

La densidad o número de peces (ρ) se calculó según la ecuación: $\rho = NASC/\sigma$, 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 y del monitoreo de los desembarques de octubre-diciembre 2018 (Anexo 4).

Botella (g)	$= 0.0011 L^{3.8041}$	(L en cm)
Macarela (g)	$= 0.0042 L^{3.3860}$	(L en cm)
Gallineta (g)	$= 0.0010 L^{3.7806}$	(L en cm)
Sardina Redonda (g)	$= 0.0013 L^{3.7687}$	(L en cm)
Pinchagua (g)	$= 0.0048 L^{3.2261}$	(L en cm)
Picudillo (g)	$= 0.0361 L^{2.6610}$	(L en cm)
Chazo (g)	$= 0.0140 L^{3.0072}$	(L en cm)
Chuhueco (g)	$= 0.0024 L^{3.5462}$	(L en cm)
Hojita (g)	$= 0.0115 L^{2.8793}$	(L en cm)
Carita (g)	$= 0.0124 L^{2.9811}$	(L en cm)
Rollizo (g)	$= 0.0026 L^{3.4319}$	(L en cm)

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

3.2.2. Pesca comprobatoria

Los lances de pesca comprobatoria, fueron realizados a bordo de 2 embarcaciones pesqueras comerciales: el B/P Piquero, que contaba con una red de cerco con jareta y doble relinga (antifango) para realizar pesca cerca de la costa, y el B/P Pardela que utilizó la red de cerco tradicional; las características generales se detallan en la Tabla 3.

Los lances de pesca fueron efectuados para corroborar la información acústica levantada, para lo cual se realizaron muestreos biológicos de las muestras representativas de los cardúmenes capturados.

Tabla 3. Características generales de embarcaciones pesqueras, crucero noviembre 2018

Nombre de embarcación	B/P Piquero	B/P Pardela
Matrícula	P-00-00904	P-00-00873
Eslora	35.38 m	32.50 m
Manga	7.68 m	7.70 m
Puntal	3.66 m	4.00 m
TRN	59.08 t	65.73 t
Potencia	705 HP	705 HP
Arte de pesca	Red de cerco con jareta y doble relinga (antifango)	Red de cerco con jareta

- Arte de pesca

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

- 450 a 550 bz de largo por 55 bz de alto
- Luz o claro de malla: 28 mm (1 ⅛ pulg) en la sección del cuerpo y cabecero
- Aparejamiento del anti fango en la cenefa de plomo

3.2.3. Aspectos Reproductivos

La información procede de los lances efectivos de Pesca Comprobatoria a bordo del B/P Piquero y B/P Pardela y de la información entre enero 2012 – noviembre 2018, procedente del monitoreo mensual que realiza el Instituto Nacional de Pesca a través del programa Seguimiento de la Pesquería de Peces Pelágicos Pequeños.

Para la determinación de las curvas de madurez sexual, se utilizó el método de los mínimos cuadrados, calculándose el número de individuos por clase de talla en estadio maduro (desarrollo gonadal III, IV y V)¹.

La expresión utilizada es una función de tipo logística, cuya forma es:

$$P_{(i)} = \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 l}}$$

donde:

P_i = Proporción de madurez a la talla i

β_0 y β_1 = son constantes del modelo (parámetro de intercepto y pendiente)

Para obtener la talla a la cual el 50% de las hembras están maduras se estimaron los parámetros β_0 y β_1 mediante el método de máxima verosimilitud considerando una distribución binomial, para lo cual se utilizó la herramienta SOLVER de Excel, a través de la siguiente ecuación:

$$L_{50\%} = -\frac{\beta_0}{\beta_1}$$

Para determinar la época principal de desove, se registró el peso en gramos de ambas gónadas (Wg), utilizándose el Índice Gonadosomático (IGS) (Nikolsky, 1963), el cual relaciona el peso de la gónada y el peso corporal del pez, lo que está asociado al grado de madurez que experimenta el ovario o testículo en su ciclo reproductivo (De Vlaming et al., 1982). Siendo:

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

donde:

WG = el peso de las gónadas

WT = el peso total del pez.

¹ Estadios de madurez sexual: I = Virginal, II = madurez virginal – recuperación, III = Maduración, IV = Desove, V = Desovado, Colocar autores de dicha escala.

3.3. Condiciones oceanográficas

La información analizada corresponde a 35 estaciones oceanográficas durante la campaña de prospección acústica INP-SRP-CNP-18-11-02-PV.

3.3.1. Oceanografía física

Para la toma de datos, se utilizó un equipo CTD marca Sea-Bird, el cual está diseñado para obtener información de la columna de agua, y con el que se obtuvieron datos de temperatura, salinidad y densidad entre 0 y 110 metros de profundidad.

Adicionalmente, se calcularon los niveles de capa de mezcla y Z20 a partir de los registros de temperatura de CTD para cada estación y para complementar la información se utilizaron datos satelitales (NOAA* y HYCOM*) obteniendo la distribución superficial de anomalías de temperatura del mar, nivel medio del mar y nivel de Z20. Se obtuvo el gradiente de la termoclina para los perfiles de temperatura en cada estación > 30 m, a través del cociente entre las temperaturas de 20 °C y la última temperatura registrada por cada perfil, como lo indica la siguiente fórmula:

$$\text{Gradiente de termoclina} = \left[\frac{20^{\circ}\text{C} - (\text{última temperatura}^{\circ}\text{C})}{[Z(\text{última temperatura}^{\circ}\text{C}) - Z(20^{\circ}\text{C})]} \right] \times 10$$

Los porcentajes de las masas de agua presentes durante el crucero fueron calculados utilizando las masas de agua tipo, observadas en Cucalón (1983).

3.3.2. Oceanografía química

La metodología empleada en todo el proceso corresponde al estándar convencional aplicado para oceanografía química. Las muestras de aguas fueron colectadas con botellas Niskin, transferidas a botellas de polietileno previamente tratadas, y luego llevadas a congelación para su posterior análisis en los laboratorios del INP.

El oxígeno disuelto fue determinado por el método de Winkler modificado por Carpenter (1965), los nutrientes inorgánicos disueltos: nitrato, nitrito fosfato y silicato con las metodologías descritas por Strickland y Parsons (1972).

3.3.3. Oceanografía biológica

3.3.3.1. Fitoplancton y zooplancton

Se colectaron muestras de fitoplancton superficial en 35 estaciones (Figura 1), utilizando botellas hidrológicas Niskin, las mismas que se preservaron con solución de lugol. El conteo de células se realizó en cámaras de sedimentación de 50 cc mediante el método Utermöhl (Rytter, 1978).

El zooplancton se obtuvo con redes cónicas simples de 200 μm , mediante arrastres superficiales de cinco minutos de duración a una velocidad aproximada de 2 nudos. Las muestras fueron fijadas con formaldehído al 4 % neutralizado con tetra borato de sodio. El conteo se efectuó con cámaras Dolfus, aplicando la técnica de Sergio Frontier (Boltovskoy, 1981). La taxonomía se realizó utilizando claves especializadas, principalmente de Björnberg (1981) y Boltovskoy (1981 y 1999).

Con los datos cuantitativos se procedió al cálculo de abundancia, equitatividad, riqueza y diversidad (Krebs, 1999). Para establecer posibles diferencias entre las estaciones, se realizó un análisis de varianza no paramétrico (Kruskal-Wallis) luego de comprobar el no cumplimiento de los supuestos de normalidad y homocedasticidad (Zar, 1996), los cuales se expresaron en diagramas de cajas y bigotes de acuerdo a Boyer et al., (1997).

Para conocer las posibles relaciones entre el fitoplancton y zooplancton, se efectuó un análisis de correlación de Spearman, el cual permitió obtener un valor de asociación entre estas dos variables.

3.3.3.2. Ictioplancton

Las muestras de huevos y larvas se obtuvieron 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 en formol al 4% neutralizado con una solución saturada de borato de sodio.

Los organismos se preservaron con formol neutralizado al 4%. Los huevos y larvas de los pelágicos menores 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, medio y final y cuatro para las larvas con relación al desarrollo del notocordio, que son: estadios de preflexión, flexión y postflexión (Anexo 5). Se estandarizó a número de individuos/10 m² de superficie marina, a partir del método descrito por Smith y Richardson (1979).

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 de pelágicos menores en el área de estudio por medio del programa SURFER 7.0; Las escalas de abundancia que se reflejan en los mapas de distribución corresponden a 5 categorías: 0 (0 a 10 org/10m²), 1 (10 a 100 org/10m²), 2 (100 a 1000 org/10m²), 3 (10000 a 10000 org/10m²), 4 (10000 org/10m²).

4. RESULTADOS

4.1. Estimación de biomasa, abundancia y distribución geoespacial

Se estimó una biomasa de PPP de aproximadamente 1 490 713 t y una abundancia de 6.8 mil millones de individuos. La zona sur representó la mayor abundancia y biomasa con ca., 5 mil millones individuos y 1 212 122 t, respectivamente; para la zona norte la abundancia estimada fue de 1.5 mil millones de ejemplares con una biomasa de 278 591 t (Tabla 2 y 3).

Tabla 2. Biomasa (toneladas) de PPP calculada por transecta

Transecta		Latitud	Longitud inicial	Latitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Picudillo	Pinchagua	Chuhueco	Anchoa	Biomasa (t)
A	1	-3.20	-80.04	-81.13	34,597	48,048	0	0	16,475	14,684	1,046	114,850
	2	-3.04	-81.16	-80.38	13,821	4,203	0	0	0	0	0	18,024
	3	-2.86	-80.42	-81.23	20,094	11,225	0	0	1,632	1,383	0	34,333
	4	-2.70	-81.17	-80.43	43,681	197,532	0	0	4,038	3,421	0	248,672
	5	-2.53	-80.57	-81.13	5,958	163,470	19,913	5,155	1,172	2,560	0	198,228
	6	-2.37	-81.18	-80.84	1,529	89,158	0	0	0	0	0	90,686
	7	-2.20	-81.00	-81.21	63,017	3,370	775	5,576	0	343	0	73,081
	8	-2.03	-81.25	-80.74	23,346	36,987	6,546	0	4,783	0	0	71,663
	9	-1.88	-80.74	-81.30	39,615	194,330	17,895	0	14,151	0	0	265,991
	10	-1.70	-81.18	-80.81	5,581	16,809	0	0	0	0	0	22,390
	11	-1.51	-80.82	-81.23	15,123	46,799	12,014	0	268	0	0	74,204
B	12	-1.34	-81.21	-80.76	25,431	5,888	0	0	3,855	0	0	35,175
	13	-1.18	-80.88	-81.19	0	9,537	0	0	11,496	0	0	21,033
	14	-1.01	-81.11	-80.87	178	0	1,305	153	281	0	0	1,917
	15	-0.84	-80.54	-81.10	8,559	60,385	0	0	0	0	5,527	74,472
	16	-0.67	-81.03	-80.49	0	6,498	1,446	1,463	0	0	0	9,408
	17	-0.50	-80.48	-81.04	10,032	17,641	0	0	177	0	0	27,850
	18	-0.34	-80.97	-80.46	848	36,199	0	0	0	0	0	37,047
	19	-0.17	-80.34	-80.90	8,914	21,251	0	0	0	0	0	30,166
	20	0.00	-80.69	-80.16	1,991	19,593	490	496	3,636	0	0	26,206
	21	0.16	-80.11	-80.61	546	10,580	4,191	0	0	0	0	15,317
Totales					322,860	999,506	64,576	12,844	61,964	22,391	6,573	1,490,713

Tabla 3. Abundancia (millones de ejemplares) de PPP calculadas por transecta

Transecta	Latitud	Longitud inicial	Latitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Picudillo	Pinchagua	Chuhueco	Anchoa	Abundancia	
A	1	-3.20	-80.04	-81.13	173	134	0	0	211	356	58	934
	2	-3.04	-81.16	-80.38	69	11	0	0	0	0	0	81
	3	-2.86	-80.42	-81.23	100	31	0	0	20	33	0	186
	4	-2.70	-81.17	-80.43	218	553	0	0	51	83	0	907
	5	-2.53	-80.57	-81.13	29	458	172	39	15	62	0	776
	6	-2.37	-81.18	-80.84	7	249	0	0	0	0	0	257
	7	-2.20	-81.00	-81.21	315	9	6	42	0	8	0	382
	8	-2.03	-81.25	-80.74	117	103	56	0	61	0	0	338
	9	-1.88	-80.74	-81.30	198	544	154	0	181	0	0	1,079
	10	-1.70	-81.18	-80.81	27	47	0	0	0	0	0	75
	11	-1.51	-80.82	-81.23	75	131	103	0	3	0	0	314
B	12	-1.34	-81.21	-80.76	127	16	0	0	49	0	0	193
	13	-1.18	-80.88	-81.19	0	26	0	0	147	0	0	174
	14	-1.01	-81.11	-80.87	0.9	0	11	1	3	0	0	16
	15	-0.84	-80.54	-81.10	42	169	0	0	0	0	307	519
	16	-0.67	-81.03	-80.49	0	18	12	11	0	0	0	41
	17	-0.50	-80.48	-81.04	50	49	0	0	2	0	0	101
	18	-0.34	-80.97	-80.46	4	101	0	0	0	0	0	105
	19	-0.17	-80.34	-80.90	44	59	0	0	0	0	0	104
	20	0.00	-80.69	-80.16	9	54	4	3	46	0	0	119
	21	0.16	-80.11	-80.61	2	29	36	0	0	0	0	68
Totales				1,618	2,800	558	97	795	544	365	6,780	

Acústicamente se determinó la mayor distribución y abundancia de PPP (macarela, botella, pinchagua, chuhueco, picudillo, sardina redonda y anchoa) en la frontera con Perú, Golfo de Guayaquil, frente a la Puntilla y alrededor de la zona denominada El Copé (Figura 2); con similar tendencia se observó la distribución acústica horizontal desde 5 hasta 312 m. Además, se detectaron varias marcas de peces demersales, tales como gallineta, chazo, carita y hojita, que fueron considerados en los estimados.

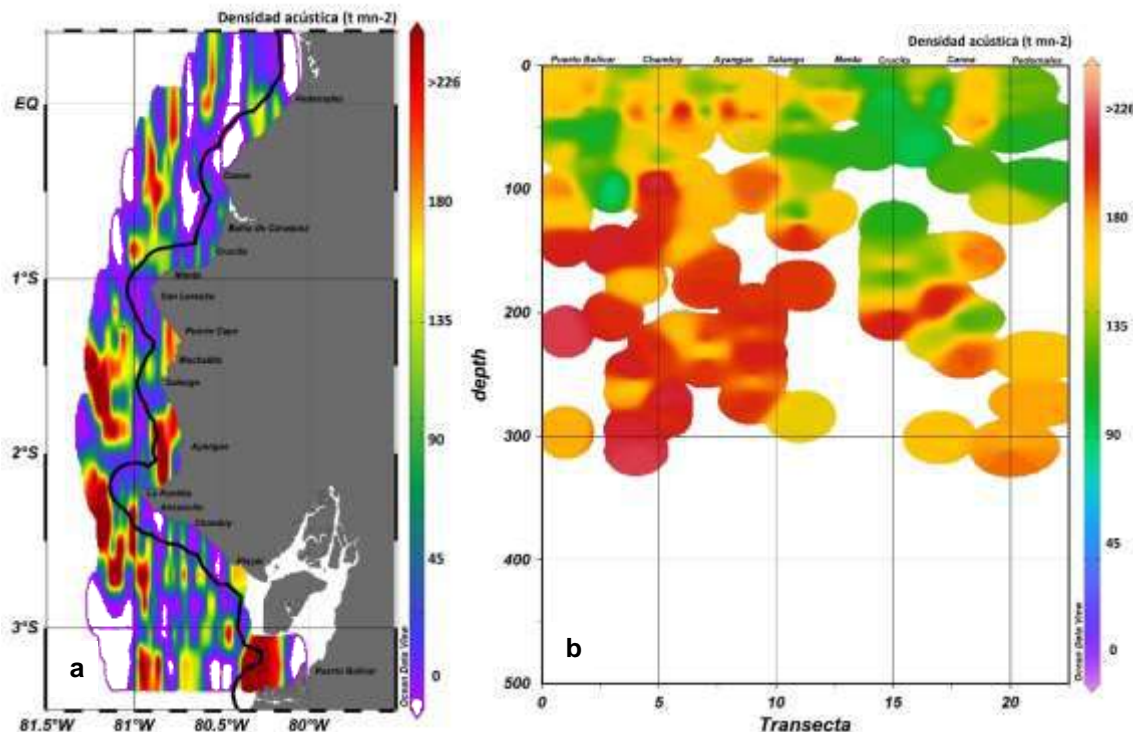


Figura 2. Distribución espacial, horizontal (a) y vertical (b) de PPP, crucero noviembre 2018

La densidad promedio de peces pelágicos pequeños en el área de estudio fue de 226 t mn^{-2} , siendo la zona sur (Golfo de Guayaquil) la que registró mayor densidad acústica con 316.7 t mn^{-2} y para la zona norte fueron 97.1 t mn^{-2} .

4.1.1. Macarela (*Scomber japonicus*)

La biomasa estimada correspondió a 999 506 t, registrando el valor mayor a las transectas cuatro (197 532 t) y nueve (194 330 t), a la altura de Chanduy y Salango, respectivamente. La abundancia estimada fue de 2.8 mil millones de individuos, predominando la talla 30 y 31 cm LF, lo que representó el 34% del total, con un peso promedio de 357 g; a nivel general esta especie fue la de mayor biomasa y abundancia durante el estudio.

Se observaron 2 núcleos de concentración, a 28 mn frente a Salango y a la altura de Chanduy. Su distribución horizontal presentó un comportamiento más oceánico a lo largo de toda el área de estudio, y para la zona costera se registra una menor abundancia.

En cuanto a su distribución vertical, estuvo entre 13 y 312 m, con mayor concentración bajo los 100 m. La densidad acústica promedio de esta especie fue de 149.2 t mn^{-2} . Por zona la densidad estuvo entre 212.1 t mn^{-2} y 65.3 t mn^{-2} , zona norte y sur, respectivamente (Figura 3).

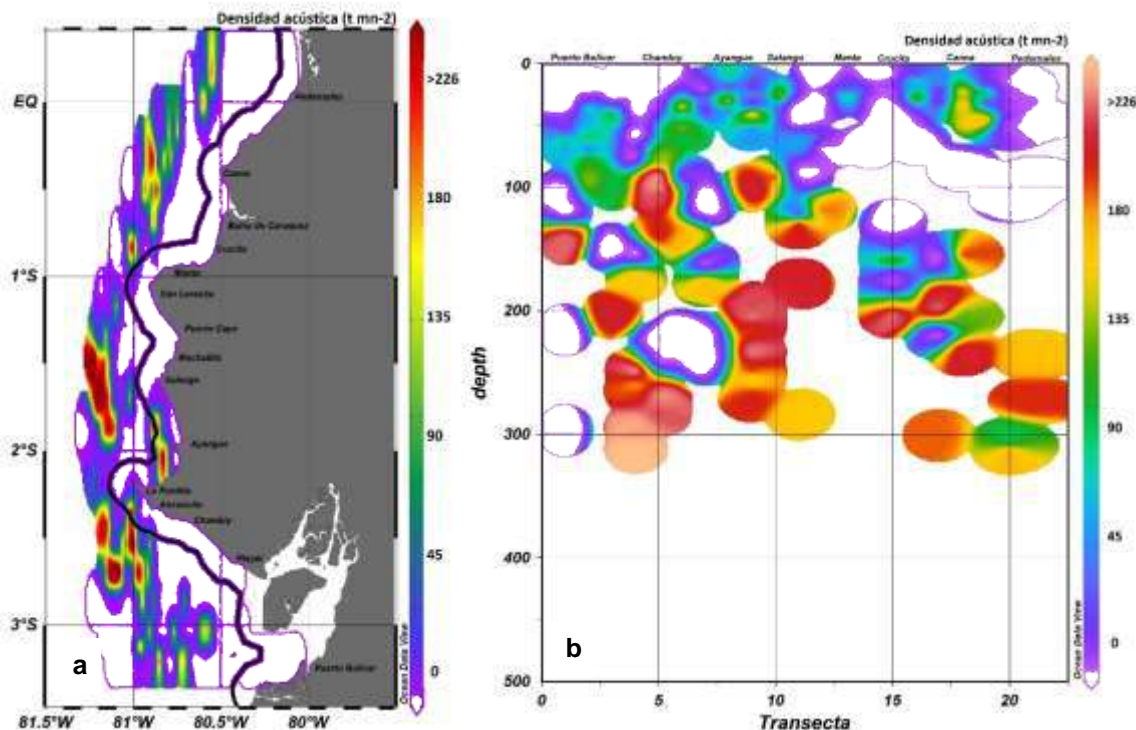


Figura 3. Distribución espacial horizontal (a) y vertical (b) de *Scomber japonicus* (macarela), durante el crucero noviembre 2018

4.1.2. Botella (*Auxis* spp.)

Se estimó una biomasa de 322 860 t, registrando su mayor presencia en las transecta siete (63 017 t) y cuatro (43 681 t), con una abundancia estimada de 1.6 mil millones de individuos, predominando la talla de 23 cm LF. lo que representó el 28% del total de PPP, con un peso promedio de 199 g.

La botella fue la segunda especie más abundante registrada en esta campaña de investigación, con la mayor concentración frente a la puntilla de Santa Elena. La distribución horizontal estuvo concentrada en la zona central y disminuyó hacia los extremos del área de estudio, presentando un comportamiento oceánico y costero en menor proporción. La distribución vertical de esta especie fluctuó entre 8 y 270 m, con una mayor concentración por debajo de los 85 m. La densidad acústica promedio fue de 48.2 t mn^{-2} , en tanto que, por zona, fue de 69.6 y 19.7 t mn^{-2} , zona norte y sur, respectivamente (Figura 4).

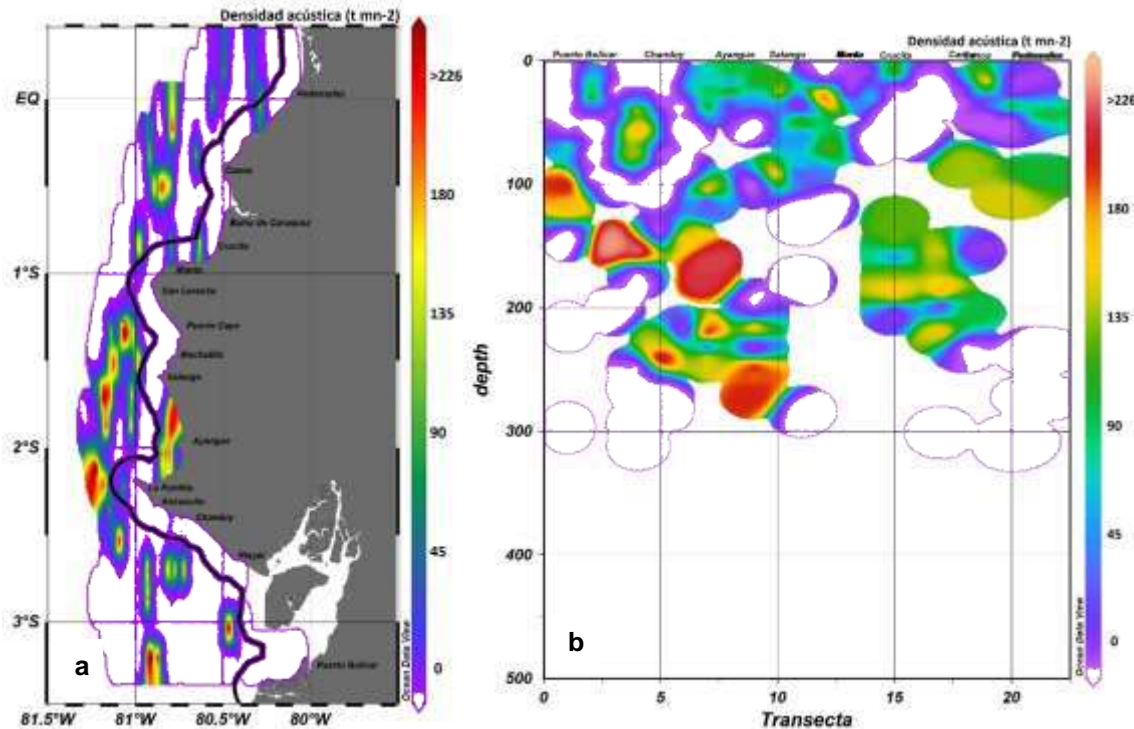


Figura 4. Distribución espacial horizontal (a) y vertical (b) de *Auxis* spp. (Botella), durante el crucero noviembre 2018

4.1.3. *Sardina redonda* (*Etrumeus teres*)

La biomasa calculada para esta especie fue de 64 576 t, con una abundancia total de 558 millones de individuos, siendo la transecta cinco la de mayor concentración con una biomasa de 19 913 t, seguida por la transecta nueve que fue de 17 895 t, a la altura de Playas y La Libertad, respectivamente. La talla predominante fue de 21 cm LF equivalente al 35% del total y un peso promedio de 115 g.

La distribución presentó núcleos aislados y reducidos en tres áreas importantes; alrededor de la Isla de la Plata, frente a Anconcito y en la zona costera de Manglaralto (Figura 5), en tanto que su distribución vertical varió entre 9 y 283 m, con mayor concentración bajo los 150 m de profundidad. La densidad acústica promedio fue de 9.6 t mn⁻², y por zonas fue de 14.9 y 2.6 t mn⁻² (sur y norte, respectivamente).

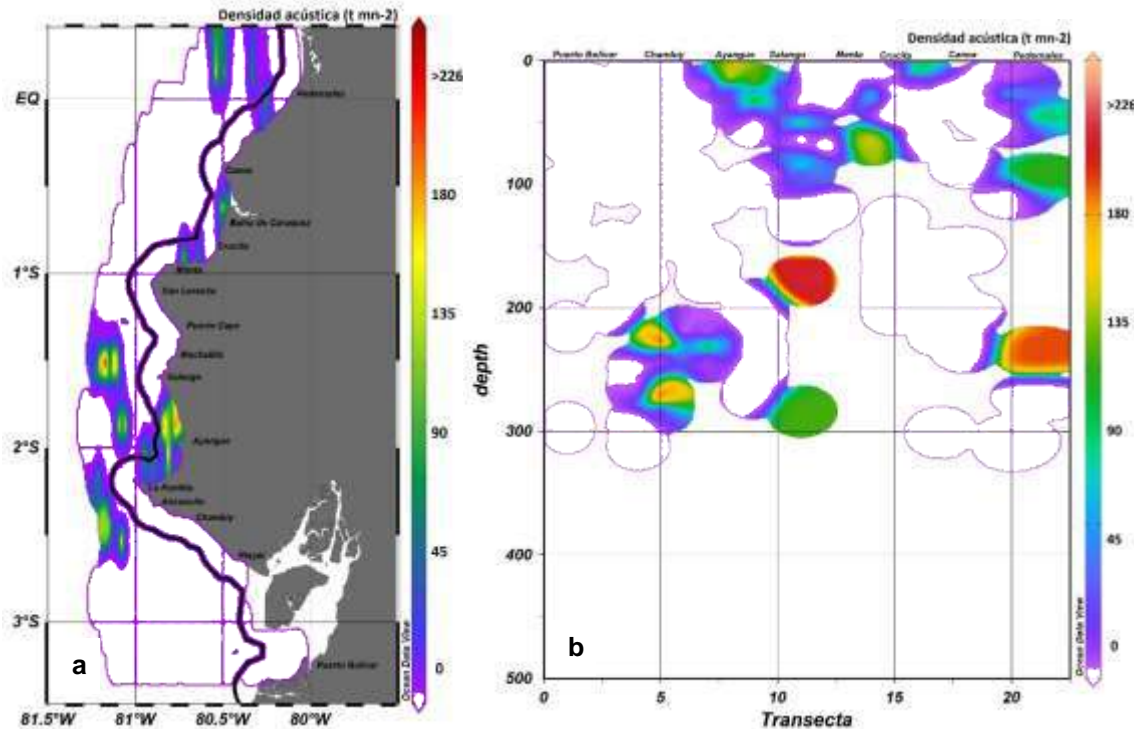


Figura 5. Distribución espacial horizontal (a) y vertical (b) de *Etrumeus teres* (S. redonda), durante el cruce noviembre 2018

4.1.4. Pinchagua (*Opisthonema* spp.)

Esta especie alcanzó una biomasa de 61 964 t, siendo las transectas uno y nueve las más representativas (16 475 y 14 151 t, respectivamente), correspondientes a la frontera con Perú y la puntilla de Santa Elena. Su abundancia estimada fue de 795 millones de individuos, siendo 17 cm LT la talla más frecuente, que acumuló el 15% del total y un peso promedio de 78 g.

Para esta especie se observó una distribución costera, presentando la mayor abundancia frente al Archipiélago de Jambelí, y de manera dispersa en zonas costeras frente a Playas, Ayangue, Puerto Cayo y Jama. La distribución vertical fluctuó entre los 5 y 52 m de profundidad. La densidad acústica de esta especie fue de 9.2 t mn⁻², en tanto que por zona fue de 11.2 y 6.7 t mn⁻² (sur y norte, respectivamente) (Figura 6).

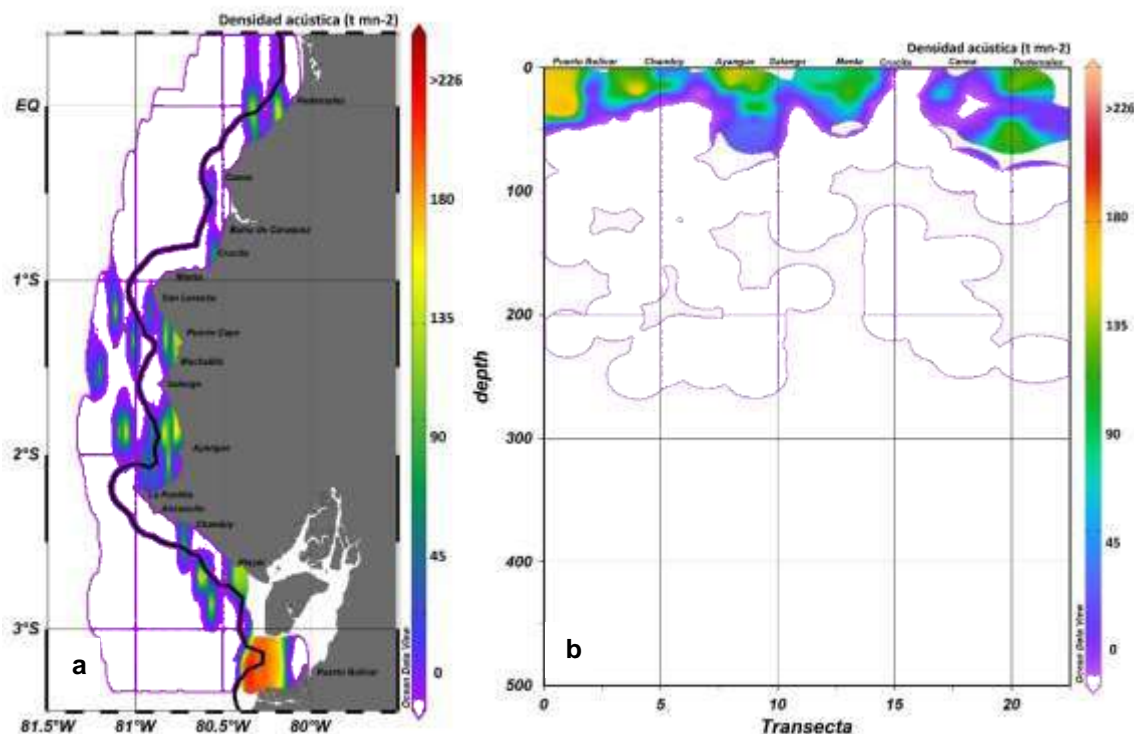


Figura 6. Distribución espacial horizontal (a) y vertical (b) de *Opisthonema* spp. (pinchagua) durante el crucero noviembre 2018

4.1.5. Picudillo (*Decapterus macrosoma*)

La biomasa estimada fue de 12 844 t, distribuidas principalmente en las transectas siete (5 576 t) y cinco (5 155 t) correspondientes a Manglaralto y La Libertad, respectivamente. La abundancia estimada fue de 97 millones de individuos, con una talla de 22 cm LF que acumuló el 63 % del total de esta especie, con un peso promedio de 132 g.

Se observaron dos núcleos reducidos y dispersos en su distribución, ubicados principalmente a 15 mn frente a la Puntilla de Santa Elena y en menor proporción en Bahía de Caráquez, Puerto Cayo y Manta. La distribución vertical estuvo entre 10 y 273 m de profundidad, con mayor concentración por debajo de los 200 m. Se calculó una densidad acústica de 1.9 t mn⁻², con 2.8 t mn⁻² para la zona sur y 0.7 t mn⁻² para la zona norte (Figura 7).

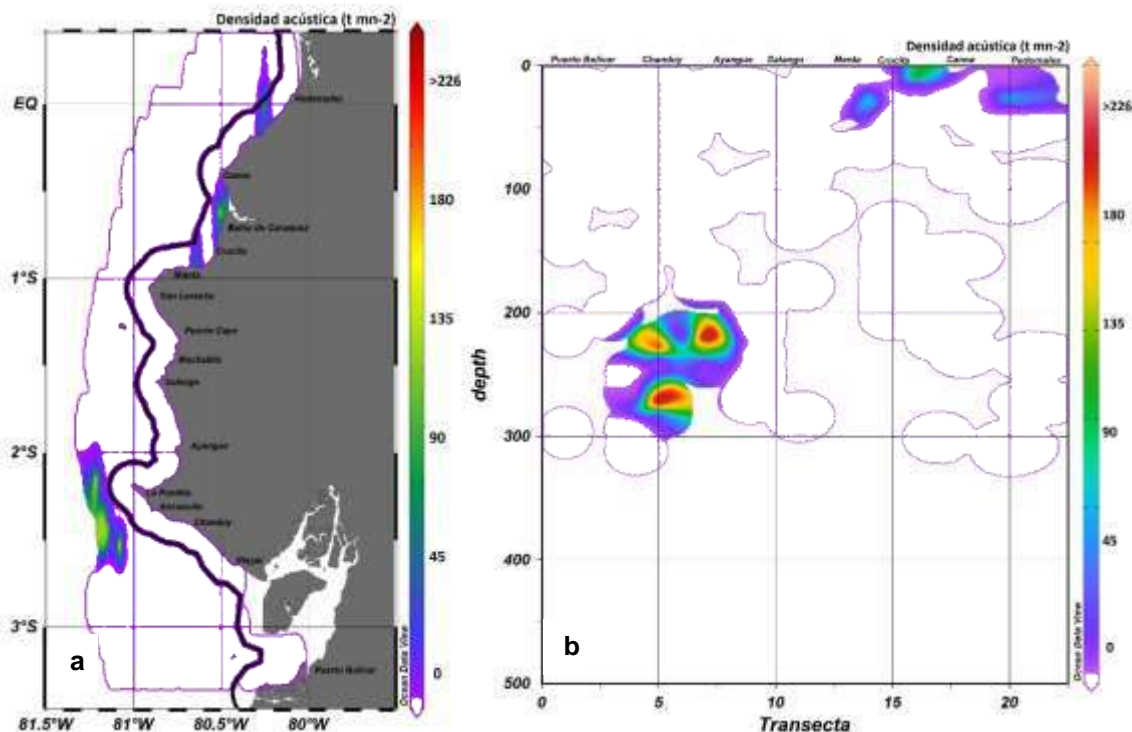


Figura 7. Distribución espacial horizontal (a) y vertical (b) de *Decapterus macrosoma* (picudillo) durante el crucero noviembre 2018

4.1.6. Chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*)

La biomasa que se estimó fue de 22 391 t, distribuidas principalmente en la transecta uno (14 684 t), frontera con Perú. Su abundancia estimada fue de 544 millones de individuos. La talla de 15 cm de LT acumuló el 36% del total de esta especie con un peso promedio de 41 g.

Para el chuhueco se observaron dos núcleos representativos en su distribución, ubicados en la parte interna del Golfo de Guayaquil, frente al archipiélago de Jambelí, y frente Playas. La distribución vertical fue de 5 a 62 m de profundidad, con una densidad acústica de 3.3 t mn⁻² (Figura 9). La densidad en la zona sur fue de 5.8 t mn⁻² mientras que en la zona norte fue nula (Figura 8).

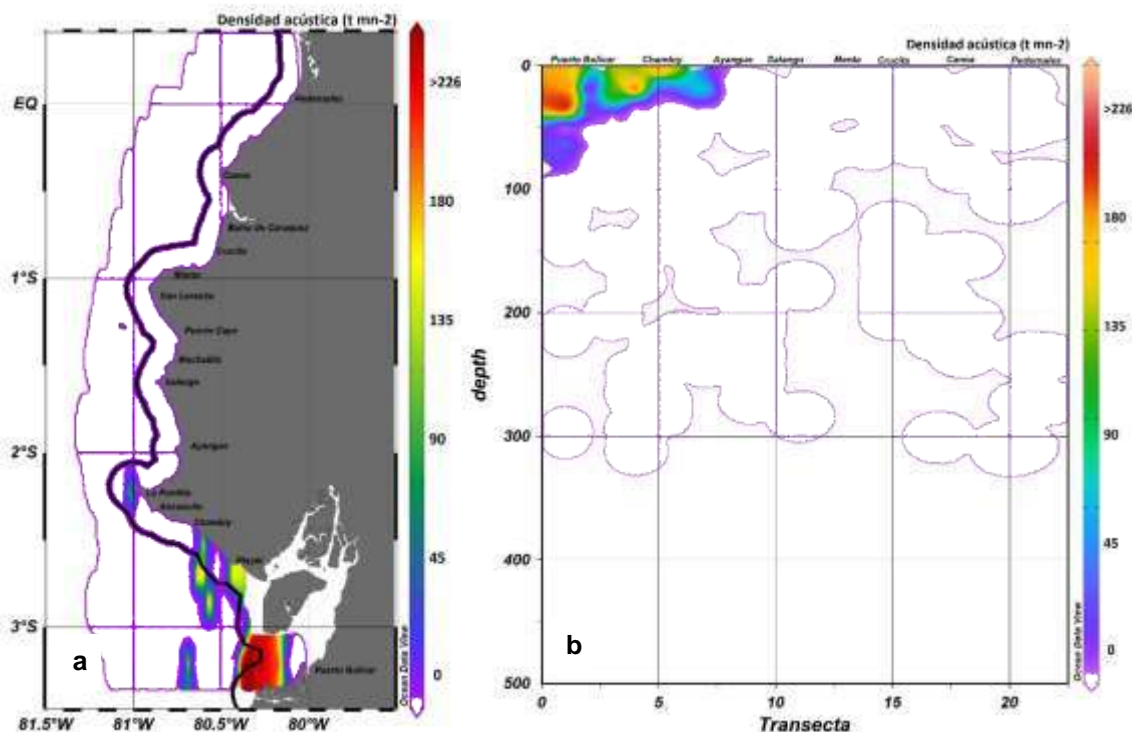


Figura 8. Distribución espacial horizontal (a) y vertical (b) de *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco), durante el crucero noviembre 2018

4.1.7. Género Anchoa

La biomasa que se estimó para las anchoas fue de 6 573 t, distribuidas principalmente en la transecta 15 (5 527 t), entre Crucita y Manta. Su abundancia estimada fue de 365 millones de individuos. La talla de 13 cm de LT acumuló el 42% del total de esta especie con un peso promedio de 18 g.

Para esta especie se observaron dos núcleos representativos en su distribución, ubicados frente a Manta y en la frontera con Perú. La distribución vertical fue de 8 a 40 m de profundidad, con una densidad acústica de 0.9 t mn^{-2} . La densidad en la zona sur fue de 0.3 t mn^{-2} mientras que en la zona norte fue de 1.9 t mn^{-2} (Figura 9).

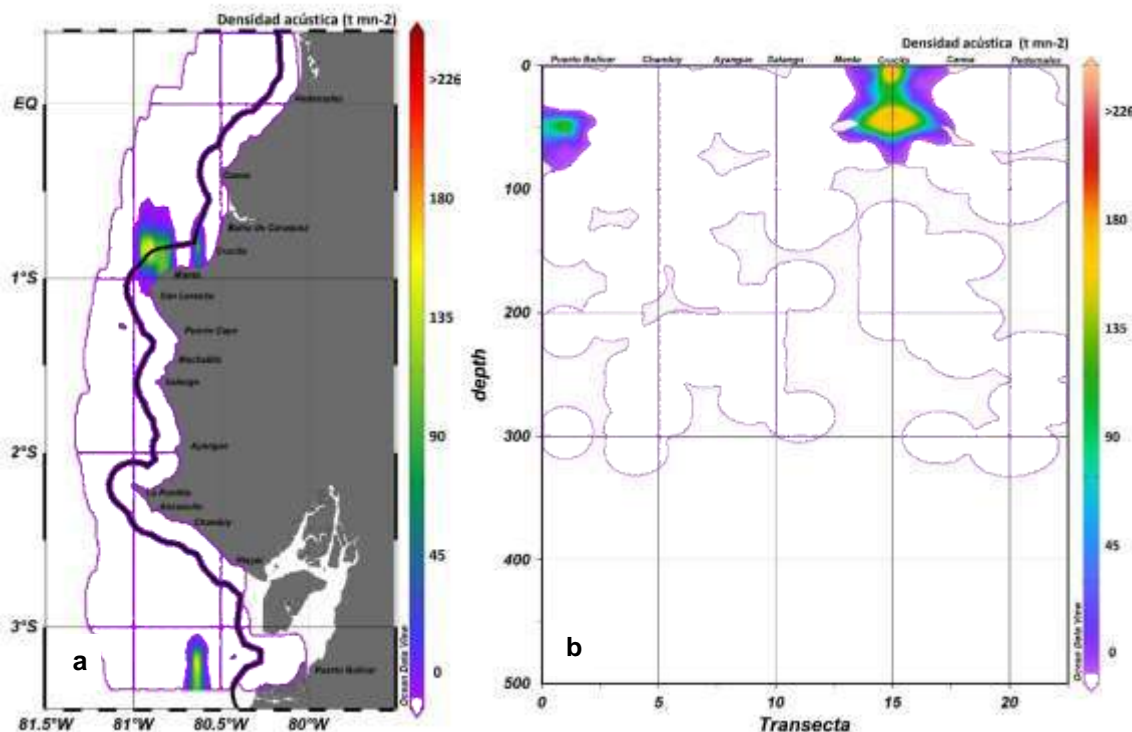


Figura 9. Distribución espacial horizontal (a) y vertical (b) del género *Anchoa*, durante el crucero noviembre 2018

4.1.8. “Otras Especies”

El Grupo denominado “Otras Especies”, que comprende las especies no pelágicas gallineta, chazo, hojita y carita, acumularon una biomasa total de 383 019 t y una abundancia de 3 849 millones de individuos.

La especie de mayor abundancia fue la gallineta con 130 860 t de biomasa y 652 millones de individuos, distribuida horizontalmente en el Golfo de Guayaquil con predominancia hacia el sur del área estudio y con una distribución vertical de 15 a 290 m, seguida por el chazo con 102 447 t de biomasa y 704 millones de individuos, distribuidos verticalmente dentro de los primeros 120 m de profundidad y bajo Pedernales y frente a Anconcito.

Para la carita se estimaron 89 342 t de biomasa y 1 489 millones de individuos, distribuidos principalmente en zonas costeras hasta 70 m de profundidad y a lo largo de todo el perfil ecuatoriano, predominando en la frontera con Perú y frente a Puerto Cayo y San Mateo.

La especie hojita fue la de menor abundancia, con 60 370 t de biomasa y 1 341 millones de individuos con un comportamiento en su distribución horizontal similar a la carita (Anexo 6).

4.2. Pesca comprobatoria

Un total de 16 lances de pesca fueron realizados sobre marcas de peces identificadas, con profundidades de fondo marino que fluctuaron entre 36 y 313 m.

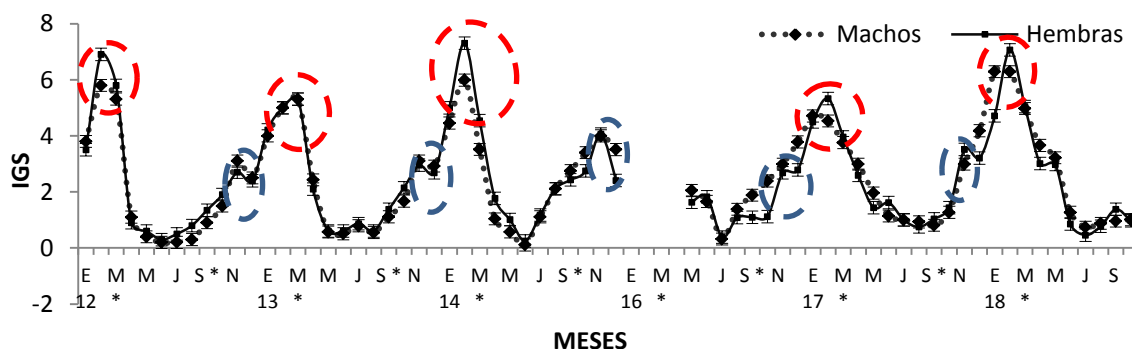
La captura total fue de 180.5 t, la especie más representativa en las capturas fue macarela (*Scomber japonicus*) con el 76% de la captura total seguido de la botella (*Auxis* spp.) con el 13%, chazo (*Peprilus medio*) con el 7%, dorado (*Coryphaena hippurus*) con el 3% y carita (*Selene peruviana*) con el 1%.

4.3. Índice Gonadosomático

4.3.1. Pinchagua (*Opisthonema* spp.)

Se registraron marcados pulsos de actividad reproductiva en diferentes periodos de tiempo, cuyos promedios mensuales del IGS mostraron valores similares tanto en hembras (0.2 – 6.9) como machos (0.2 – 6.0), indicando sincronismo al momento del desarrollo de los ovarios, probablemente relacionado a la búsqueda de un proceso reproductivo exitoso.

En especímenes hembras y machos, el ciclo reproductivo inicia en enero con picos reproductivos durante febrero y marzo (IGS: 6 – 5.3 machos; 7 – 5.3 hembras, respectivamente), para abril el valor disminuye considerablemente (1.1 – 1.7 machos y hembras), asociados al periodo de desove (Figura 10). Para los meses posteriores se observan valores mínimos de IGS (0.2), debido a la presencia de individuos juveniles en las capturas, y para noviembre se registra un segundo pulso reproductivo con menor intensidad.



*Datos ponderados

Figura 10. Promedios mensuales de índice gonadosomático para hembras y machos de *Opisthonema* spp., durante 2012- 2018

4.3.2. Macarela (*Scomber japonicus*)

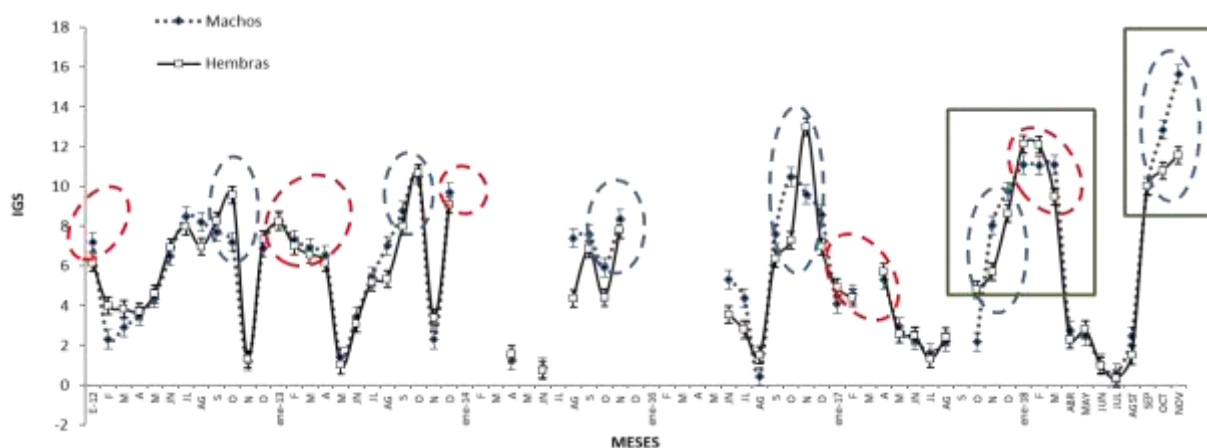
Se registraron valores promedios mensuales del IGS similares tanto en hembras (0.73 – 10.65) como machos (0.88 – 10.5).

En octubre se registró el mayor pulso reproductivo (IGS: 10.49 machos; 10.65 hembras, respectivamente), seguido por uno secundario durante el periodo diciembre – febrero.

Durante noviembre 2017 - 2018, se observó la presencia de una marcada actividad reproductiva, difiriendo al patrón observado en años anteriores (Figura 11).

*Datos ponderados

Figura 11. Promedios mensuales de índice gonadosomático para hembras y machos de *Scomber japonicus*., durante enero 2012 – noviembre 2018.



4.4. Talla media de madurez sexual

4.4.1. Pinchagua (*Opisthonema* spp.)

La talla media de madurez sexual, comprende una estimación actualizada al 2017 para hembras de pinchagua, cuyo valor fue de 19.52 cm Longitud Total (Figura 12).

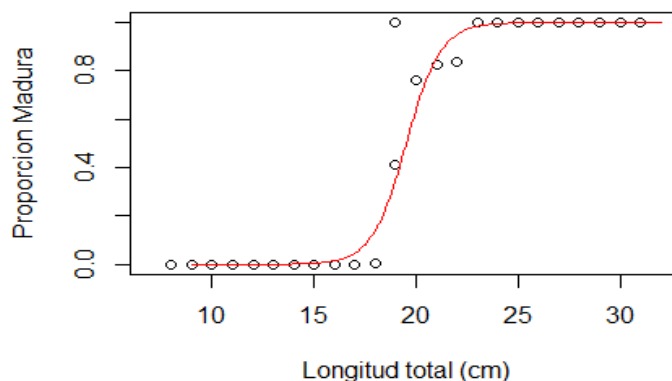


Figura 12. Talla Media de Madurez para hembras de *Opisthonema* spp.

4.4.2. Macarela (*Scomber japonicus*)

La talla media de madurez recalculada para hembras fue de 25.3 cm Longitud Furcal (LF), siendo los parámetros de la función $\beta_0 = 26.4440$ y $\beta_1 = -1$ (Figura 13).

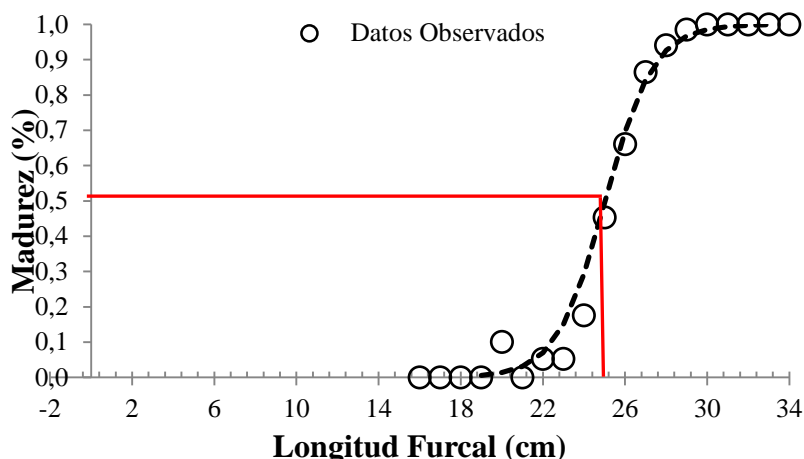


Figura 13. Talla Media de Madurez para hembras de *Scomber japonicus*

4.4.3. Botella (*Auxis* spp.)

El estimado de este parámetro para la especie botella fue de 26.2 cm de LF; este corresponde al primer estimado para esta especie, los parámetros de la función $\beta_0 = 8.91096$ y $\beta_1 = -0.3$ (Figura 14).

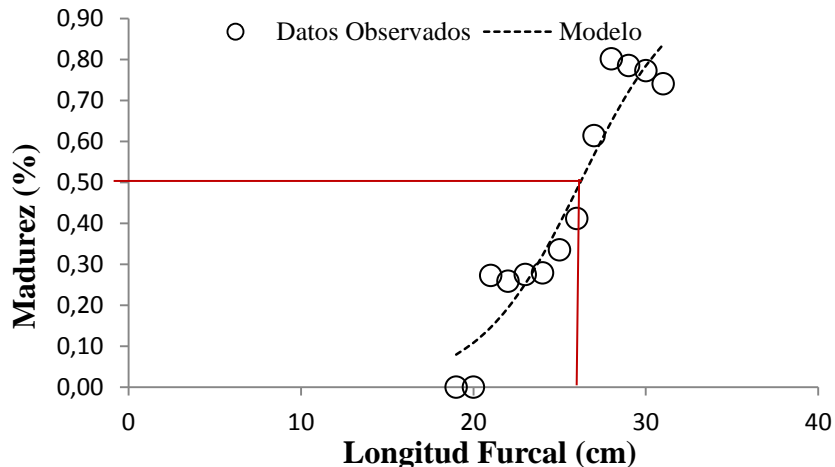


Figura 14. Talla Media de Madurez para hembras de *Auxis* spp.

4.5. Condiciones oceanográficas

4.5.1. Oceanografía Física

Temperatura superficial del mar (TSM)

La distribución de la temperatura superficial del mar (TSM) (Figura 15a) estuvo en un rango entre 22.6 °C y 26.2 °C. El mínimo de TSM se ubicó al sudoeste del área de estudio, a 36 mn frente a Engabao (estación 8). El valor más alto de TSM se localizó

hacia el norte del área, a la altura de Jaramijó (estación 22) ubicada en el veril de 10 metros. La TSM promedio del área de estudio tuvo un valor de 24.3 °C, con zonas más cálidas entre 24.8 °C y 26.2 °C desde Manta hacia el norte del área (0.9°S – 0.15°N) y entre 24.5 °C y 25.2 °C hacia el interior del Golfo de Guayaquil.

Anomalías de TSM (ATSM)

Las anomalías de TSM (Figura 15b) obtenidas de la base climatológica de la NOAA (2018), oscilaron entre +0.4 °C y +3.3 °C. La anomalía térmica promedio fue de +1.3 °C y los valores más altos se ubicaron en la zona del Golfo de Guayaquil. Sin embargo, de manera general en el área de estudio se registraron valores entre +0.4°C y +1.1°C.

Salinidad superficial del mar (SSM)

Los valores de SSM (Figura 15c) registraron un promedio de 33.7 UPS, con registros que oscilaron entre 33.0 UPS y 34.2 UPS; corresponden a la estación costera 31 (5 mn fuera de la costa de Pedernales) y estación 8, respectivamente. Los valores se asocian a la mezcla entre masa de Agua Tropical Superficial (33.4 ups) y Agua Sub Tropical Superficial (35.3 ups) (Cucalón, 1983). Se presentó un frente halino marcado en la zona del Golfo de Guayaquil, debido a la mezcla entre aguas estuarinas y oceánicas, ubicado aproximadamente en la longitud 80.7 °O.

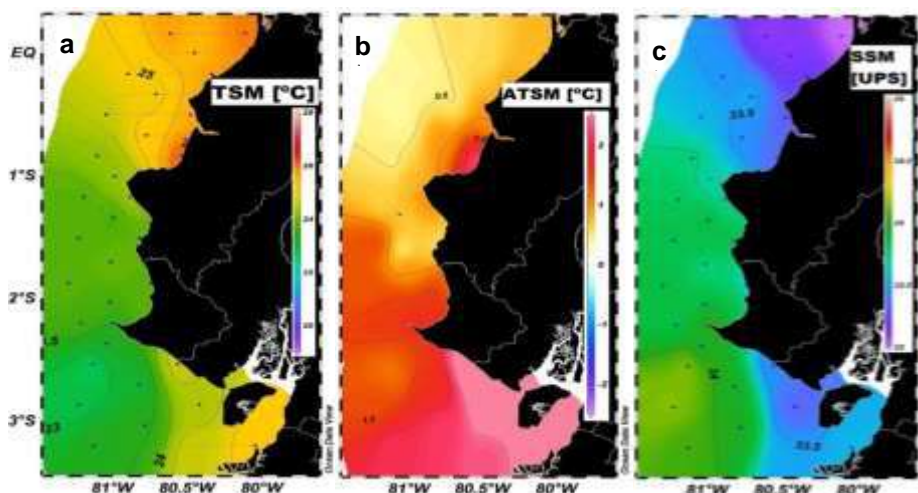


Figura 15. Distribución de Temperatura superficial del mar (a), Anomalía térmica (b), Salinidad superficial del mar (c)

Masas de agua

La distribución de masas de agua a nivel superficial (Figura 16) reflejó que la ATS fue predominante en el área de estudio, teniendo mayor proporción a partir de Manta hacia el norte (> 80%) y hacia el interior del Golfo de Guayaquil (> 80%). La ASTS tuvo proporciones más significativas (20%) en la zona suroeste alrededor de las estaciones 2, 5 y 8 donde se ubica el foco de la TSM mínima. La AESS tuvo proporciones entre 20% y 30% al oeste del área de estudio.

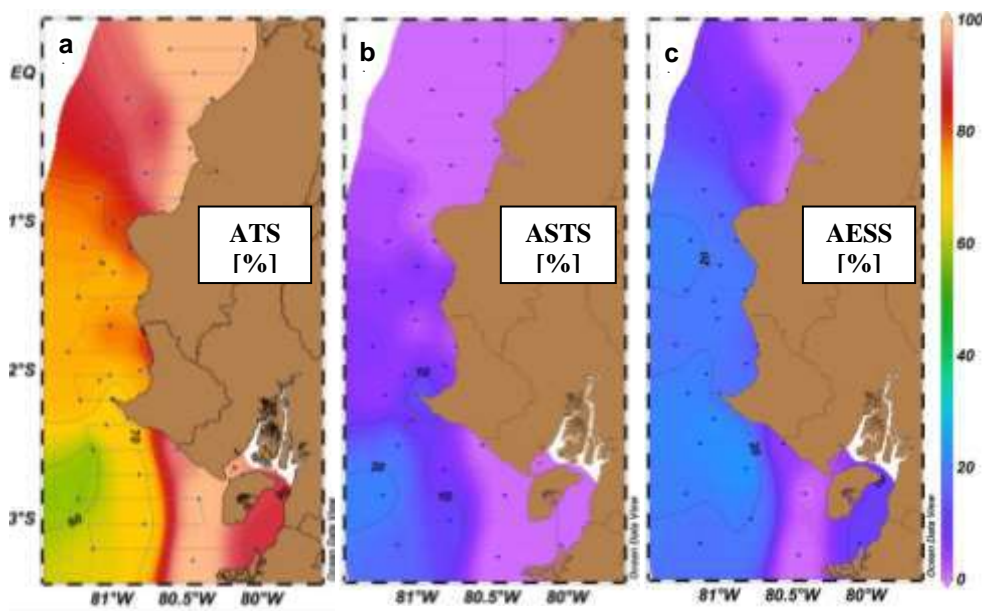


Figura 16. Proporciones de masas de agua registradas durante el crucero: a) Agua Tropical Superficial, b) Agua Sub Tropical Superficial, y c) Agua Ecuatorial Sub Superficial

Profundidad de la isoterma de 20°C (Z20)

La isoterma de 20°C se ubicó de manera general entre 26.3 m y 54.9 m. Las menores profundidades (< 30 m) fueron registradas en la zona sur y hacia el interior del Golfo de Guayaquil (estación 2, ubicada a 69 mn de la costa de Puerto Bolívar); mientras que las mayores profundidades (> 45 m) fueron registradas en la zona norte desde Manta hacia Pedernales, lo cual se explica por el perfil de temperaturas más cálidas. El nivel promedio de la Z20 en el área de estudio fue 43.8 m (Figura 17).

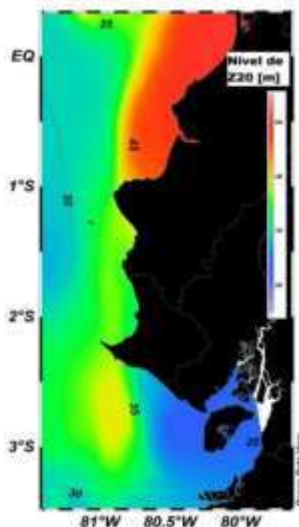


Figura 17. Topografía de la isoterma de 20°C en metros

El coeficiente de Pearson mostró una correlación de $R^2 = 0.63$ entre el nivel de la Z20 y la latitud. Adicionalmente los niveles de la Z20 y capa de mezcla se encuentran en la Tabla 4.

Los niveles de capa de mezcla registrados durante el crucero oscilaron entre 10.6 m y 51.4 m; que correspondió a la estación 33 (Santa Clara) y estación 30 ubicada a 21 mn de Pedernales, respectivamente. La correlación reflejada a través de R^2 fue de 0.7 entre el nivel de capa de mezcla y latitud. En la Tabla 4 se encuentra el detalle de los valores para cada estación, la estación 33 (Santa Clara) que tuvo el menor nivel de capa de mezcla no registró la isoterma de 20°C en el perfil de temperatura.

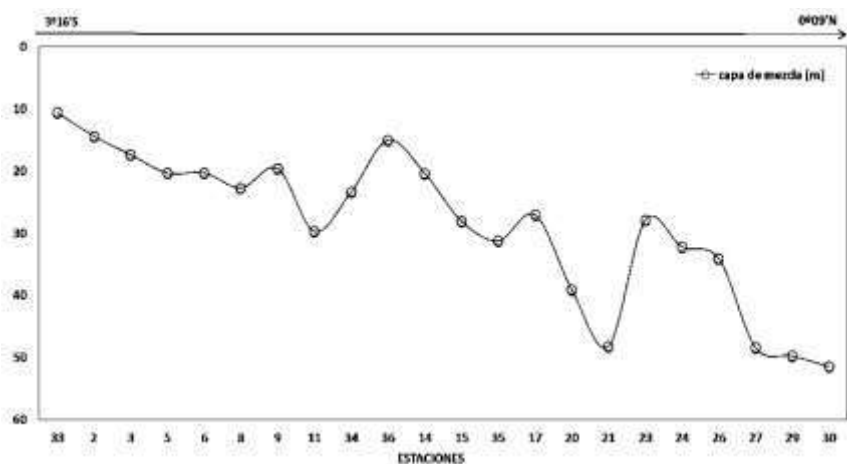


Figura 18. Niveles de Capa de mezcla en metros registrados en las estaciones de crucero (veriles >10 m). Las estaciones se encuentran ubicadas en el eje x en orden latitudinal S-N

Adicionalmente, en la Tabla 4 se pueden observar los valores del gradiente de la termoclina en °C/10m. Los gradientes registraron un promedio de 0.012 °C/10m, teniendo un mínimo de 0.005 °C/10m en la mayoría de los perfiles mientras que el máximo se ubicó en la estación 23 (noroeste de Manta) con 0.061 °C/10m.

Tabla 4. Niveles de capa de mezcla y Z20 para cada estación oceanográfica (> 10m)

#EST	TSM [°C]	Anomalía [°C]	SSM [ups]	Capa de mezcla [m]	Nivel z20 [m]	Gradiente Termoclina [°C/10m]
1	25.16	3.29	33.57			
2	23.43	2.15	34.03	14.38	26.32	0.008
3	23.48	2.22	33.97	17.37	30.11	0.012
4	24.43	2.81	33.33			
5	22.86	1.41	34.15	20.33	39.49	0.007
6	23.10	1.69	33.96	20.27	32.49	0.008
7	24.66	3.07	33.44			
8	22.62	1.14	34.18	22.71	41.10	0.006
9	23.31	1.41	33.90	19.59	48.03	0.008
10	23.49	1.86	34.04			
11	23.74	1.58	33.85	29.72	44.51	0.005
13	23.88	1.30	33.62			
14	23.91	1.37	33.86	15.04	45.37	0.007
15	24.08	1.09	33.73	20.36	45.69	0.011
16	23.90	0.60	33.85			
17	23.84	1.49	33.85	31.24	49.28	0.007
18	23.68	0.71	33.90			
19	24.43	1.05	33.71			
20	23.86	0.65	33.82	27.04	39.19	0.007
21	24.30	0.78	33.70	39.08	48.46	0.061
22	26.19	2.32	33.36			
23	24.25	0.45	33.78	48.18	50.78	0.006
24	25.10	0.99	33.47	27.93	44.96	0.016
25	25.68	0.98	33.32			
26	24.57	0.38	33.58	32.18	37.92	0.006
27	24.82	0.46	33.55	34.09	37.46	0.008
28	25.83	0.87	33.20			
29	25.00	0.40	33.48	48.42	53.91	0.007
30	25.50	0.57	33.13	49.77	54.17	0.034
31	25.99	0.80	33.01			
32	25.81	0.57	33.11	51.44	54.97	0.009
33	24.28	2.38	33.53	10.60		
34	23.80	1.53	33.84	23.34	50.51	0.007
35	23.86	0.35	33.87	28.05	44.10	0.009
36	23.91	1.73	33.87			

Temperatura del mar a nivel sub superficial

Los gráficos de la figura 19, corresponden a perfiles verticales construidos con estaciones oceanográficas oceánicas ubicadas sobre el veril de los 1000 m de profundidad. Sub superficialmente, el foco de temperaturas más cálidas estuvo al norte del área de estudio a la altura de Pedernales, registrando 25°C hasta los 50 m de profundidad, aproximadamente, mientras que la menor temperatura fue de 15.3°C ubicada a 80 m de profundidad al sur del área de estudio, frontera con Perú. De la misma manera, se observa una termoclina más definida al norte del área de estudio, a los 52 m aproximadamente a partir de la 0.17 °S (Figura 19a). A diferencia de la zona sur del área de estudio, donde las isoterms que definen la termoclina se encuentran dispersas.

En la figura 19b se muestra la salinidad y sus fluctuaciones entre 33.1 y 35.1 ups, con un valor promedio de 34.4 ups. El máximo de salinidad fue registrado a 93 m de profundidad.

Finalmente, la distribución de la densidad en relación a la profundidad mostró un comportamiento uniforme, teniendo un promedio de 1024.7 kg/m³, dentro de un rango de 1021.7 kg/m³ y 1026.4 kg/m³ (Figura 19c).

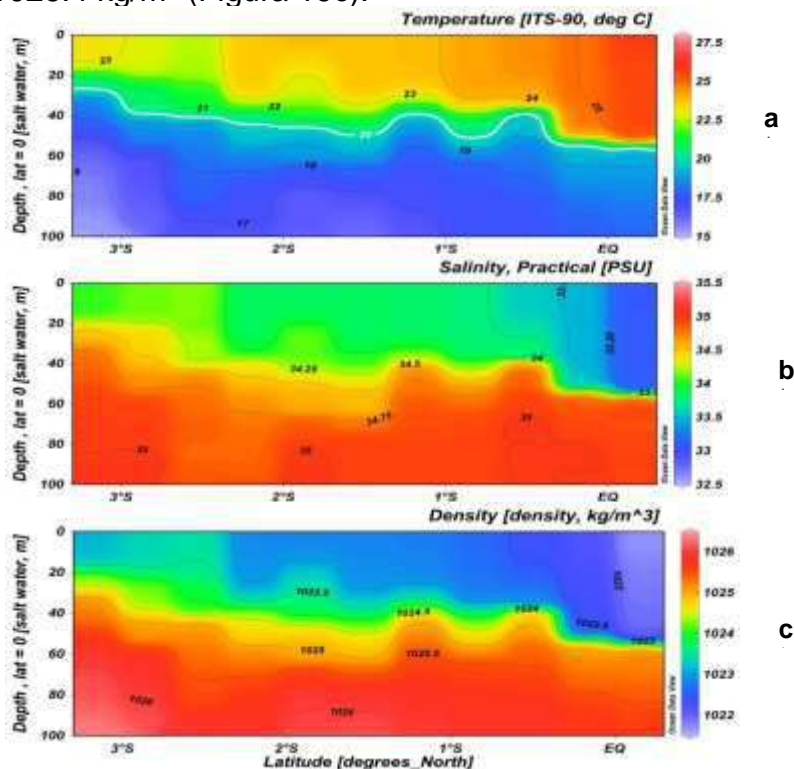


Figura 19. Secciones de las estaciones ubicadas en el veril de 1000 m, (a) Temperatura, (b) Salinidad, y (c) Densidad.

Masas de agua a nivel sub superficial

En cuanto a masas de agua a nivel vertical, el ATS se mantuvo sobre proporciones mayores a 60% de 0 a 20 m en las estaciones de la fase 1 (3.2°S - 1.5°S) y en la fase 2 la proporción de ATS se mantuvo por encima de 60% de 0 a 60 m. El AEES fue predominante a nivel subsuperficial, en el área de estudio en ambas fases, a partir de los 45 m se encontraron proporciones >50% (Figura 20).

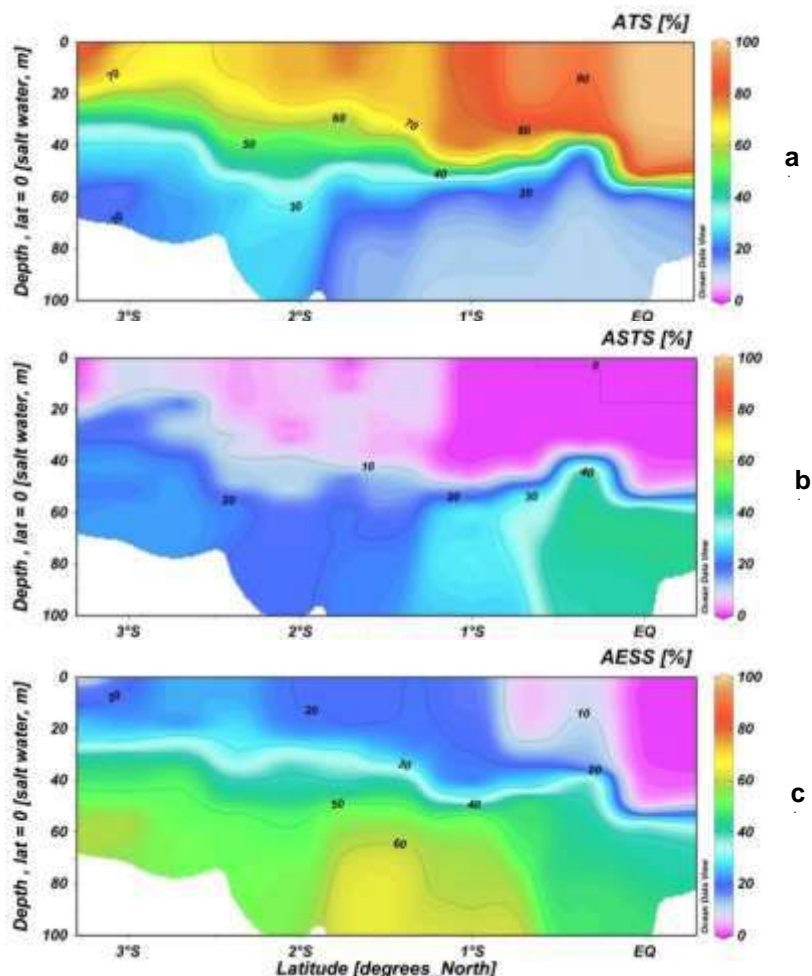


Figura 20. Perfiles de estaciones oceanográficas (veriles de 1000 m): (a) Agua Tropical Superficial, (b) Agua Sub Tropical Superficial, y (c) Agua Ecuatorial Sub Superficial

Perfiles de Estaciones Oceánicas

En la distribución vertical de temperatura de las estaciones oceánicas se observa valor más alto en la estación 32 ubicada a 32 mn de Pedernales, donde la TSM fue de 25.8°C y la Z20 se ubicó a 55 metros de profundidad. Se puede apreciar el descenso en los valores de temperatura de los perfiles a medida que las estaciones se desplazan hacia el sur del área de estudio. La estación 2 ubicada más al sur, registró una TSM de 23.4°C y el nivel de la Z20 fue de 26 metros, siendo el menor nivel registrado en estas estaciones. La TSM mínima corresponde a la estación 8 ubicada 36 millas náuticas desde Engabao, con un valor de 22.6 °C (Figura 21a).

Los perfiles de salinidad muestran una distribución acorde a los perfiles de temperatura; la estación 32 registra el menor valor de SSM de 33.11 UPS y el máximo fue de 34.2 UPS de la estación 8. El máximo de salinidad en la columna de agua fue de 35.0 UPS, registrado a 144 metros, en la estación 11, a 13 millas de La Puntilla (Figura 21b).

Consecuentemente, en los perfiles de densidad, la estación 32 registró los menores valores hasta los 55 metros y una densidad superficial de 1021.7 kg/m^3 (Figura 21c).

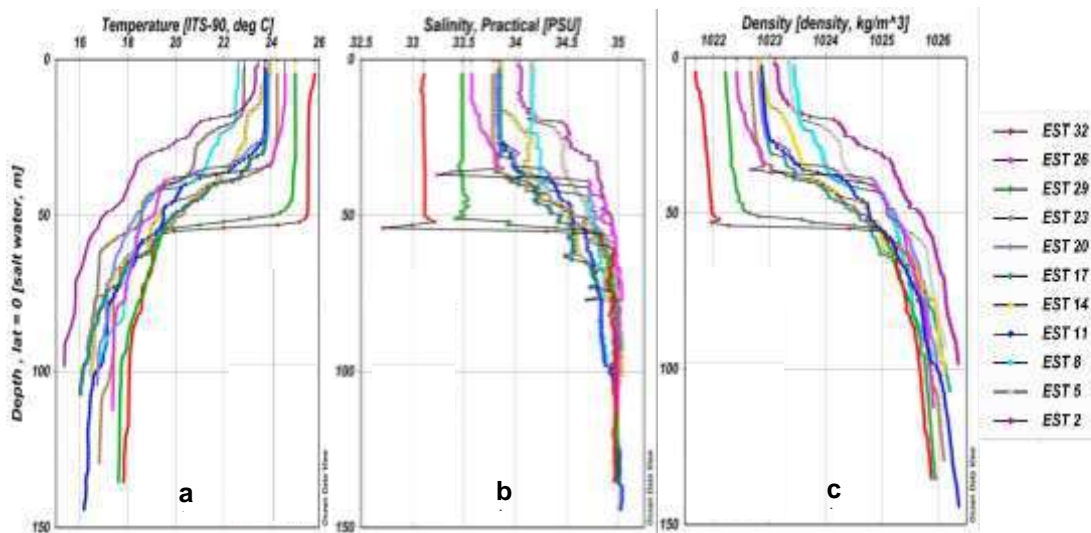


Figura 21. Perfiles de estaciones oceanográficas (veriles de 1000 m): (a) Temperatura, (b) Salinidad, y (c) Densidad.

4.5.2. Oceanografía Química

Las concentraciones de oxígeno disuelto a nivel superficial, fluctuaron entre 4.8 y 5.6 m.l^{-1} , los más altos valores se detectaron entre 1.00 y 3.00°S , provenientes del suroeste, y paralelamente se observó la incursión de un flujo costero ingresando desde el noreste con las menores concentraciones de oxígeno disuelto registradas en esta campaña (Figura 22).

El área estudiada, registró concentraciones de nitrito entre 0.02 y 0.20, el máximo valor se registró frente a Chanduy, estación 7, y en el Golfo de Guayaquil. Los máximos de nitrato ($1.00 - 1.75 \text{ } \mu\text{M}$) se localizaron frente a la península de Santa Elena, provenientes del sur oeste, un parche de $0.50 \text{ } \mu\text{M}$, frente a Puerto López, y concentraciones de $0.25 \text{ } \mu\text{M}$ fueron detectadas en la mayor parte del área de estudio (Figura 23).

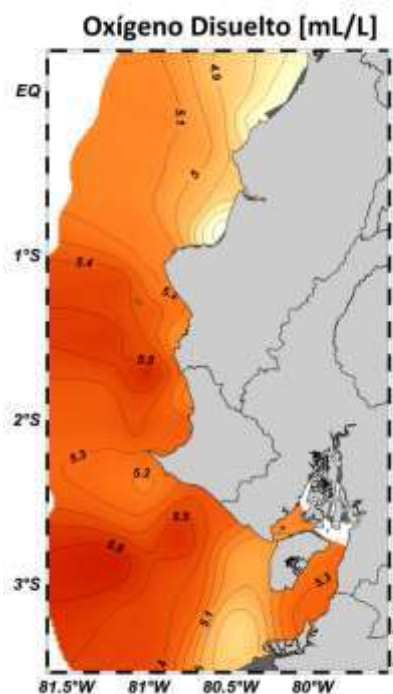


Figura 22. Oxígeno Disuelto [mL/L], durante el crucero noviembre 2018

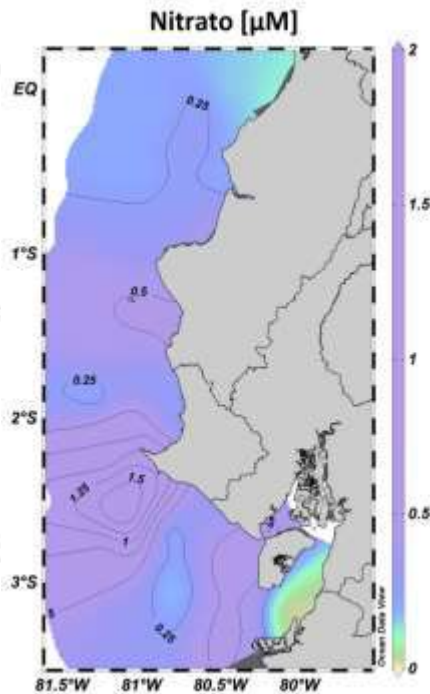


Figura 23. Nitrato [μM], durante el crucero noviembre 2018

El fosfato registró valores promedio de 0.46 μM desde la punta de Santa Elena hacia el norte del área estudiada, las menores concentraciones (0.21 μM) al sur oeste sobre los 81°00S y el valor máximo fue detectado en el estuario interior del Golfo de Guayaquil (1.36 μM) (Figura 24).

La concentración promedio de silicato (2.25 μM) fue detectada sobre el veril de los 81°00 S y los máximos niveles (3.00 – 4.50 μM), en el Golfo de Guayaquil y Puntilla de Santa Elena (Figura 25).

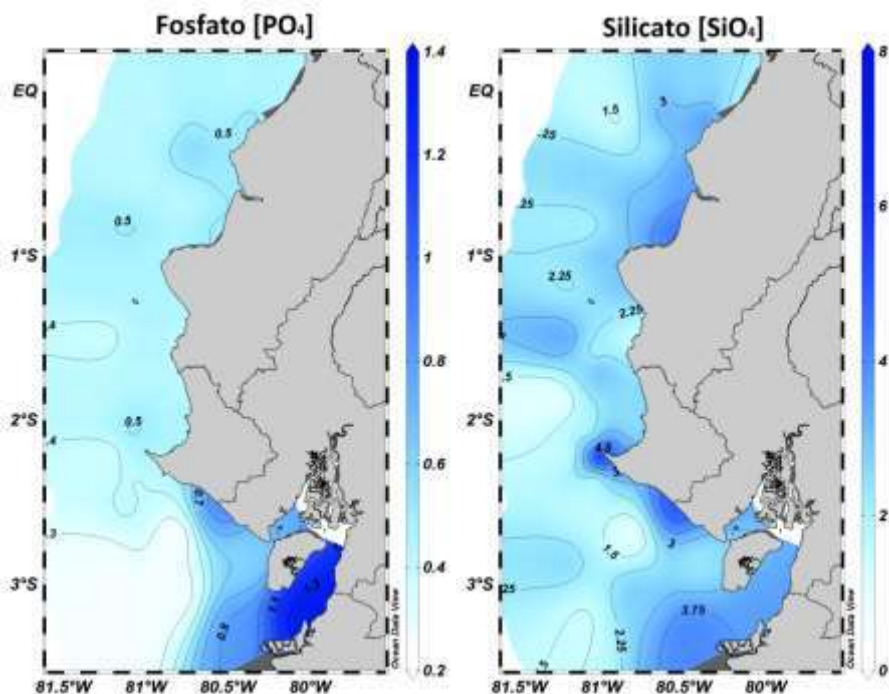


Figura 24. Fosfato [μM], durante el cruce
noviembre 2018

Figura 25. Silicato [μM], durante el cruce
noviembre 2018

La relación nitrato/fosfato registró valores superficiales entre 0.5 y 1.0 en casi toda el área de estudio, y al sur oeste valores de 2.00 a 4.00 (Figura 26). La Utilización Aparente de Oxígeno (UAO) se detectó negativa (-0.5) frente a las costas de Manabí, sobre los 81 °00 S y en el Golfo de Guayaquil (Figura 27).

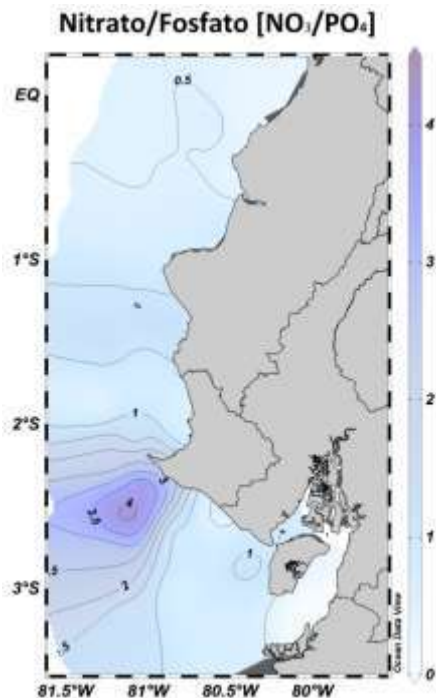


Figura 26. Nitrato/Fosfato [NO_3/PO_4], durante el crucero noviembre 2018

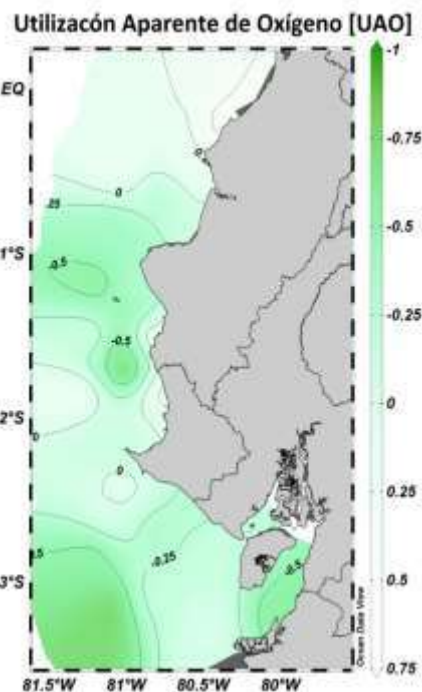


Figura 27. Utilización Aparente de Oxígeno, durante el crucero noviembre 2018

4.5.3. Oceanografía Biológica

4.5.3.1. Fitoplancton

Se identificaron un total de 107 especies de fitopláncteres en superficie, destacando las diatomeas (*Leptocylindrus danicus* y *Thalassiosira* sp.). También fueron muy abundantes los dinoflagelados *Gyrodinium spirale* y *Scrippsiella trochoidea* (Tomas, 1996).

El fitoplancton se caracterizó por el predominio de diatomeas de aguas marinas sobre los otros grupos, apreciándose estaciones en las que aparecen especies características de aguas oceánicas, y estaciones ubicadas en el Golfo de Guayaquil, en las cuales se registraron especies estuarinas en concentraciones representativas.

Las concentraciones de fitoplancton fueron mayores en la zona sur, especialmente en las estaciones 1 y 2 que corresponden a la parte interna y externa del Golfo de Guayaquil, respectivamente, así como la estación 33 ubicada en los alrededores de la isla Santa Clara. En tanto que en la zona Norte se registraron los menores valores especialmente las estaciones 30 y 32 ubicadas en la zona intermedia y oceánica frente a Pedernales (Figura 28).

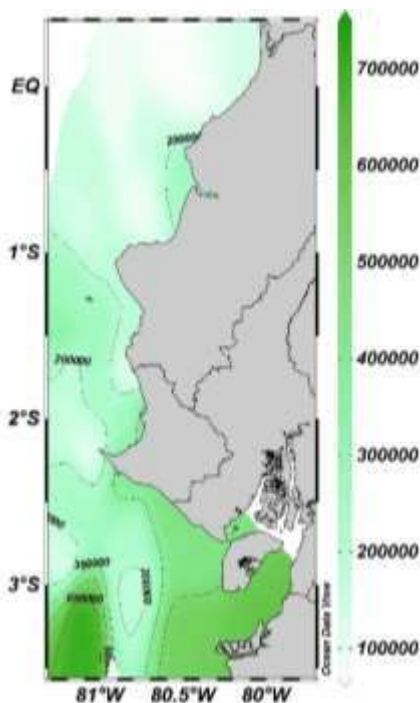


Figura 28. Abundancia de fitoplancton de superficie en zonas de actividad pesquera frente a la costa ecuatoriana, durante el crucero noviembre 2018

En lo referente a la diversidad específica, los valores estimados fueron relativamente altos (entre 3.0 y 4.5 bits.cel⁻¹), debido a la gran riqueza específica y la homogeneidad en la abundancia de las especies, es decir, a valores altos de equitabilidad, exceptuando las estaciones 30 y 32 de la zona norte, donde los valores de diversidad fueron menores, debido a que se registraron pocas especies y hubo dominancia de *Nitzschia longissima* (Figura 29).

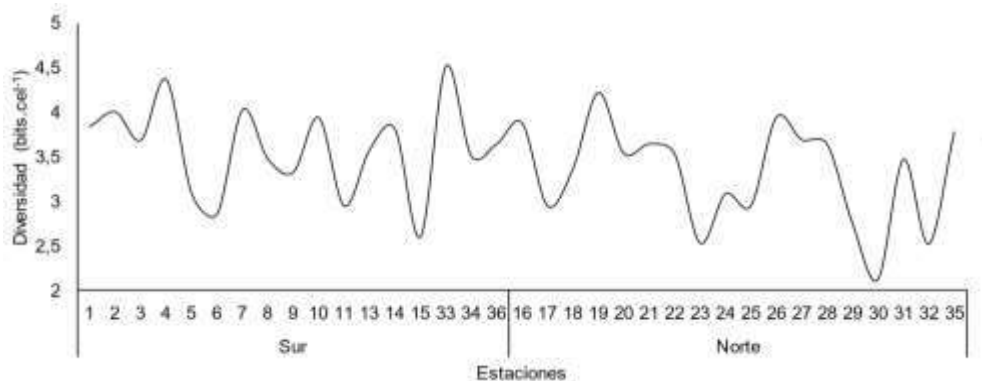


Figura 29. Diversidad de fitoplancton de superficie en zonas de actividad pesquera frente a la costa ecuatoriana, durante el crucero de noviembre 2018

4.5.3.2. Zooplancton

No se registraron diferencias significativas entre estaciones ($p > 0.05$), observándose la menor abundancia promedio en la zona norte en las estaciones 25, 28 y 32, así como en la estación 2 de la zona sur. En general, la mayor abundancia se registró en la zona sur, especialmente en la estación 4 ubicada en el estuario interior del Golfo y en la

zona norte en la estación 22 que se encuentra en la zona costera frente a Crucita en la provincia de Manabí (Figura 30).

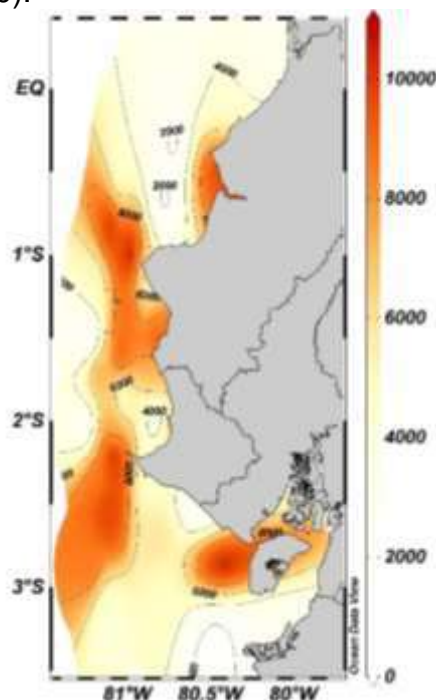


Figura 30. Variación espacial de la abundancia del zooplancton (org/m³) durante el crucero hidroacústico de noviembre 2018

El grupo más abundante (> 70 %) fue la clase hexanauplia, siguiendo en orden descendente, malacostraca, sagittoidea, branchiopoda y apendicularias, que en conjunto contribuyeron con el 18 %, además de “otros” en el que se consideró a 12 grupos minoritarios (< 2 %). Dentro del grupo hexanauplia, el principal componente fueron los copépodos calanoida (Figura 31).

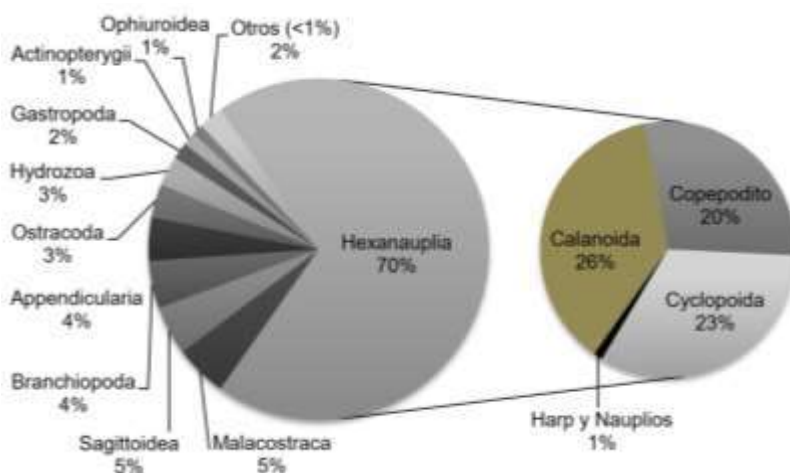


Figura 31. Composición porcentual del zooplancton por clase, durante el crucero hidroacústico de noviembre 2018

La dinámica espacial del zooplancton se caracterizó por el predominio de organismos de aguas tropicales con hábitos herbívoros, encontrándose también consumidores carnívoros como copépodos cyclopoides, chaetognatos e hidrozooos que son organismos gelatinosos.

En la zona sur, se registraron 21 taxa, de los cuales sagitas, ctenóforos y sifonóforos son depredadores, y además gran cantidad de apendicularios que son especies filtradoras.

Paracalanus parvus, es una especie típica de aguas costeras templadas y frías y fue el copépodo más abundante en la zona sur y frecuente en la zona norte; mientras que *Oncaea media* y *O. venusta*, fueron abundantes en toda el área de estudio, especialmente en la noche. También fueron importantes sagita y malacostraca, en esta última sobresalieron los decápodos brachyuros, anfípodos y eufausidos en estadios de calyptopis y furcilia.

Los valores de diversidad tanto en la zona sur como en la norte fueron similares con un valor promedio de 3.0 bits.org⁻¹. La mayor riqueza de especies se observó en la puntilla de Santa Elena y frente a Puerto Cayo (estaciones 10 y 18, respectivamente) (Figura 32).

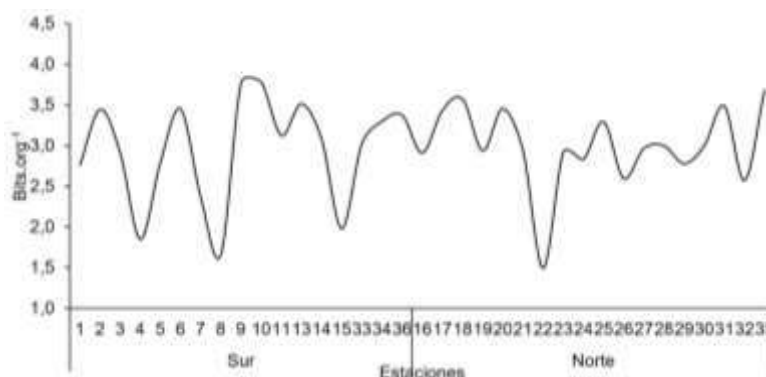


Figura 32. Diversidad de zooplancton de superficie en zonas de actividad pesquera frente a la costa ecuatoriana, durante crucero hidroacústico de noviembre 2018.

Al relacionar el fitoplancton y zooplancton por grupos y por especies mediante el análisis de correlación por rango de Spearman, se registraron relaciones de 0.2 que son poco significativas ($p= 0.2737$). Sin embargo, al separar los resultados por zona, se pudo observar que en el norte la correlación fue de 0.4, que indica una relación positiva débil, es decir, que no hubo consumo. En tanto que en la zona sur fue -0.3, valor que por ser negativo indicaría que hubo pastoreo, pero al ser bajo, significaría que la transferencia de energía fue muy débil.

4.5.3.3. Ictioplancton

Se observó una densidad total de 16 4077 huevos/10 m² y 14 7178 larvas/10 m² de pelágicos pequeños. Cerca del 70 % de los huevos obtenidos se encontraron en etapa inicial (primera división celular) y el restante en etapas avanzadas (media y final), en

tanto que, el 87% de larvas se registraron en etapa de preflexión (notocordio sin flexionar) (Figura 33).

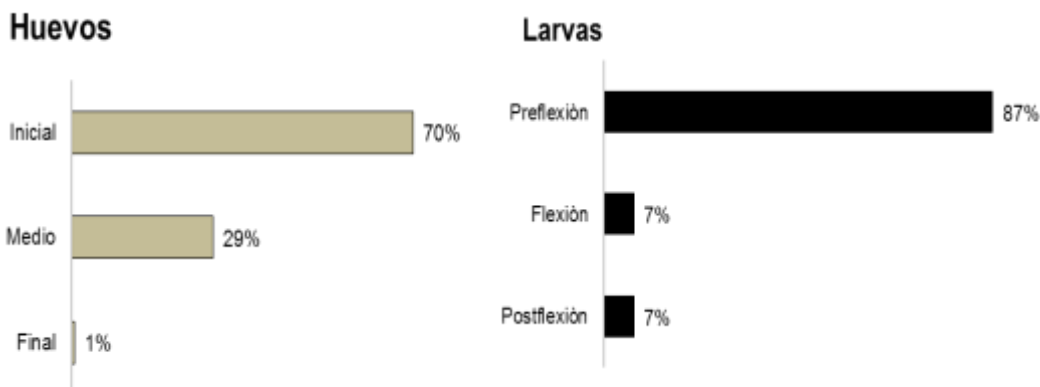


Figura 33. Porcentaje de a) huevos y b) larvas por etapas ontogénicas, durante crucero hidroacústico de noviembre 2018.

Dentro de las especies de pelágicos menores identificadas, se registran la presencia de huevos y larvas de las especies *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco), *Engraulis ringens* (anchoveta), *Etrumeus teres* (sardina redonda), *Anchoa* spp. (anchoas) y *Auxis* sp. (botella). *Scomber japonicus* (macarela) y *Opisthonema* spp. (pinchagua) se encontraron únicamente huevos en su primera fase de desarrollo, en tanto que, *Anchoa macrolepidota* (anchovia) se registró exclusivamente en etapa larval. Así mismo, se observa que especies como *Auxis* sp., *Anchoa* spp. y *Cetengraulis mysticetus* fueron las más abundantes.

La distribución espacial de huevos y larvas de pelágicos pequeños fue heterogénea. Las mayores concentraciones de pelágicos pequeños en las primeras etapas de vida estuvieron a nivel costero, a la altura del archipiélago de Jambelí, Engabao y a 16 millas de Anconcito (estaciones 1, 7 y 9 respectivamente). Mientras que en la zona norte se encontraron a nivel costero en Crucita, Canoa y Cabuyal (estaciones 22, 25, 28 respectivamente) (Figura 34).

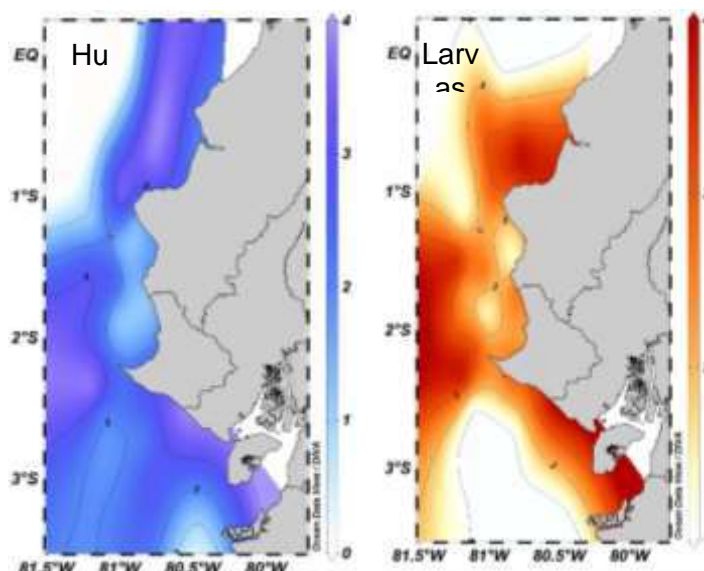
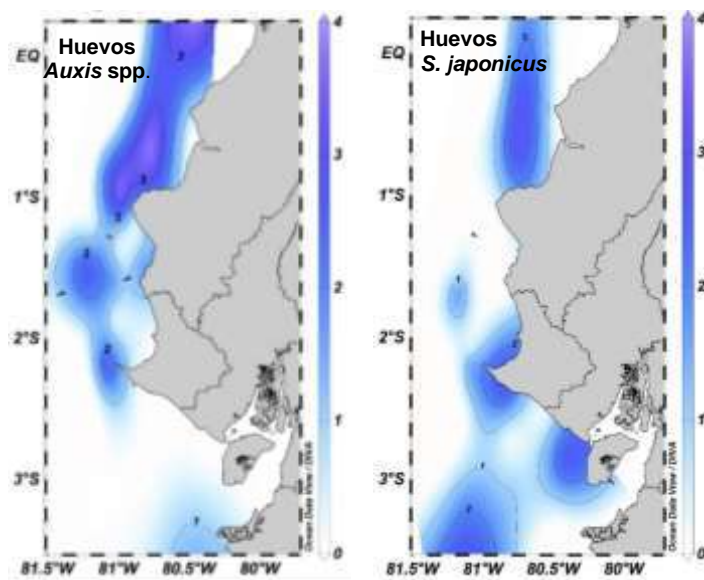


Figura 34. Abundancia y distribución de huevos y larvas de pelágicos pequeños, durante crucero hidroacústico de noviembre 2018.

En lo que respecta a las especies *Auxis* sp., *Scomber japonicus*, y *Etrumeus teres*, presentaron altas densidades solo a nivel de huevo en sus primeras fases de desarrollo, mientras que espacialmente fueron registradas en la zona norte de Manabí, no obstante *S. japonicus* y *E. teres* también fueron identificadas con máximos valores en el área interna del Golfo de Guayaquil. En tanto que, huevos de *Opisthonema* spp., fueron observados en mínimas cantidades en la zona de Manabí (Figuras 35 a, b, c, d).



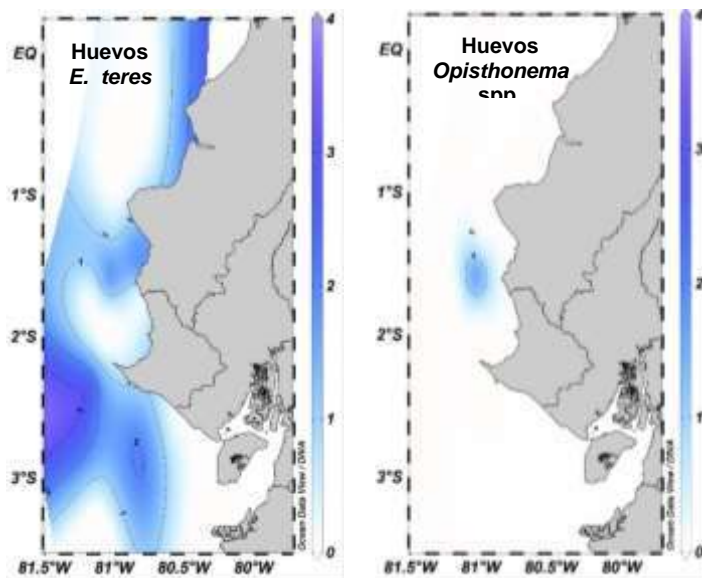


Figura 35. Abundancia y distribución de huevos de peces pelágicos pequeños: *Auxis* spp, *S. japonicus*, *E. teres*, y *Opisthonema* spp., durante crucero hidroacústico de noviembre 2018.

En el caso de *Anchoa* spp., fueron registrados tanto huevos como larvas de peces, mientras que los mayores pulsos de abundancia se observaron a lo largo del Golfo de Guayaquil, Engabao hasta el norte de Manabí (Figura 36).

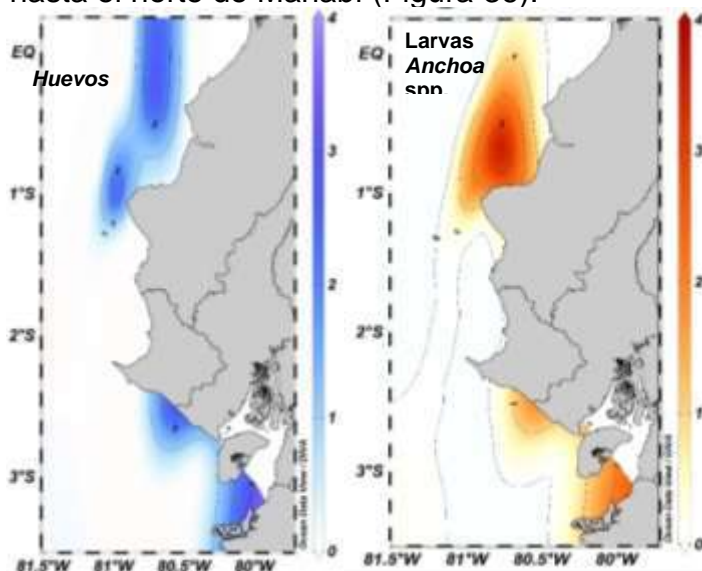


Figura 36. Abundancia y distribución de huevos y larvas de peces pelágicos pequeños *Anchoa* spp., durante crucero hidroacústico de noviembre 2018.

La especie de peces pelágicos pequeños que presentó la mayor abundancia ictioplanctonica fue *Cetengraulis mysticetus*, con altos picos en el Golfo de Guayaquil, Engabao, puntilla de Santa Elena, mientras que su máxima densidad se evidenció en la zona de Manabí (Figura 37).

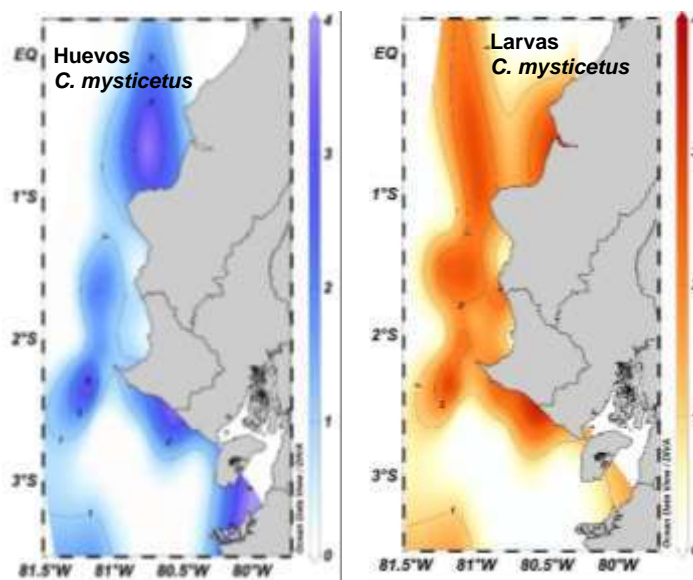


Figura 37. Abundancia y distribución de huevos y larvas de peces pelágicos pequeños de *Cetengraulis mysticetus*, durante crucero hidroacústico de noviembre 2018.

Engraulis ringens, registro altos núcleos de abundancia desde el Golfo de Guayaquil hasta Manabí, tanto en zonas costeras como en zonas oceánicas; evidenciándose abundancias significativas de huevos de peces en la Puntilla de Santa Elena que luego del desove se ven reflejadas las larvas hacia Manabí (Figura 38).

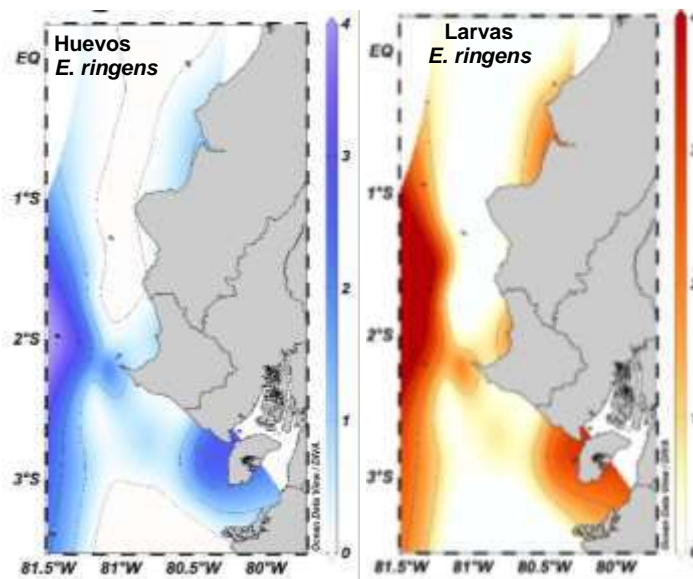


Figura 38. Abundancia y distribución de huevos y larvas de peces pelágicos pequeños *Engraulis ringens*, durante crucero hidroacústico de noviembre 2018.

Anchovia macrolepidota fue registrada solo en estadio larval, observándose una mayor densidad en zonas muy cercanas a la parte externa del Golfo de Guayaquil, mientras que en la zona de Engabao solo se registran presencia (Figura 39).

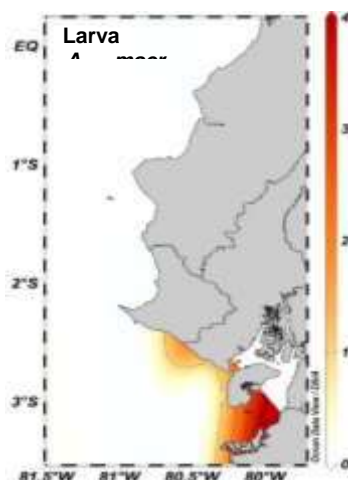


Figura 39. Abundancia y distribución de huevos y larvas de peces pelágicos pequeños *Anchovia macrolepidota*., durante crucero hidroacústico de noviembre 2018.

5. DISCUSIÓN

La biomasa total estimada de PPP en esta campaña de investigación fue de 1 513 576 t con una abundancia de 6.8 mil millones de individuos, lo cual representó en comparación con la campaña de marzo 2018 un incremento de 8% en la biomasa total estimada. La zona sur presentó la mayor abundancia y biomasa con ca., 5 mil millones individuos y 1 212 122 t, respectivamente. Mientras que para la zona norte se estimó una abundancia de 1.5 mil millones de ejemplares con una biomasa de 278 591 t.

La biomasa estimada en el Golfo de Guayaquil en comparación con la zona norte del área de estudio representó un 75% del total estimado. De las especies evaluadas, la macarela fue la de mayor biomasa (1 022 369 t) seguida por la botella (322 860 t).

Estas especies presentaron un incremento de 74% y un decremento de 48% respectivamente, en comparación al crucero de marzo 2018; Estas especies continúan predominando en las biomásas de PPP en aguas ecuatorianas.

Uno de las principales limitantes en este tipo de campañas de investigación, ha sido la no representatividad en las capturas de la pesca comprobatoria a lo estimado en términos de abundancia y biomasa, debido a que las marcas acústicas de peces se encontraron profundas mayormente, lo cual dificultó la captura; Este comportamiento en su distribución fue similar en comparación al crucero realizado en marzo 2018, por lo que la biomasa estimada no estuvo reflejada en la pesca comprobatoria.

Sin embargo, la composición de especies de la pesca comprobatoria mostró una predominancia de macarela, al contrario del crucero de marzo 2018, donde la especie predominante fue la botella, coincidiendo con los mayores valores estimados de biomasa en ambos cruceros.

Los especímenes de macarela y sardina redonda provenientes de la pesca comprobatoria se encontraban en estadios IV. Hunter y Golberg (1980) mencionan que los ovocitos que van a ser expulsados del ovario toman fluido de menor gravedad y agrandan su tamaño considerablemente; por lo que, solo los ovocitos que van a ser expulsados durante el desove, horas antes, sufren este proceso de hidratación, lo cual es un indicio de que se está iniciando el proceso de desove. El 20% del total capturado, durante los días de ejecución del crucero, se encontró bajo esta condición.

La evolución mensual del Índice Gonadosomático para macarela indica que los valores máximos corresponden a octubre – noviembre durante 2016- 2018, siendo los pulsos de 2018 lo más altos registrado para la serie histórica, por lo que las gónadas cuentan con una mayor cantidad de ovocitos para ser expulsados durante el desove. Un segundo periodo de actividad reproductiva se registra para enero – marzo.

Esta serie y patrón de actividad reproductiva para las especies pelágicas pequeñas coincide con lo manifestado por Cucalón et al., (2000) y corroborado en el informe de crucero de marzo de 2018.

En cuanto a las condiciones oceanográficas, los modelos numéricos de la Agencia de Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) y el Instituto Internacional de Investigación del Clima y la Sociedad (IRI), indican la probabilidad de que ocurra en los próximos meses un débil episodio cálido de El Niño, por lo que toma relevancia la campaña de investigación del presente crucero ya que permite mostrar condiciones previas al mencionado evento en el mar ecuatoriano, lo cual sería un aporte importante para estudios posteriores. Así mismo, a principios del 2018 se registró un evento frío, el cual distribuyó los datos oceanográficos de manera totalmente distinta a la registrada en el presente informe (por ej.: termoclina superficial).

Frente al Ecuador, la presencia de una zona frontal denominada Frente Ecuatorial (FE), constituye una de las características más importantes (Cucalón, 1987; De la Cuadra, 1999; Jiménez, 2001). Dicho FE se habría mostrado en la presente campaña investigativa, debilitado y desplazado hacia el sur, principalmente su borde sur. Esto sugiere que el anticiclón del Pacífico Sur habría comenzado su debilitamiento estacional.

En la estructura vertical, la isoterma de 20°C tiende a hacerse más profunda a medida que se avanza hacia el norte del área de estudio, y para el presente crucero habría estado ubicada a 24 metros más profunda. Por otro lado, la isoterma de 15°C, que típicamente se ubica en la base de la termoclina en el Pacífico tropical (Fiedler, 1992) no pudo ser observada en este crucero. De acuerdo a Lagos et al., (1991), esta isoterma debiera ubicarse en el mes de noviembre en los 75 metros de profundidad.

Por otro lado, el gradiente de la termoclina habría mostrado valores por debajo del valor climatológico para el mes de noviembre ($0.9\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot 10\text{m}^{-1}$). Esto significaría una termoclina ligeramente estirada, a consecuencia de una profundización de la estructura térmica vertical.

La cantidad de mezcla causada por el viento es aproximadamente proporcional a la velocidad cúbica del viento. De acuerdo a la CIAT (1981), dicho valor se adopta como índice y se relaciona inversamente al grado de concentración de los organismos alimenticios en las capas en las que se alimentan las larvas de los peces. En consecuencia, un índice bajo en las zonas de desove de los pelágicos pequeños, podría indicar buenas condiciones alimenticias para las larvas y mejores índices de sobrevivencia; en cambio un índice elevado indicaría pobres condiciones alimenticias, debido a la desaparición de las capas y a la dispersión del alimento a consecuencia de la turbulencia generada.

La profundidad de la capa de mezcla sería un buen indicador de la turbulencia causada por el viento. Varios autores utilizan la profundidad de la capa de mezcla para establecer relaciones de distribución de larvas de peces y la temperatura (Urias, 2011). Así tenemos la tendencia de que mientras más al norte se encuentre la estación oceanográfica, mayor es la amplitud de la capa de mezcla, por tanto, mayor dispersión del alimento y menores condiciones alimenticias para las larvas.

En consecuencia, en la parte norte del área de estudio existiría una mayor dispersión del alimento debido a la turbulencia generada, y por tanto índices bajos de supervivencia de las larvas.

En el presente crucero, la latitud mostró correlaciones positivas importantes en varios parámetros. Las dos más importantes fueron la capa de mezcla y velocidad del sonido con correlaciones >0.70 , seguido de TSM y profundidad de la Z20 con valores de correlación entre 0.60 y 0.70. Así mismo, existieron correlaciones negativas de la latitud con otras variables, el porcentaje de oxígeno de saturación fue la variable que mostró el mayor valor de correlación ($n = -0.72$). Las variables que mostraron valores de correlación entre -0.60 y -0.70 fueron: ATSM y SSM. Por otro lado, la distribución de la TSM reflejaría que ésta es mayor mientras más cerca está a la costa (longitud). La SSM tiene el mismo comportamiento que la TSM, es decir, que la salinidad fue menor en las estaciones más oceánicas (longitud); la correlación con salinidad es la más fuerte en el análisis.

La distribución de los parámetros hidroquímicos nos muestra las mayores concentraciones en las estaciones cercanas a la costa, Chanduy (E7), Pto. Bolívar (E1), Bahía de Caráquez (E25). Esto se debería a consecuencia del aporte de los ríos y descargas industriales. Sin embargo, las condiciones observadas frente a la punta de Santa Elena (E10), señalaría la convergencia de dos masas de agua con características nutritivas completamente diferentes.

En general se observó una masa de agua pobre en elementos nutritivos, procedente del norte que llegó aproximadamente hasta 2°00 S y una débil contribución de agua sureña (rica en nutrientes), lo que coincidiría con un Frente Ecuatorial desplazado hacia el sur.

Los valores de la Utilización Aparente de Oxígeno (UAO) se registraron negativos, indicativo de una activa producción de oxígeno. Esto coincide con la relación nitrato/fosfato, la cual se observa en una proporción baja pero constante en la capa superficial, denotando un agotamiento del ion nitrato como resultado de su utilización. Esto sugiere que el límite máximo de la biomasa fitoplanctónica dependería de la fracción de nitrógeno regenerado. Por su parte los niveles de fosfato mostraron un descenso poco notorio, posiblemente por la tasa de reposición del mismo.

En general, las densidades de fitoplancton fueron relativamente altas, especialmente hacia el estuario del Golfo de Guayaquil, zona oceánica frente a Manabí y suroeste del área de estudio, las cuales habrían sido resultado del ingreso de masas de agua ricas en nutrientes que habrían sustentado la actividad fotosintética. Sin embargo, de acuerdo al registro histórico, la abundancia de fitoplancton de esta zona ha estado dada principalmente por la dominancia de diatomeas en porcentajes superiores al 70 % con respecto a otros grupos fitoplanctónicos (Coello et al., 2007; Prado y Cajas, 2008; Prado y Bucheli, 2012; Conde et al., 2018). En los resultados actuales, se observó un incremento en el porcentaje de dinoflagelados con respecto a las diatomeas, lo que tendría relación con el registro de anomalías positivas de temperatura en la zona norte y en el estuario interior del Golfo de Guayaquil, puesto que los dinoflagelados generalmente se incrementan con el aumento de la TSM.

Estas anomalías positivas, también habrían influenciado la composición de las comunidades del zooplancton, ya que, en la zona del Golfo de Guayaquil, se presentaron especies propias de estuario y de aguas cálidas como *Acartia lilljeborgi*, *Evadne tergestina* y *Penilia avirostris*, mientras que en la zona intermedia y oceánica del sur dominaron especies de aguas templadas como *Paracalanus parvus*, exceptuando la estación 11 que es oceánica y en la cual sobresalieron especies de aguas cálidas. En la zona norte dominaron especies de aguas tropicales y subtropicales como *Paracalanus parvus* y *Bestiolina* sp., como las más representativas. En cambio, en el área intermedia y oceánica, se registraron especies de agua cálida como *Evadne tergestina*, *Penilia avirrostris* y *Oithona plumífera* principalmente.

Desde el punto de vista trófico, los núcleos de mayor abundancia de fitoplancton frente al Golfo de Guayaquil y al suroeste del área de estudio, coinciden con altas densidades de larvas de *C. mysticetus*, cuyo alimento principal lo constituyen las diatomeas en todas las etapas de su vida, habiéndose determinado que los juveniles se alimentan preferentemente de especies de *Coscinodiscus* (Bayliff, 1963). Esta larva de pez registró sus mayores concentraciones al norte de Ecuador,

frente a la provincia de Manabí, coincidiendo con los núcleos de abundancia de zooplancton, los cuales también habrían formado parte de su dieta puesto que se ha determinado que, aunque la alimentación en estadios juveniles la constituyen principalmente las diatomeas, también consumen silicoflagelados, dinoflagelados, foraminíferos, rotíferos y crustáceos (Bayliff, 1963).

Otra zona de abundancia de fitoplancton y zooplancton fue el estuario exterior del Golfo de Guayaquil, desde la punta de Santa Elena hasta la zona oceánica frente a Puerto Bolívar. En esta área, se observaron núcleos de abundancia de larvas de *E. ringens* y *Anchoa* sp., las cuales tienen un amplio espectro trófico, tanto de presas fitoplanctónicas como zooplanctónicas, con una alta predominancia de las primeras; sin embargo, la alimentación de la fracción recluta no se restringe solamente a fitoplancton, sino que también incluyen organismos de zooplancton particularmente copépodos (Medina et al., 2015), los cuales en esta zona fueron encontrados mayoritariamente en estado de copepodito.

Un núcleo de abundancia de fitoplancton de menor magnitud que los anteriores, se registró frente a la provincia de Manabí entre Puerto López y Jaramijó, lo que estaría sustentando la alimentación de *Opisthonema* spp., organismos para los cuales se ha determinado que las diatomeas y dinoflagelados son el principal constituyente alimentario, consumiendo además organismos de zooplancton como copépodos (*Paracalanus* y *Acartia*), anfípodos, ostrácodos y eufausidos, los cuales representan la fuente de carbono más importante para los procesos de crecimiento y reproducción (Romero, 1988; Manrique, 2000).

Altas densidades de zooplancton fueron reportadas al oeste de la isla Puná, sitio donde se concentraron larvas de *Scomber japonicus* (macarela), las cuales se alimentan de una amplia variedad de organismos, principalmente copépodos calanoides y anchoíta en todos sus estadios; además tiene distintas modalidades de obtención del alimento, y una de ellas es la filtración cuando son pequeños, etapa en la cual se alimenta preferentemente de zooplancton (Perrotta, 2000; Manrique, 2000).

La alta productividad de zooplancton en la zona norte desde Pedernales hasta la punta de Santa Elena, estaría sustentando las altas densidades de *Auxis* spp., (botella), la cual se alimenta de peces, cefalópodos y crustáceos, en especial los planctónicos como larvas de estomatópodos y megalópodos (Valeiras y Abad, 2010), los cuales fueron encontrados en cantidades significativas en la zona mencionada.

En general, las especies de peces pelágicos pequeños se alimentan por filtración y especialmente de fitoplancton y zooplancton en todas las etapas de su vida. Las altas densidades de plancton encontradas estarían reflejando la disponibilidad de recursos alimentarios para estas especies, lo cual desde el punto de vista fisiológico les permite el ingreso de la energía necesaria para abastecer los procesos metabólicos de crecimiento y reproducción (Chumba, 1995).

Finalmente, se reporta abundancia y diversidad de plancton, especialmente en la isla Santa Clara y estuario interior y exterior del Golfo de Guayaquil que están ubicadas en la zona sur del área de estudio, y de zooplancton en la zona norte lo que indicaría potencial alimento para los peces durante su desarrollo, pero principalmente en sus etapas larvales.

Es conocido que los pelágicos menores a través de su historia evolutiva han desarrollado estrategias de reproducción, lo que le permite acoplarse a las variaciones estacionales de las condiciones del hábitat pelágico (Blaxter y Hunter, 1982). Una de los parámetros importantes que regula la actividad reproductiva es la temperatura, considerada como la fuerza de restricción del área que ocupan los adultos para el desove (Lluch-Belda et al., 1989), debido a que las especies poseen rangos óptimos, con intervalos adecuados, que permiten acoplarse y obtener el éxito reproductivo.

Según Ahlstrom (1956) el éxito de la actividad reproductiva se basa en el número de huevos desovados en un área específica, que varía en función de los huevos encontrados en fase de desarrollo inicial y las larvas que terminan su alimentación endógena (preflexión) y que constituye un indicador del desove efectivo de la población adulta. En relación a esto, durante el crucero se encontró un mayor número de huevos en fase inicial y larvas en preflexión, que indicaría que *Cetengraulis mysticetus*, *Anchoa* spp., y *Engraulis ringens*, comenzaron su actividad reproductiva a mediados de octubre y que, para las especies *Scomber japonicus*, *Auxis* sp., y *Etrumeus teres*, la actividad reproductiva y de desove se enmarcó entre la primera y segunda semana de noviembre, tendencia que coincide con lo reportado por Prado, (2009); Gilbert y Villegas (2016).

Lo anterior, nos indicaría que los adultos encontraron en dichas zonas hábitat preferencial para la reproducción, relacionadas directamente con las características topográficas del área y que se asocia a sus estrategias reproductivas (Parrish et al., 1981), estas últimas condicionadas a los factores físicos (temperatura, oxígeno, concentración de nutrientes y derivadores del viento) y biológicos (concentración de clorofila-a y biomasa del zooplancton) (Cushing, 1975 1982; Pope et al., 1994).

No obstante, la distribución y/o variación de los adultos desovantes son vinculados a otros factores como: a) la salinidad y la densidad del agua de mar, que condiciona la flotabilidad de los huevos de peces y que influye en la retención o dispersión de los mismos (Craik y Harvey, 1987); b) la intensidad y dirección del viento, el cual modifica la posición de los frentes de surgencias y genera la modificación del hábitat reproductivo (Valencia – Gasti et al., 2015); c) sitios con elevada producción primaria y secundaria, que permite a través de la supervivencia de larvas de las primeras etapas posteriores a la eclosión, alcanzar el reclutamiento (Cushing, 1975); y d) procesos mesoescalares, que incrementa la retención del ictioplancton.

Cabe mencionar que las máxima abundancia y distribución de los huevos y larvas de peces fueron encontrados en el Golfo externo de Guayaquil, al oeste de la puntilla de Santa Elena hasta norte de Manabí, lo que nos permiten relacionar que el desove de algunas especies como *Auxis* sp., y *S. japonicus*, se presentaron en zonas con condiciones idóneas para la reproducción, con rangos de temperatura entre 23 a 25°C, óptimos para estas especies (Ochoa, 2015).

Es importante también destacar la abundancia y presencia de huevos de peces de *E. teres*, en la parte oeste al Golfo externo de Guayaquil, lo cual según López-Peralta (1984), se debería a que los huevos son derivadores pasivos, por ende, es de esperar alta densidad de los mismos en la parte oceánica, la cual estaría influenciada por el flujo de las corrientes. Patrón de distribución similar que se vio reflejado en huevos de *Engraulis ringens*, mientras que las larvas de esta última especie estuvieron estrechamente asociadas con la densidad de huevos; lo que estaría relacionado con los intervalos de temperaturas menores a 23° C que son adecuados para estas especies.

En cuanto a *Opisthonema* spp, fue la taxa con menor presencia durante el estudio, registrada frente a la zona de Manabí donde se evidenció temperatura y condiciones que constituyen un indicador de la presencia de la población adulta, quienes se asocian a temperaturas de 24 a 28° C para su reproducción (Saldierna et al., 1987).

Mientras que huevos y larvas de *C. mysticetus* presentaron una amplia distribución desde el Golfo de Guayaquil hasta el norte de Manabí, mostrando pulso de mayor intensidad donde se observó concentraciones de fitoplancton, y en su mayoría de diatomeas (Hunter, 1981). Distribución que coinciden con larvas de *Anchoa* spp, y *Anchovia macrolepidota*, considerando que estas tres taxas están generalmente asociadas a las áreas internas de los sistemas estuarinos, que depende en gran medida de las condiciones de turbidez, ya que son zonas donde desarrollan gran parte de su ciclo de vida (Barletta-Bergan et al., 2002).

6. CONCLUSIONES

1. La biomasa estimada de peces pelágicos pequeños representó un incremento del 8% en relación a la campaña de marzo 2018, sin embargo, el mismo responde más a la presencia de organismos con tallas grandes (25 a 34 cm) de la especie macarela.
2. Se reporta una marcada diferencia en los estimados de abundancia de cada una de las especies evaluadas en marzo (mayor abundancia de botella y menor abundancia de macarela) y noviembre (mayor abundancia de macarela y menor abundancia la botella), lo cual se asume se debería a la estacionalidad para la época lluviosa y seca, masas de aguas cálidas y frías, respectivamente.
3. La mayor concentración de biomasa de PPP se encontró por debajo de los 70 m, asociado probablemente con disponibilidad de alimento, principalmente de

organismos como los mictófidios que se encuentran por debajo de esta profundidad, y que son el alimento preferido de la macarela y botella.

4. El alto nivel de actividad reproductiva registrado durante noviembre, nos permite presumir que las condiciones ambientales favorecieron positivamente a este factor regulatorio poblacional.
5. El aporte de las diferentes masas de agua presentes en el área de estudio y la disposición del frente ecuatorial (FE), constituyeron un factor importante en la distribución y concentración de los principales elementos nutritivos, principalmente en la capa superficial del área estudiada.
6. En términos generales, la estructura térmica vertical subsuperficial fue encontrada profundizada, con anomalías térmicas positivas en cada uno de los niveles y con una termoclina de gradiente débil. El Agua Tropical Superficial dominó en toda el área de estudio y en los primeros 20 metros de profundidad.
7. A pesar de registrar altas densidades de fitoplancton, el porcentaje de dinoflagelados encontrados principalmente en la zona sur del área de estudio llama la atención, ya que supera los valores históricos obtenidos en muestreos previos para esta región; Se considera que las anomalías positivas encontradas, habrían influenciado la composición de las comunidades tanto del fitoplancton como del zooplancton.
8. Las altas densidades de larvas de peces habrían coincidido con los núcleos de mayor abundancia de fitoplancton especialmente frente al Golfo de Guayaquil y al suroeste del área de estudio. Mientras que en la parte norte del área de estudio existiría una mayor dispersión del alimento debido a la turbulencia generada, y por tanto índices bajos de supervivencia de las larvas.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar prospecciones acústicas en la franja costera cercana a la orilla para evaluar la biomasa reclutable, debido a que en el presente estudio no se encontró presencia de juveniles.
- Mantener la continuidad de las evaluaciones hidroacústicas, al menos dos veces al año para determinar el stock de peces en las dos estaciones del año (invierno y verano).
- Las investigaciones realizadas en el área de estudio denotan una posible relación de los recursos pelágicos con las condiciones oceanográficas. Esta zona presenta una importante variabilidad ambiental, por lo que es necesario continuar desarrollando campañas de investigación bio-oceanográficas de manera multidisciplinaria, a mediano y largo plazo, con el objetivo de caracterizar las condiciones oceanográficas que permitan comprender la distribución de los recursos y buscar las relaciones que expliquen el aumento o disminución de las biomásas.

- Implementar áreas de protección en las primeras millas náuticas (6 millas) frente a las localidades de la provincia de Manabí desde Las Gilses hasta Bahía de Caráquez y el Golfo interno de Guayaquil, debido a que estas zonas han sido identificadas como áreas de reproducción y crianzas de los pelágicos pequeños, no solo en este crucero sino en trabajos anteriores realizados por el INP.
- Explorar nuevas áreas posibles de pesca de peces pelágicos pequeños, adicionales a los caladeros tradicionales, de tal manera, que puedan contar con otras áreas alternativas de pesca.

8. BIBLIOGRAFÍA

Ahlstrom, E. H. (1956). Eggs and larvae of anchovy, jack mackerel and Pacific mackerel. Calif. Mar. Res. Comm., CalCOFI Rept. 1/april/1955 to 30/june/1956:33-42.

Ahlstrom, E.H., (1969). Mesopelagic and bathypelagic fishes in the California Current Region. Calif. Mar. Res. Comm., CalCOFI Rep., 13: 39-44.

Bayliff, W. (1963). The food and feeding habits of the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, in the Gulf of Panama. Inter - American Tropical Tuna Commission. Vol 7 No. 6: 399-459 p.

Björnberg, T. A. (1981). Copepoda. En: Boltovskoy, D. (ed). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino (pp. 587-679). Mar del Plata. Publicación especial del Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero (INIDEP).

Blaxter, J.H.S y J.R. Hunter, 1982. The biology of the Clupeid fishes. Academic Press, New York, N.Y., 398 pp.

Boltovskoy, D. (1981). Atlas de zooplancton del Atlántico Sudoccidental y método de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata.

Boltovskoy, D. (1999). South Atlantic zooplankton. Leiden, Netherlands: Backhuys.

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.

Bustos, Claudia A.; Landeta, Mauricio F.; Balbontin, Fernando (2008). Spawning and early nursery areas of anchoveta *Engraulis ringens* Jenyns, 1842 in fjords of southern Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía, Vol. 43, No 2, p. 381-389.

Canales C., Peralta M., y Jurado V. 2013. Evaluación de la Población de Pinchagua (*Opisthonema* spp.) en aguas ecuatorianas. Boletín Especial, Instituto Nacional de Pesca. Año 4. N° 3. 49 pp.

Canales C., Peralta M., y Jurado V. 2014. Evaluación de la Población de Macarela (*Scomber japonicus*) en el Ecuador y su perspectiva de explotación, Instituto Nacional de Pesca (en prensa).

Carpenter, J.H (1965). The Accuracy of the Winkler Method for Dissolved Oxygen Analysis. *Limnol. Oceanogr.*10: 135-140.

Chumba, L., (1995) Interacción trófica entre dos especies de sardina *Opisthonema oglinum* (le Sueur, 1818) y *Harengula jaguana* Poey, 1865 (Osteichthyes: Clupeidae) que coexisten en las costas de Celestun, Yucatán, México. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR). Tesis de Maestría: 86 pp.

Coello, D., Cajas, J., Elías, E., & Buchelli, R. (2016). Plancton y relaciones tróficas de *Cynoscion analis*, *Isopisthus remifer* y *Merluccius gayi*, en la zona marino costera del Ecuador. *Revista Ciencias del Mar y Limnología*, 10(2), 38-53.

Coello, D., M. Prado, J. Cajas y Cajas de, L. (2007). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana (1999-2006). Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador. Reporte Interno. 23 pp.

Conde, A., M. Hurtado y M. Prado (2018). Phytoplankton response to a weak El Niño event. *Ecological Indicators* 95: 394–404.

Cruz, M. L., Elías, E., & Garcés, G. (2003). Interrelación entre el Ictioplancton y Zooplancton marino durante septiembre–octubre 2003. *Revista Ciencias del Mar y Limnología*, 10(1).

Cucalón, E. (1983). Temperature, Salinity and Water Masses Distribution of Ecuador during an El Niño Event in 1976. *Rev. Cien. Mar. Limnol.* 2(1):1-25.

Cucalón, E. (1987). Oceanographic variability off Ecuador associated with an El Niño event in 1982–1983. *J. Geophysical Research*: 92(C13),14,309-14,322.

Cushing, D.H., (1975). *Marine Ecology and Fisheries*. Cambridge, Cambridge University Press.

Cushing, D.H. (1982). *Climate and Fisheries*. London, Academic Press.

Cushing. D.H. (1975), *Marine Ecology and Fisheries*. Cambridge University press London. New York. Melbourne.

Dahlgren, K., Andersson, A., Larsson, U., Hajdu, S., & Båmstedt, U. (2010). Planktonic production and carbon transfer efficiency along a north–south gradient in the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 409, 77-94.

De la Cuadra, T. 1999. Condiciones oceanográficas y meteorológicas en el océano Pacífico frente al Ecuador en el período 1994-1999. *Boletín Especial del Instituto Nacional de Pesca*.

Fiedler, P. 1992. Seasonal Climatologies and Variability of Eastern Tropical Pacific Surface Waters. NOAA Technical Report NMFS 109.

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

Gilbert, G. y T. Villegas. 2016. Aspectos biológicos y pesqueros de la macarela *Scomber japonicus* (Perciformes Scombridae) en la costa continental de Ecuador. Ciencias Pesquera 24(1): 67-75

González, N. 2010. La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador durante 2009. Boletín Científico y Técnico. 20(7):1-17.

González, N., M. Prado, R. Castro, F. Solano. V. Jurado y M. Peña. 2008. Análisis de la pesquería de peces pelágicos pequeños en el ecuador (1981-2007). Instituto Nacional de Pesca. Documento Interno.

Hunter, J. R. (1981) Feeding ecology and predation of marine fish larvae. In Lasker, R. (ed), Marine fish larvae. Morphology, Ecology and Relation to Fisheries. University of Washington Press, Seattle, pp. 33–71.

ICES. 1998. Report of the Study Group on Echo Trace Classification. ICES Document CM 1998/B: 1. 58 pp.

ICES. 2000. Report on Echo Trace Classification. ICES Cooperative Research Report, 238. 107 pp.

Inga B., Mena J., Ordinola E., Gómez E. (2008). El Machete de Hebra, *Opisthonema* spp., parámetros Biológico-Pesquero y Talla Mínima de Captura. Tumbes, Perú. Instituto del Mar de Perú Vol 35 Número 3.

INP. (2017). Distribución y abundancia de pinchagua (*Opisthonema* spp.) y chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*) en el Golfo de Guayaquil. Documento interno.

IMARPE. “Estudios en Biología Reproductiva”. Imarpe.gob.pe. http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/areas_investigacion/seguimientos/reproductiva.htm (Visitada Enero 2, 2019).

Koslow, J. A. (2009). The role of acoustics in ecosystem-based fishery management. ICES Journal of Marine Science, 66: 966–973.

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

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

Patterson K, Santos KM. (1991). Dinámica poblacional de la pinchagua del Pacífico (*Opisthonema* spp.) Un ejemplo del análisis del stock usando información de temperatura. Boletín Científico y Técnico Vol. 11 No. 6. Instituto Nacional de Pesca del Ecuador (INP).

Kendall, J., A.W., Ahlstrom, E.H. & Moser, G. (1984). Early life history of fishes and their characters. In G. Moser, Richards, W.J., Cohen, D.M., Fahay, M.P., Kendall, J., A.W., Richardson, S.L., eds. Ontogeny and systematics of fishes. pp. 11–22. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, La Jolla, California.

Krebs, C. (1999). Ecological methodology. Vancouver: Benjamin/Cummings.

Lluch-Belda, D., R. J. M. Crawford, T Kawasaki, A.D. MacCall, R. H. Parrish, R. A. Schwartzlose and P. E. Smith. 1989. World wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: The regime problem. S. Africa Journal Mar. Sci. 8:195-205

Manrique, F. (2000). Ecología alimenticia de los pelágicos menores del Golfo de California, México. Transferencia Año 13, Número 50: 21- 23

Matareses, A. C., W, Kendall., D. M, Blood y B. M. Vinter. 1989. Laboratory guide to early life history stages of Northeast Pacific fishes, Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 80: 652p

Medina M., Herrera L., Castillo J., Jaque J. & Pizarro N. (2015). Alimentación de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en el norte de Chile (18°25'-25°40' S) en diciembre de 2010. Lat. Am. J. Aquat. Res., 43(1):46-58 p.

Miller, B. S. y A.W. Kendall. (2009). Early life history of marine fishes. University of California Press, Berkeley. 364p.

Moser, H. G. (Ed.). (1996). The early stages of the fishes in the California Current Region. CalCOFI Atlas, 33.

NCSS for Grids. (2018). [online] Available at: http://ncss.hycom.org/thredds/ncss/grid/GLBa0.08/expt_91.2/dataset.html [Accessed 27 Dec. 2018].

NOAA. (2018). Index of /data/sea-surface-temperature-optimum-interpolation/access/avhrr-only. [online] Available at: <https://www.ncei.noaa.gov/data/sea-surface-temperature-optimum-interpolation/access/avhrr-only/> [Accessed 27 Dec. 2018].

Ochoa, M. (2015). Identificación molecular, distribución y alimentación de larvas de *Auxis* spp. y su relación con un remolino ciclónico en el sur del Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR. 123 pp.

Oliva, E., Braun, J. & Arancibia, H. (1987). Alimentación de la sardina española (*Sardinops sagax*) (Pisces Clupeiformes), en el norte de Chile. 2do. Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar 1987:2. 323-332.

Parrish, R. H., Nelson, C. S. and Bakun, A. (1981). Transport mechanisms and reproductive success of fishes in the California Current. Biol. Oceanogr., 1, 175–203

Patterson K, Santos KM. (1991). Dinámica poblacional de la pinchagua del Pacífico (*Opisthonema* spp.) Un ejemplo del análisis del stock usando información de temperatura. Boletín Científico y Técnico Vol. 11 No. 6. Instituto Nacional de Pesca del Ecuador (INP).

Perrota, R. (2000). Caballa (*Scomber japonicus*). Pesquerías de Argentina 1997-1999: 217-225.

Peterson, C. W. y R.R. Warner (2002). The ecological context of reproductive behavior. Coastal reefs fishes. Pp. 103-118.

Pope, J.G., Shepherd, J.G. y Webb, J. (1994). Successful surf-riding on size spectra: the secret of survival in the sea. Philosophical Transactions of the Royal Society, 343: 41-49.

Prado, M y J. Cajas (2008). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana durante el 2007. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador. Reporte Interno. 18 pp.

Prado, M y R. Bucheli (2012). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana durante el 2011. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador. Informe Interno. 20 pp.

Prado, M. 2009. La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador durante el 2008. Instituto Nacional de Pesca, Boletín Científico y Técnico 20(4): 1-25.

Reynolds, C. (2006). Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press. New York. 535 pp.

Richards, W.J. (2006). Early stages of Atlantic fishes: An identification guide for the Western Central North Atlantic. CRC, Florida, EEUU.

Romero, N. (1988). Alimentación de la sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Gunther) en el área de Bahía Magdalena B.C.S., México. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR). Tesis de maestría: 97 pp.

Rytter, G. (1978). The inverted-microscope method. Phytoplankton manual. A. Sournia. United Kingdom. 88-96p.

Simmonds J., Williamson N. J., Gerlotto F., Aglen A. (1992). ICES Cooperative Research Report Nro.187. Acoustic survey design and analysis procedure: a comprehensive review of current practice. 127 pp.

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

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

Strickland, J. D. H. y T. R. Parsons (1972). A practical Handbook of sea water analysis. Bull. Fish. Res. Board of Canada: 67.

Subsecretaría de Pesca de Chile (2011). Modificación del periodo de veda reproductiva de anchoveta y sardina común, V a XIV regiones, año 2011. Informe técnico (R. PESQ.) N°63. Subsecretaría de Pesca, Gobierno de Chile. 6 pp.

Tomas, C. (1996). Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. United States of America. 597 pp.

Urias, H. (2011). Respuesta de la comunidad de larvas de peces en el sur de la corriente de California ante la intrusión anómala de agua subártica y el evento El Niño 2002-2004. Instituto Politécnico Nacional – CICIMAR. Tesis de maestría.

Valeiras, J. & Abad, E. (2010). Descripción de la melva (*Auxis thazard*). Manual ICCAT. Primera edición: 225-232 p.

Valencia – Gasti, J.A., Baumgartner, T. y R. Durazo. (2015). Effects of the ocean climate on life cycles and distribution of small pelagic fishes in the California Current System off Baja California. Ciencias Marinas. 41. 315 – 348.

Yañez-Arancibia, A y P. Sánchez-Gil. (1988). Ecología de los recursos demersales marinos: Fundamentos en costas tropicales. AGT. Editor. Editor S.A. México D.F. 230p.

Zar, J. (1996). Biostatistical Analysis. New Jersey: Prentice Hall.

ANEXOS

Anexo 1

Coordenadas de las estaciones oceanográficas

ZONA SUR			ZONA NORTE		
Estación	Latitud	Longitud	Estación	Latitud	Longitud
1	03.19992S°	80.46160O°	16	01.57994S°	81.03450W°
2	03.20268S°	81.11880O°	17	01.50822S°	81.22585O°
3	03.04680S°	80.79775O°	18	01.34333S°	80.99385W°
4	02.85991S°	80.40414O°	19	01.18757S°	80.90349W°
5	02.86204S°	81.22082O°	20	01.15535S°	81.18496W°
6	02.70290S°	80.81689O°	21	01.00671S°	80.98721W°
7	02.53541S°	80.55930O°	22	00.83943S°	80.54134W°
8	02.53434S°	81.11856O°	23	00.83972S°	81.10315W°
9	02.37367S°	81.04230O°	24	00.67215S°	80.77444W°
10	02.22703S°	81.01677O°	25	00.5048S°	80.4779W°
11	02.20433S°	81.20600O°	26	00.50307S°	81.04475W°
13	01.87892S°	80.74919O°	27	00.33494S°	80.70745W°
14	01.87163S°	81.29028O°	28	00.16949S°	80.37077W°
15	01.70214S°	81.01255O°	29	00.17180S°	80.90022W°
33	03.278340S°	80.45249O°	30	00.00460S°	80.44983W°
34	02.06881S°	81.08473O°	31	00.13450N°	80.18095W°
36	02.00625S°	80.81476O°	32	00.15962N°	80.61327W°
			35	01.57994S°	81.03450W°

Anexo 2 Reporte de Calibración

Embarcación: B/P Caripe	Fecha: 31/10/2018	
Ecosonda: EY 60	Lugar: La Libertad	
Tipo de esfera: Cu-23,0	TS esfera: -40.4 dB (Corregida para la velocidad del sonido)	Profundidad (fondo mar): 10 m

Calibration Version 2.1.0.12

Comments: calibración 4_la libertad_31-10-2018.

Reference Target:

TS	-40.40 dB	Min. Distance	7.00 m
TS Deviation	5.0 dB	Max. Distance	12.00m

Transducer: ES120 Serial No. 656

Frequency	120000 Hz	Beamtype	Split
Gain	22.90 dB	Two Way Beam Angle	-18.5 dB
Athw. Angle Sens.	17.00	Along. Angle Sens.	
Athw. Beam Angle	9.00 deg	Along. Beam Angle	9.00 deg
Athw. Offset Angle	0.00 deg	Along. Offset Angle	0.00 deg
SaCorrection	0.00 dB	Depth	3.00 m

Transceiver: GPT 120 kHz 00907205c4ae 1-1 ES120

Pulse Duration	0.256 ms	Sample Interval	0.048 m
Power	500 W	Receiver Bandwidth	8.71 kHz

Sounder Type:

EK60 Version 2.4.0

TS Detection:

Min. Value	-50.0 dB	Min. Spacing	100 %
Max. Beam Comp.	6.0 dB	Min. Echolength	
80 %			
Max. Phase Dev.	8.0	Max. Echolength	180 %

Environment:

Absorption Coeff.	37.4 dB/km	Sound Velocity	1493.9 m/s
-------------------	------------	----------------	------------

Beam Model results:

Transducer Gain =	24.70 dB	SaCorrection =	-0.64 dB
Athw. Beam Angle =	9.49 deg	Along. Beam Angle =	9.44 deg
Athw. Offset Angle =	-0.03 deg	Along. Offset Angle =	-0.04 deg

Data deviation from beam model:

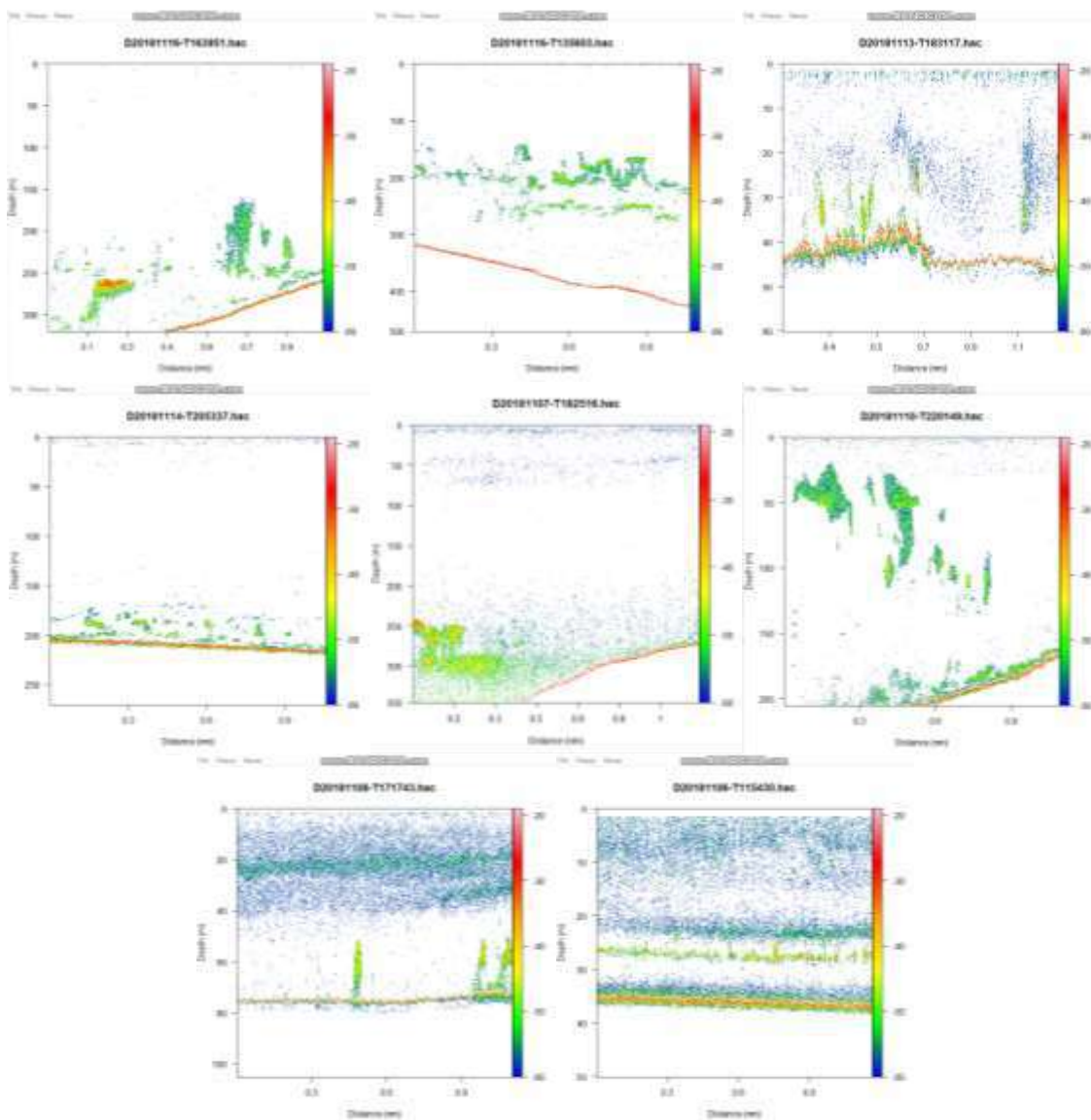
RMS =	0.36 dB		
Max =	0.64 dB	No. = 122	Athw. = 2.0 deg
Min =	-3.99 dB	No. = 136	Athw. = 2.8 deg
			Along = 2.4 deg
			Along = 4.1 deg

Data deviation from polynomial model:

RMS =	0.09 dB		
Max =	0.64 dB	No. = 122	Athw. = 2.0 deg
Min =	-3.50 dB	No. = 136	Athw. = 2.8 deg
			Along = 2.4 deg
			Along = 4.1 deg

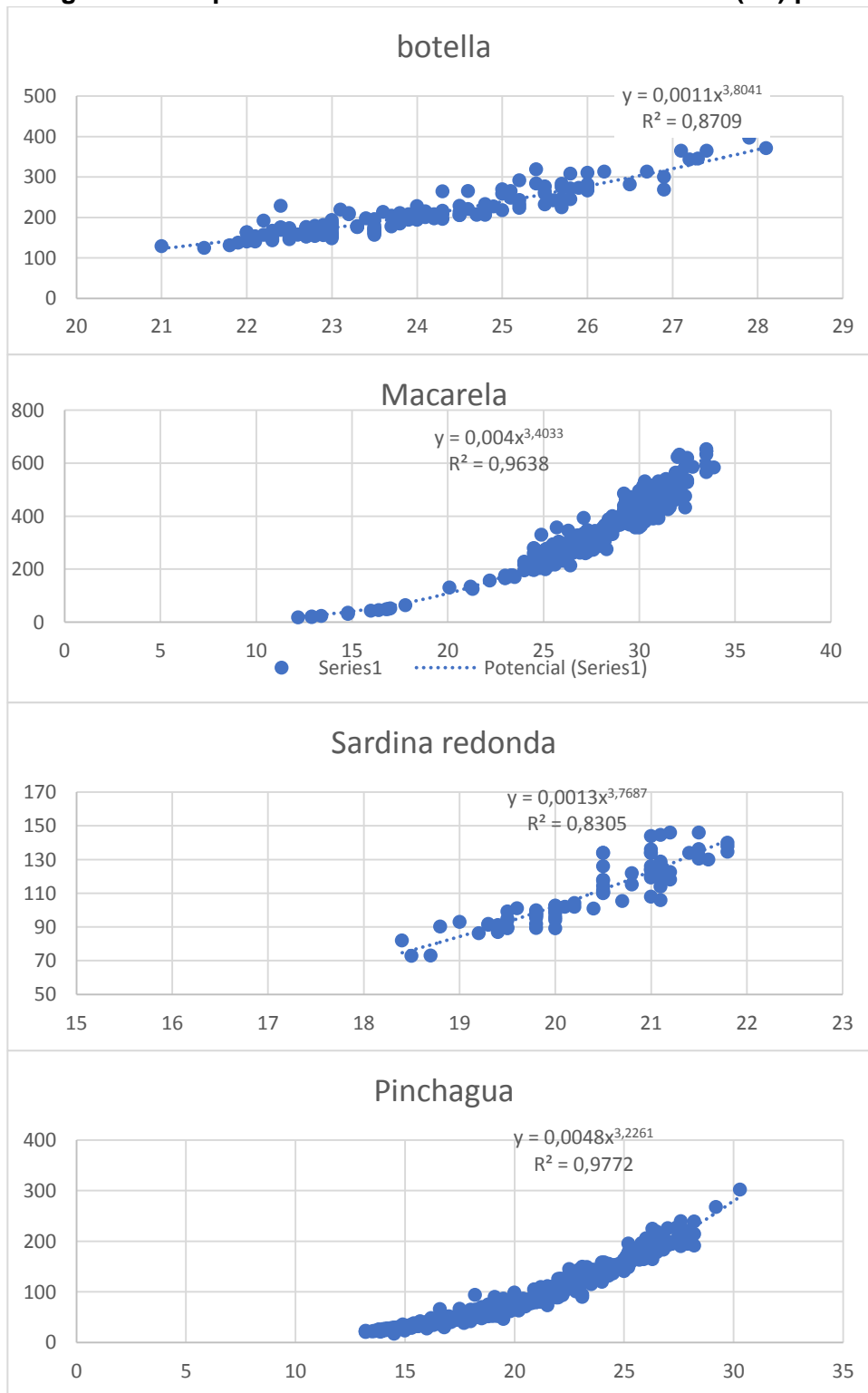
Anexo 3

Ecogramas mediante herramienta de post procesamiento LP

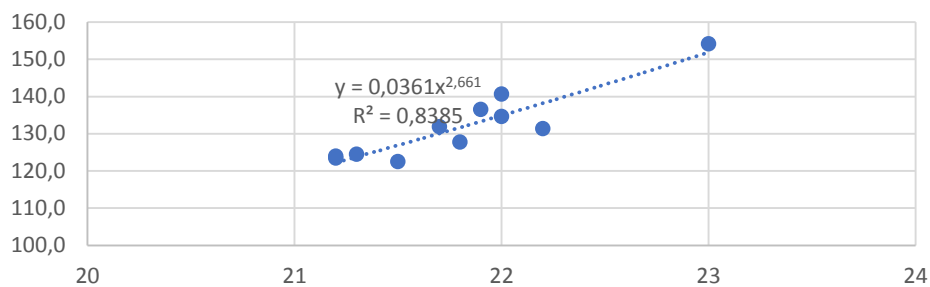


Anexo 4

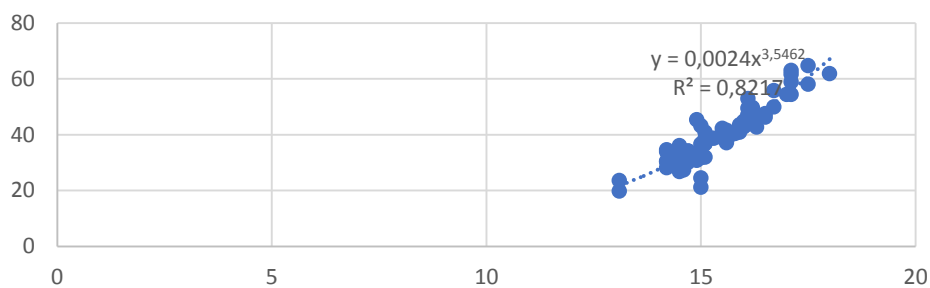
Relación Longitud- Peso para las ecuaciones de Fuerza de blanco (TS) por especie.



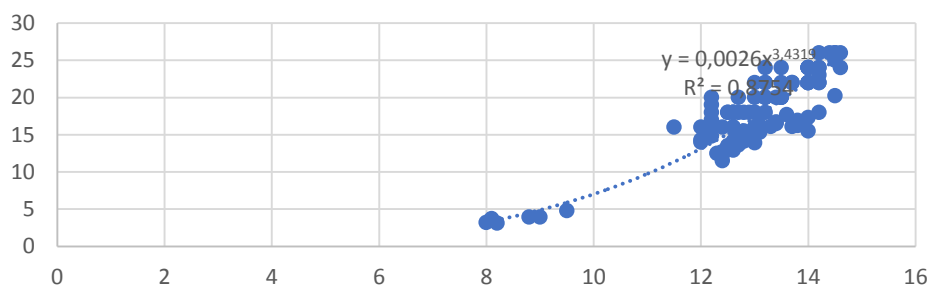
Picudillo



Chuhueco

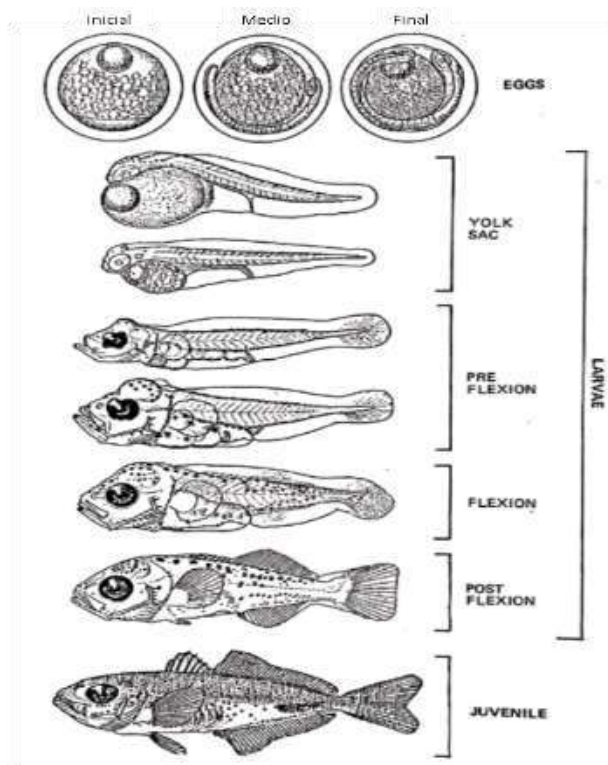


Anchoa



Anexo 5

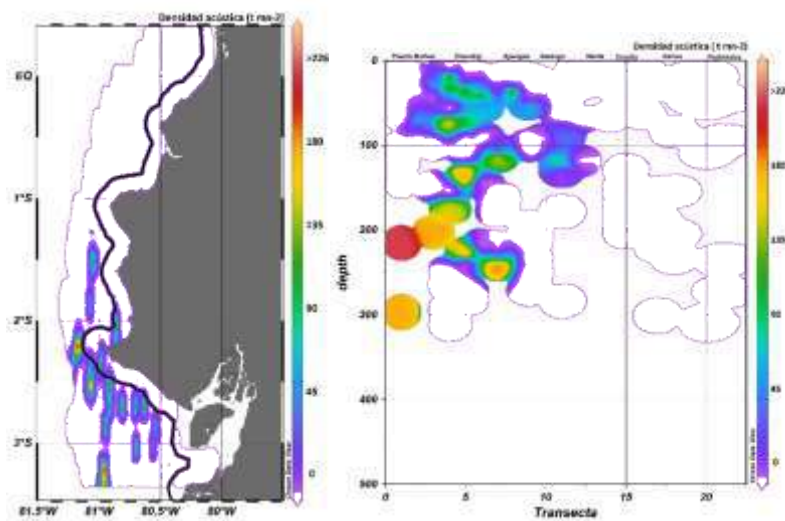
Primeras etapas de vida de *Trachurus symmetricus*, obtenido de Kendall et al. (1984)



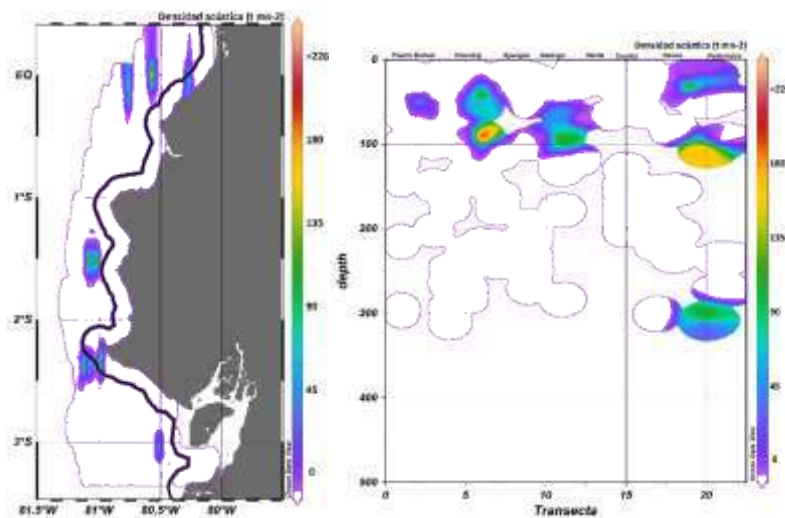
Anexo 6

Distribución espacial de “Otras Especies”

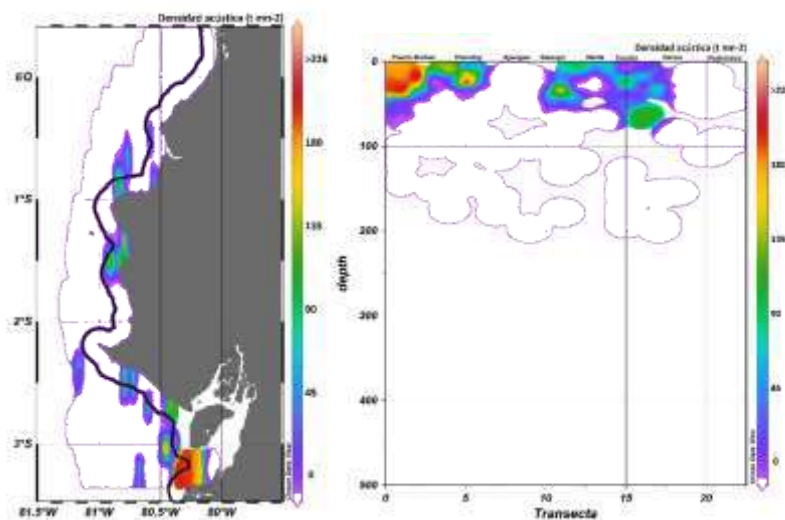
Gallineta



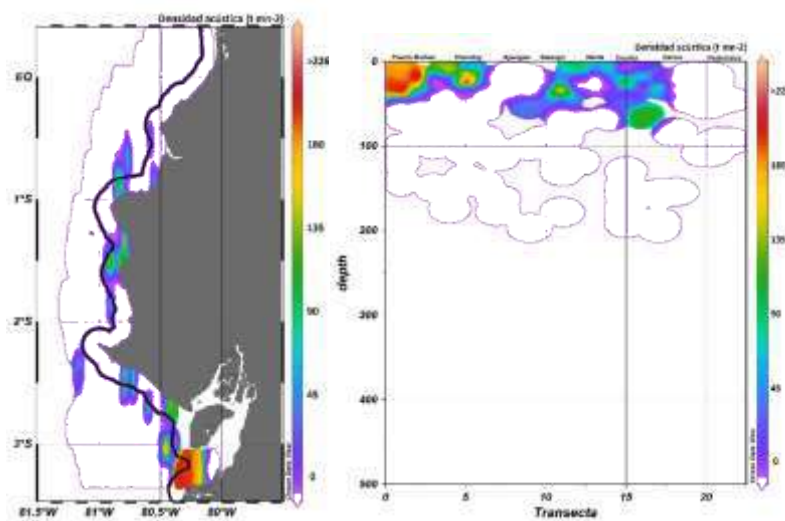
Chazo



Carita



Hojita



Anexo 7

Matriz de correlación de los parámetros físicos y espaciales

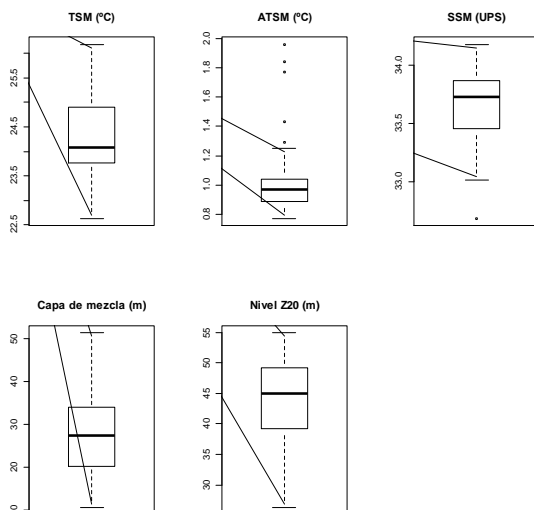
	Longitud	Latitud	Dsecchi [m]	Nubosidad	Distancia a la costa [m.n.]	Temperature [ITS-90, deg C]	Anomalía [°C]	Capa de mezcla [m]	Nivel z20 [m]	Salinity, Practical [PSU]	Pressure, Strain Gauge [db]	Conductivity [uS/cm]	Density [density, kg/m^3]	Sound Velocity [Wilson, m/s]	Oxygen Saturation, Weiss [ml/l]
Longitud															
Latitud	0.18														
Dsecchi [m]	-0.65	-0.04													
Nubosidad	0.10	0.11	-0.27												
Distancia a la costa [m.n.]	-0.46	-0.28	0.71	-0.58											
Temperature [ITS-90, deg C]	0.73	0.69	-0.51	0.02	-0.43										
Anomalía [°C]	0.40	-0.66	-0.31	-0.04	0.12	-0.08									
Capa de mezcla [m]	0.27	0.87	0.25	0.19	-0.25	0.71	-0.50								
Nivel z20 [m]	0.17	0.63	-0.37	0.49	-0.54	0.55	-0.62	0.68							
Salinity, Practical [PSU]	-0.77	-0.63	0.57	-0.02	0.42	-0.93	-0.01	-0.66	-0.58						
Pressure, Strain Gauge [db]	0.19	-0.12	-0.21	0.04	-0.32	0.08	-0.02	-0.66	-0.34	-0.01					
Conductivity [uS/cm]	-0.09	0.41	-0.03	0.09	-0.01	0.21	-0.53	0.72	0.49	0.00	0.16				
Density [density, kg/m^3]	-0.63	-0.26	0.55	-0.01	0.33	-0.62	-0.30	-0.69	-0.57	0.75	0.07	0.62			
Sound Velocity [Wilson, m/s]	0.51	0.71	-0.51	0.03	-0.33	0.86	-0.30	0.71	0.55	-0.70	0.14	0.67	-0.14		
Oxygen Saturation, Weiss [ml/l]	-0.56	-0.72	0.50	-0.03	0.35	-0.90	0.25	-0.71	-0.54	0.76	-0.13	-0.60	0.23	-1.00	
Geopotential Anomaly [J/kg]	-0.34	0.02	0.22	0.06	0.07	-0.13	-0.23	0.01	0.07	0.14	-0.07	0.14	0.19	-0.01	0.03

Fuente: INP, Datos de Crucero INP-SRP-CNP 18-11-02PV

Anexo 8

Resumen estadístico y diagramas de caja de los datos físicos del crucero

	TSM [° C]	Anomalía [° C]	SSM [ups]	Capa de mezcla [m]	Nivel z20 [m]
Media	24.3	1.1	33.7	28.9	43.5
Error típico	0.2	0.1	0.1	2.6	1.7
Mediana	24.2	1.0	33.7	27.9	44.7
Moda	24.4	1.0	33.9	51.4	26.3
Desviación estándar	1.0	0.3	0.3	12.8	8.5
Varianza de la muestra	0.9	0.1	0.1	164.1	72.9
Curtosis	-0.5	3.0	-0.5	-0.7	-0.3
Coeficiente de asimetría	0.4	2.0	-0.5	0.5	-0.6
Rango	3.6	1.2	1.2	40.8	28.7
Mínimo	22.6	0.8	33.0	10.6	26.3
Máximo	26.2	2.0	34.2	51.4	55.0
Suma	923.9	40.7	1279.4	721.9	1043.9
Cuenta	38.0	38.0	38.0	25.0	24.0
Nivel de confianza (95.0%)	0.3	0.1	0.1	5.3	3.6



Anexo 9

Participantes del crucero

Actividad / Responsabilidad

Personal a bordo

1. Jefe Científico
2. Acústica
3. Acústica
4. Oceanografía Física
5. Oceanografía Química
6. Ictioplancton
7. Ictioplancton
8. Fito/Zoo Plancton
9. Fito/Zoo Plancton
10. Tecnología Pesquera
11. Tecnología Pesquera
12. Biología Pesquera
13. Biología Pesquera
14. Inspector de pesca SRP
15. Inspector de pesca SRP

Participantes

Blgo. Álvaro Romero *
Ing. Evelyn Landívar
Blgo. Daniel Laaz
Ing. Gabriela Ponce *
Q. F. Katherine Alarcón *
Blga. Gabriela Ayora
Blga. Gregoria Calderón
Blga. Jacqueline Cajas
Blga. Johanna Guerrero
Tlg. Ángel Muñoz
Tlg. Geovanny Sandoval
Blgo. Xavier Icaza
Blga. María Peña
Blgo. Israel Parrales *
Blgo. Carlos Lucas *

Personal en Tierra

16. Coordinadora logística
17. Biología Pesquera
18. Biología Pesquera
19. Biología Pesquera
20. Biología Pesquera

Blga. Viviana Jurado
Blga. Natalia González
Blgo. Fernando Aguilar
Blga. Martha Tomalá
Blgo. Manuel Díaz

*Participantes de las 2 fases.