



Letamendi 102 y La Ría
Telf: +(5934) 2401773 - 2401776 - 2401779
P.O. Box: 09-01-15131
Código Postal: 090314
www.institutopesca.gob.ec
Guayaquil-Ecuador

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA

INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS BIOACUÁTICOS Y SU AMBIENTE (IRBA)

ESTIMACIÓN HIDROACÚSTICA DE LA ABUNDANCIA Y BIOMASA DE LOS PRINCIPALES PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS EN EL ECUADOR Y SU DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL, DURANTE MARZO DE 2018 (INP-SRP-CNP 18-03-01PV)



Álvaro Romero¹, Evelyn Landívar², Gabriela Ponce¹, Viviana Jurado¹,
Mikio Naganobu³ y Mario Hurtado¹

¹Instituto Nacional de Pesca (INP) Ecuador

²Cámara Nacional de Pesquería (CNP) Ecuador

³Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA-INP)

Resumen

A través de un trabajo conjunto entre el Instituto Nacional de Pesca (INP) Ministerio de Acuacultura y Pesca (MAP) y la Cámara Nacional de Pesquería (CNP), se realizó entre el 12 y 22 de marzo de 2018 el crucero de prospección acústica y pesca comprobatoria (INP-SRP-CNP 18-03-01PV) dirigido a peces pelágicos pequeños (PPP) frente a la costa ecuatoriana. Se prospectó un área total de 21 220 km² entre las latitudes 00°02.000 N y 03°23.000 S, sobre la plataforma y el talud continental. El área de estudio fue dividida en dos Subáreas: "A" y "B", que corresponden al Golfo de Guayaquil (ca. 8 780 km²) y la zona al Norte de la Península de Sta. Elena hasta Pedernales (ca. 12 240 km²), respectivamente.

La biomasa total estimada para las especies de PPP (botella, macarela, sardina redonda, pinchagua, picudillo y chuhueco) fue de 1 396 223 t con una abundancia de 6 mil millones de individuos, la cual representó una biomasa alta en comparación con los resultados obtenidos por Romero et al., en el 2012 y Romero y García en marzo y octubre 2013. Para el grupo "Otras especies" se estimó una biomasa de 309 976 t equivalente a 47% de chazo, 21% de gallineta, 18% de carita y 13% de hojita.

Los mayores valores de abundancia y biomasa se presentaron en la Subárea A con 4 mil millones individuos y 1 088 515 t, respectivamente; en la Subárea B se estimó una abundancia de 2 mil millones de ejemplares con una biomasa de 307 700 t. La densidad acústica fue de 225.8 t mn⁻². La botella y macarela fueron las especies más abundantes, alcanzando una biomasa de 631 771 y 265 714 t, respectivamente, acumulando el 64% de la biomasa estimada total. Se registró actividad reproductiva durante la ejecución de la campaña, caracterizado por gónadas con ovocitos hidratados. Las condiciones oceanográficas en general presentaron un comportamiento atípico para la época del año. Las isolíneas de las variables físicas evaluadas (temperatura y salinidad) se encontraron por sobre la profundidad esperada para la época del año (40 m aproximadamente).

Palabras claves: Prospección, biomasa, acústica, peces pelágicos pequeños, ecogramas, ovocitos hidratados, isolíneas y condiciones oceanográficas.

Abstract

Through an inter-institutional collaboration project between The National Fisheries Institute (INP), Ministry of Aquaculture and Fisheries (MAP) and the National Chamber of Fisheries (CNP), it was conducted an acoustic prospecting and monitoring fishery survey (INP-SRP-CNP 18-03-01PV) of ecuadorian small pelagic fish. The acoustic survey had total area coverage of ca. 21 220 km² between latitudes 0° 02' N and 3° 23' S, over the continental shelf and slope. The survey area was divided into two Subareas "A" and "B", being A the Gulf of Guayaquil (ca. 8 780 km²) and B the area extended from the north of Santa Elena Peninsula to Pedernales (ca. 12 240 km²).

The total biomass estimated of small pelagic fish (frigate tuna, chub mackerel, shortfin scad, pacific thread herring, scad mackerel and pacific anchoveta) was 1 396 223 tonnes (t) and abundance estimate was 6 billion individuals. These values constitute a high biomass estimate compared to the results obtained by Romero et al. in 2012 and Romero and García in march and october 2013. For the group "Other species", it was obtained a total biomass estimate of 309 976 tonnes constituted in: pacific haverstfish 47%, lumptail searobin 21%, peruvian moonfish 18% and pacific bumper 13%.

The highest abundance and biomass estimates were from Subarea A with 4 billion individuals and 1 088 515 t, respectively. For Subarea B, the abundance estimate was 2 billion individuals and the biomass estimated was 307 700 t. The acoustic density was 225.8 t nmi⁻². Frigate tuna and mackerel were the most abundant species with biomass estimates of 631 771 and 265 714 t, respectively. These values represent the 64% of the estimated biomass. Reproductive activity was registered during the survey, characterized by gonads with hydrated oocytes. In general, the oceanographic conditions showed an atypical behavior for the season, in March the isolines of the physical parameters (temperature and salinity) are expected to be deeper (approximately 40 m).

Key words: prospecting, biomass, acoustic, small pelagic fish, echograms, hydrated oocytes, isolines and oceanographic conditions.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	METODOLOGÍA	5
2.1	EMBARCACIONES PARTICIPANTES	5
2.2	ÁREA DE ESTUDIO Y ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN	5
2.3	INSTALACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL EQUIPO ACÚSTICO	7
2.4	SISTEMA DE MUESTREO DE PROSPECCIÓN HIDROACÚSTICA Y PESCA COMPROBATORIA.....	7
2.4.1	Prospección hidroacústica.....	7
2.4.2	Pesca comprobatoria.....	8
2.5	MUESTREO ACÚSTICO	8
2.6	ANÁLISIS DE LOS ECOTRAZOS	8
2.7	DISCRIMINACIÓN DE PECES POR ESPECIE Y EXTRACTO DE PROFUNDIDAD	9
2.8	DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS RECURSOS	9
2.9	ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y BIOMASA	9
2.10	DESARROLLO GONADAL E ÍNDICE GONADOSOMÁTICO	10
2.11	DATOS OCEANOGRÁFICOS	11
3.	RESULTADOS.....	12
3.1	ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA, BIOMASA Y DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL DE PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS	12
3.1.1	Botella (<i>Auxis</i> spp.)	14
3.1.2	Macarela (<i>Scomber japonicus</i>)	14
3.1.3	Sardina redonda (<i>Etrumeus teres</i>).....	15
3.1.4	Pinchagua (<i>Opisthonema</i> spp.).....	16
3.1.5	Picudillo (<i>Decapterus macrosoma</i>).....	17
3.1.6	Chuhueco (<i>Cetengraulis mysticetus</i>)	18
3.1.7	“Otras Especies”	19
3.2	PESCA COMPROBATORIA	19
3.3	DESARROLLO GONADAL E ÍNDICE GONADOSOMÁTICO	20
3.3.1	<i>Auxis</i> spp. (Botella)	20
3.3.2	<i>Scomber japonicus</i> (Macarela)	21
3.4	CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS.....	22
4.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	26
5.	RECOMENDACIONES.....	27
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	27
	ANEXOS.....	30

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, uno de los principales recursos pesqueros de importancia económica y social lo constituyen los peces pelágicos pequeños, que conllevó al establecimiento de una pesquería industrial, que tuvo sus inicios en la década de los sesenta, y a partir de 1981 el Instituto Nacional de Pesca (INP) lleva a cabo el seguimiento de los desembarques, así como de las condiciones biológicas de estos recursos a lo largo de la costa continental ecuatoriana. Para 1981 se registró un total de 1 043 115 toneladas (estadísticas pesqueras INP 1981-2013), pero a través del tiempo se ha observado una reducción significativa en los desembarques, registrándose en el 2017 un total de 310 400 toneladas, manteniendo un promedio de 245 000 toneladas para la última década.

Para el estudio sobre distribución y abundancia de los recursos pesqueros en general, los métodos acústicos resultan los más importantes (Koslow, 2009); dichos métodos son utilizados desde hace décadas sobre especies como las sardinias (*Opisthonema* spp.), botellita (*Auxis* spp.), macarela o morenillo (*Scomber japonicus*), entre otros. Las técnicas de evaluación acústica están basadas en la utilización del sonido para detectar y observar organismos u objetos situados en la columna de agua. Países como Chile y Perú utilizan este sistema de evaluación a fin de estimar las condiciones en la que se encuentran los recursos marinos de interés comercial.

El INP desde 1990 viene realizando campañas de investigación hidroacústica para estimar la composición, distribución y abundancia de las principales especies de peces pelágicos pequeños presentes en aguas ecuatorianas, relacionándolos con los principales parámetros oceanográficos. En la primera campaña se estimó un total de 2.4 millones de toneladas distribuidos en la costa ecuatoriana, siendo el Golfo de Guayaquil la zona con mayor biomasa detectada, registrándose ca., 1.2 millones de toneladas (Vicuña, 1991).

Con el fin de actualizar las estimaciones sobre la composición, distribución y abundancia de las principales especies de peces pelágicos pequeños que se distribuyen sobre la plataforma y talud continental ecuatoriano, se realizó un crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria (INP-SRP-CNP 18-03-01PV) entre el 12 y 22 de marzo de 2018, con la participación del Instituto Nacional de Pesca (INP), Ministerio de Acuacultura y Pesca (MAP) y la Cámara Nacional de Pesquería (CNP), para lo cual se empleó cuatro barcos pesqueros comerciales con red de cerco de jareta, autorizados bajo Acuerdo Ministerial Nro. MAP-SRP-2018-0052-A del 07 de marzo de 2018, actividad que se ejecutó durante el periodo de veda.

De forma complementaria, se incluyó en esta campaña la colecta de parámetros ambientales, que se relacionaron con la información pesquera registrada; así como también datos de la actividad reproductiva de las principales especies de pelágicos pequeños, con la finalidad de definir si existen cambios en los patrones, generando conocimiento que robustezca las medidas de ordenamiento existentes a corto, mediano y largo plazo. De igual manera, se analizaron los ecotrazos correspondientes a otras especies que actualmente están soportando el esfuerzo de la flota cerquera costera, y potencialmente pueden presentar cambios en su distribución y abundancia.

2. METODOLOGÍA

2.1 EMBARCACIONES PARTICIPANTES

Dentro del marco de una alianza público-privada, cuatro embarcaciones comerciales fueron las autorizadas para ejecutar el crucero de prospección acústica y pesca comprobatoria (Tabla 1) con la intervención de 72 tripulantes (8 capitanes y 64 marineros), 4 inspectores de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros y 8 técnicos del INP.

Tabla 1. Embarcaciones pesqueras participantes en la campaña de investigación (INP-SRP-CNP 18-03-01PV), marzo 2018

Barco	Matricula	Armador	Casco	Eslora (m)	TRN (t)
Polar II	P-00-00717	Empresa Pesquera Polar SA	Acero Naval	37.75	86.63
Caripe	P-00-00903	Negocios Industriales Real (NIRSA SA)	Acero Naval	35.38	59.08
Andelka	P-00-00887	Aquabrisa CA	Acero Naval	37.12	53.56
Nilahue	P-00-00801	Aquabrisa CA	Acero Naval	30.91	67.12

2.2 ÁREA DE ESTUDIO Y ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

Se prospectó un área total de 21 220 km² entre las latitudes 00°02,000 N (frente a Pedernales) y 03°23,000 S (frontera con Perú), sobre la plataforma y el talud continental. Se dividió en dos Subáreas: “A” y “B”, que corresponden al Golfo de Guayaquil (ca. 8 780 km²) y la zona al Norte de la Península de Sta. Elena hasta Pedernales (ca. 12 440 km²), respectivamente.

Se efectuaron un total de 27 transectas paralelas con orientación Este – Oeste y Oeste - Este (perpendiculares a la costa), de las cuales 13 correspondieron a la Subárea “A” con una separación de 5 mn (9.3 km), y 14 transectas a la Subárea “B” con una separación de 10 mn (18.5 km), entre los veriles de 10 a 1000 m de profundidad.

Se realizaron 23 estaciones oceanográficas distribuidas estratégicamente sobre el área de estudio, abarcando zonas cercanas a la costa y oceánicas. De las cuales 11 estuvieron ubicadas en la subárea “A” y 12 en la subárea “B”. (Figura 1).

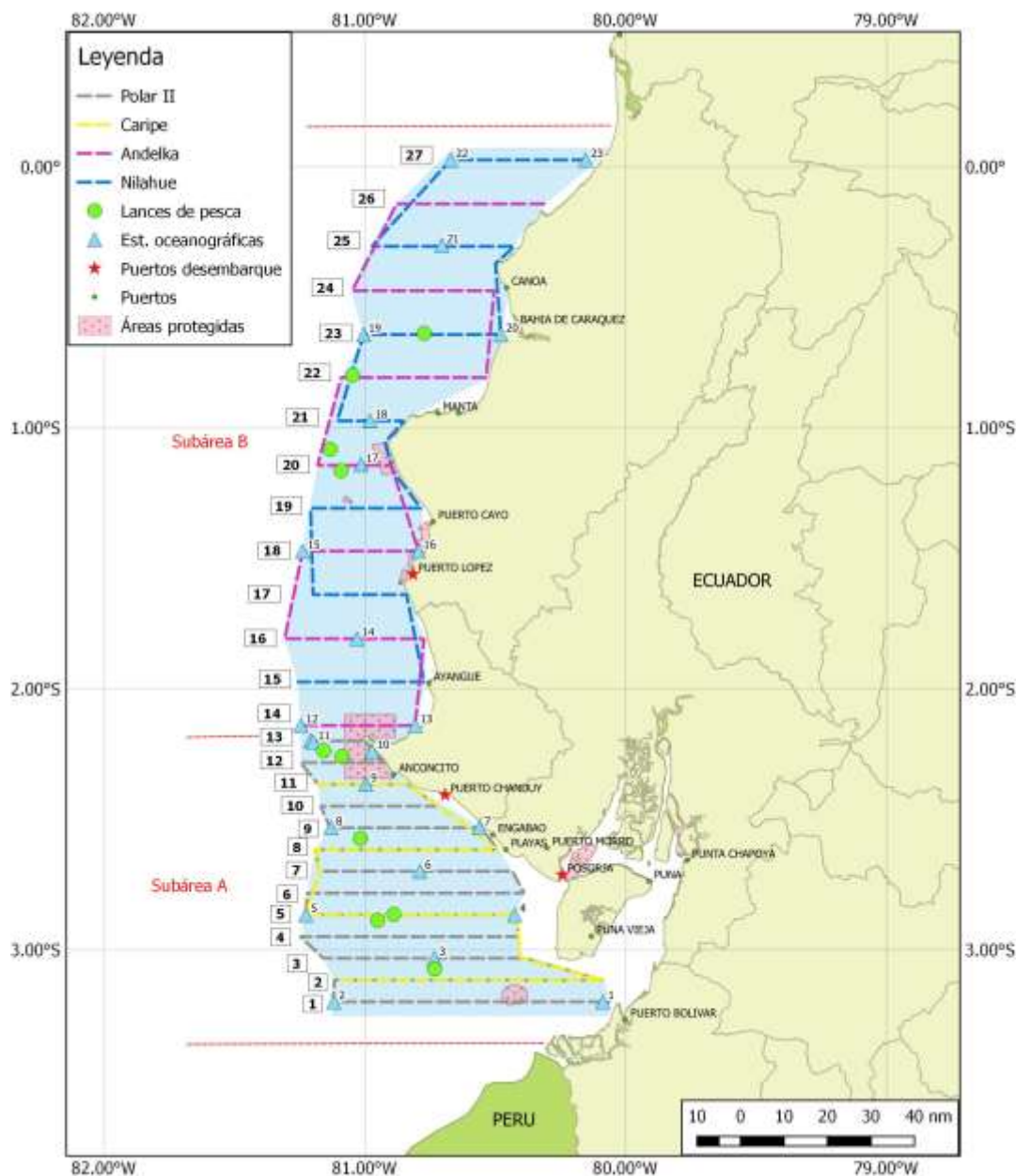


Figura 1. Ubicación geográfica y diseño de muestreo, durante el crucero INP-SRP-CNP18-03-01PV, marzo 2018

El B/P Polar II cubrió el área del Golfo de Guayaquil (Subárea A) llevando la ecosonda científica (SIMRAD EY60) configurada en la frecuencia de 120 kHz, realizando 13 transectas y 10 lances de pesca comprobatoria. El B/P Caripe prospectó 4 transectas intermedias en la Subárea A con la ecosonda comercial Furuno (FCV-628) con la finalidad de ajustar la escala de densidad acústica de la ecosonda científica con la comercial, además realizó 13 estaciones oceanográficas y 4 lances de pesca comprobatoria.

Los buques de pesca Andelka y Nilahue prospectaron desde Pedernales hasta la Puntilla de Santa Elena (Subárea B) con la ecosonda comercial Furuno (FCV-628) y realizaron 2 y 4 lances de pesca comprobatoria respectivamente, así como 6 estaciones oceanográficas cada uno.

2.3 INSTALACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL EQUIPO ACÚSTICO

La ecosonda portable SIMRAD EY60 fue instalada en el B/P Polar II y la calibración se la realizó el 28 febrero frente al puerto de Salango provincia de Manabí, en base a las especificaciones de su fabricante (SIMRAD, 1992), donde recomienda encontrar una ubicación con aguas calmas para anclar el barco con fondo mínimo de 10 m. Una vez anclado el barco, se procedió a utilizar 3 cañas con hilo de nylon de monofilamento ($\varnothing = 0.60$ mm), donde se hizo descender la esfera de cobre, evitando que la misma se aproxime al fondo (Figura 2). La frecuencia utilizada fue la de 120 KHz. Para efecto de la calibración se utilizó una esfera de cobre con fuerza de blanco conocida (-40.4 dB $\varnothing = 23$ mm). En el Anexo 1 se encuentra el reporte de la calibración.

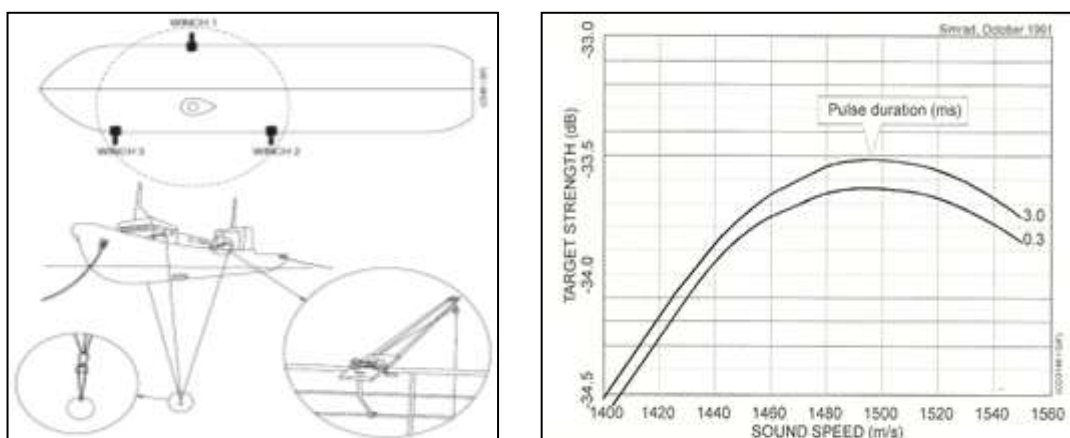


Figura 2. Instalación y calibración del ecosonda científica SIMRAD EY60

Fuente: Manual SIMRAD, 1992

2.4 SISTEMA DE MUESTREO DE PROSPECCIÓN HIDROACÚSTICA Y PESCA COMPROBATORIA

2.4.1 Prospección hidroacústica

Se efectuó mediante un sistema de muestreo tipo sistemático: perfiles paralelos perpendiculares a la costa, considerando como inicio y fin de cada transecta la batimetría de 10 y 1000 m. En la zona A, las transectas tuvieron una separación de 5 mn, mientras que la zona B fue de 10 mn, esto con la finalidad de desarrollar un esfuerzo homogéneo que nos permita recopilar información apropiada para poder evaluar y estudiar el mayor número de especies pelágicas pequeñas.

Este diseño ha sido utilizado desde los primeros cruceros de prospección acústica que ha realizado el INP, basado en la metodología descrita por autores como Rivoirard et al. (2000), Petitgas (1991), Francis (1984), Simmonds y Mac Lennan (2005).

Para el tratamiento de los datos obtenidos con la ecosonda científica se usó la herramienta LP en R Studio, mientras que para la ecosonda comercial se trabajó con una escala de abundancia acústica calculada para aguas ecuatorianas como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Escala numérica y valor de las categorías de la abundancia acústica en NASC

	Categoría	Abundancia acústica (NASC)
1	Escasa	8.84
2	Baja	241.61
3	Media	2,307.91
4	Alta	22,044.08

2.4.2 Pesca comprobatoria

Para llevar a cabo esta acción, las cuatro embarcaciones participantes utilizaron la red de cerco con jareta que han venido empleando en sus faenas de pesca (ojo de malla 1^{1/8} cabecero). Se realizaron 20 lances de pesca sobre marcas grandes observadas en los ecogramas. Una vez realizada la maniobra de pesca se procedió a calcular el volumen capturado en toneladas; posteriormente se obtuvo una muestra aleatoria de 50 kg por lance de pesca, para determinar la composición de la captura y de esta se tomó una submuestra de 20 organismos para obtener los parámetros biológicos de las especies y clase de talla.

2.5 MUESTREO ACÚSTICO

Está basado en la recolección de ecogramas tipo Sv, TS y de coordenadas angulares, que sirven para realizar el análisis de Reflectividad y Eointegración. Los ecogramas fueron grabados hasta una profundidad de 500 m, que es donde se distribuyen los peces pelágicos pequeños.

La metodología de trabajo consistió en el uso de dos modelos de ecosondas (científica y comercial); la ecosonda científica (EY60) instalada en el B/P Polar II cuenta con el software ER60 versión 2.4.0. Para efectos de este estudio se utilizó como Unidad Básica de Muestreo (UBM) una milla náutica como intervalo, que consiste en la medición del Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica (NASC Nautical Area Scattering Coefficient).

2.6 ANÁLISIS DE LOS ECOTRAZOS

El post-procesamiento de los ecogramas se lo realizó a través de la rutina LP programada en R Studio por Landívar y Ponce (2018). Esta rutina trabaja con archivos extensión **.hac**, por lo cual fue necesaria la conversión de los archivos originales de extensión **.raw**. La conversión se efectuó dentro del programa ER60, los archivos fueron extraídos cada 1 mn. (1 UBM). Una vez obtenida la información de entrada, se ejecutó la rutina tomando en consideración datos constantes para el análisis de los ecogramas; la profundidad fue fijada en 260 m y el coeficiente de absorción en 41.08 dB/km. La rutina lee los datos de cada archivo, extrae el ruido y finalmente permite seleccionar las manchas de peces observadas en el ecograma (Anexo 2).

Finalmente, se almacenan a manera de tabla la longitud, latitud y NASC promedio de las marcas de peces seleccionadas. La incertidumbre asociada a los resultados de valores NASC se consideró en la metodología propuesta por esta rutina.

2.7 DISCRIMINACIÓN DE PECES POR ESPECIE Y EXTRACTO DE PROFUNDIDAD

El proceso para disgregar las mediciones cuantitativas de Ecointegración de las especies registradas en cada UBM en un extracto de 260 m de profundidad, se la realizó considerando los siguientes puntos:

- 1.- El tipo de ecotrazos o características (cada especie tiene diferente tipo de ecotrazo debido a sus costumbres agregativas, textura, presencia o no de una vejiga natatoria, contenido graso, etc. (ICES, 1998; ICES, 2000; Barange et al., 2005 y Bertrand et al., 2008); y,
- 2.- Los porcentajes de las capturas realizadas en los lances pesca comprobatorios durante el crucero y también la proveniente de la flota costera de febrero y abril.

2.8 DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS RECURSOS

La distribución espacial se determinó mediante el programa Ocean Data View (ODV). Se trabajó con los valores de densidad acústica geo espacialmente referenciados por cada UBM y se definió el método de interpolación para la presentación de los mapas, el cual comprendió el Promedio Ponderado (Weighted Average Gridding).

2.9 ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y BIOMASA

Para el cálculo de la abundancia (Número de peces) y biomasa (toneladas) se utilizó el método de estimación por Áreas Isoparalitorales (AIP), para esto se obtuvieron los promedios de ecointegración (NASC) de cada recurso por UBM.

La estimación de la abundancia se realizó 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) para determinar la sección transversal de retro-dispersión (σ_{BS}). Para este análisis se utilizó 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 3, se muestra las ecuaciones para la frecuencia 120 kHz utilizadas para las diferentes especies evaluadas en este estudio.

Tabla 3. Ecuaciones de TS por especie para frecuencia 120 kHz

Especies	Ecuación	Talla
Botella / Macarela /Gallineta	$TS=20\log L-70.80$	por individuo (L en cm)
Sardina/Chuhueco/Pinchagua/Picudillo	$TS=20\log L-74.10$	por individuo (L en cm)
Hojita/Carita/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 $\sigma = 4 \pi 10^{TS/10}$.
- 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 febrero-abril 2018. (Anexo 3).

Botella (g)	= 0.0091 L ^{3.1546} (L en cm)
Macarela (g)	= 0.0179 L ^{2.9663} (L en cm)
Gallineta (g)	= 0.0393 L ^{2.5507} (L en cm)
Sardina Redonda (g)	= 0.0432 L ^{2.5809} (L en cm)
Hojita (g)	= 0.0135 L ^{2.8736} (L en cm)
Pinchahua (g)	= 0.0046 L ^{3.2446} (L en cm)
Picudillo (g)	= 0.0361 L ^{2.6610} (L en cm)
Chazo (g)	= 0.0165 L ^{2.9150} (L en cm)
Chuhueco (g)	= 0.0007 L ^{3.8325} (L en cm)
Carita (g)	= 0.0135 L ^{2.8736} (L en cm)

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

2.10 DESARROLLO GONADAL E ÍNDICE GONADOSOMÁTICO

Para efectos de establecer la condición reproductiva, para cada individuo de la submuestra obtenida, se determinó sexo y estadio de madurez sexual para machos y hembras. Para la asignación de los estadios de madurez se consideró la escala macroscópica de madurez propuesta por Arriaga et al., (1983), en la cual considera lo siguiente:

- Estadio I: Sexualmente inmaduros
- Estadio II: Madurez virginal/recuperación
- Estadio III: Sexualmente maduros
- Estadio IV: Próximos a desovar
- Estadio V: Desovados

Para botella, por ser la especie con mayor presencia durante el crucero, se elaboraron gráficos de barras diarios, mientras que para macarela se realizaron de manera general.

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 (Devlaming et al., 1982).

Siendo:

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

Dónde:

WG = el peso de las gónadas
WT = el peso total del pez.

Para macarela se utilizó la serie histórica existente en el programa de Peces Pelágicos Pequeños correspondiente al periodo enero 2012 – marzo 2018 y para botella la serie correspondiente de mayo 2016 – marzo 2018, con la finalidad de observar las variaciones mensuales en el proceso reproductivo de estas especies.

2.11 DATOS OCEANOGRÁFICOS

Los datos fueron colectados de las estaciones oceanográficas establecidas en el Plan de Crucero, con la finalidad de conocer las condiciones oceanográficas presentes al momento de la ejecución del crucero.

Cada estación fue ubicada utilizando receptores GPS marca Garmin, de distintos modelos, usando el sistema de georreferencia WGS84. En cada estación se registraron parámetros oceanográficos a nivel superficial y en la columna de agua hasta los 100 m.

La medición de las condiciones físicas en la columna de agua se realizó usando 3 perfiladores de profundidad, temperatura y salinidad (CTD Marca Seabird). Los perfiladores utilizados (SBE 19 y 19plus de marca Seabird), cuentan con archivos de configuración/calibración propios de cada equipo, y un software para el procesamiento de los datos obtenidos en campo, que a su vez cuenta con módulos independientes. Los módulos usados fueron: Filter, Align, Loop Edit, Bin Average y Derive.

3. RESULTADOS

3.1 ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA, BIOMASA Y DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL DE PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS

Se estimó para el área explorada una biomasa de PPP de 1 396 223 t y una abundancia de 6 mil millones de individuos. La Subárea A presentó la mayor abundancia y biomasa con ca. 4 mil millones individuos y 1 088 519 t, respectivamente. Para la Subárea B se estimó una abundancia de 2 mil millones de ejemplares con una biomasa de 307 704 t (Tabla 4 y 5).

Tabla 4. Biomasa (toneladas) de especies evaluadas por transecta

Subárea	Transecta	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Biomasa (t)
A	1	-3,200	-80,063	-3,200	-81,117	35,463	36,814	277	8,355	9,960	44,636	135,506
	2	-3,111	-81,114	-3,116	-80,085	35,866	20,770	3,065	9,449	8,043	48,471	125,663
	3	-3,033	-80,388	-3,033	-81,158	4,786	5,045		132		21,176	31,138
	4	-2,947	-81,239	-2,948	-80,417	129,754	22,566	8,818	1,906		10,755	173,799
	5	-2,867	-80,430	-2,868	-81,225	171,077	55,086	3,625		4,714		234,502
	6	-2,782	-81,219	-2,783	-80,388	29,518	30,268	525		6,603		66,914
	7	-2,698	-80,435	-2,700	-81,171	50,829	21,058	7,732				79,620
	8	-2,621	-81,186	-2,617	-80,489	23,447	9,295	3,807	3,053	580	1,033	41,216
	9	-2,534	-80,553	-2,542	-81,133	5,063	6,347		6,974		55,547	73,931
	10	-2,452	-81,170	-2,451	-80,724	63,249	22,041	16,276	1,805			103,370
	11	-2,366	-80,902	-2,367	-81,174	17,018	421	836				18,275
	12	-2,283	-81,243	-2,283	-80,927	762	619	183				1,564
	13	-2,198	-81,012	-2,191	-81,198	1,620	333	1,067				3,020
B	14	-2,133	-80,811	-2,139	-81,195							
	15	-1,969	-80,777	-1,994	-81,181	19,230	2,581	8,257				30,068
	16	-1,803	-81,300	-1,821	-80,783	12,132	11,236	5,752	14,511	8,924		52,555
	17	-1,769	-81,200	-1,798	-80,825	15,370	6,327		15,319			37,016
	18	-1,468	-80,799	-1,461	-81,226				29,612	18,211		47,822
	19	-1,309	-80,843	-1,344	-81,214	10,454	12,634	21,675		9,816		54,579
	20	-1,144	-81,182	-1,144	-80,899					17,400		17,400
	21	-0,969	-81,105	-1,007	-80,912				11,584			11,584
	22	-0,808	-80,535	-0,808	-81,091	6,133	2,272	3,231	4,694			16,330
	23	-0,641	-80,481	-0,643	-81,001							
	24	-0,475	-81,049	-0,475	-80,504				7,421		8,375	15,796
	25	-0,285	-80,963	-0,330	-80,481			3,611		8,067		11,678
	26	-0,142	-80,315	-0,142	-80,878			3,982		8,896		12,877
	27	0,026	-80,153	0,023	-80,713							
Totales						631,771	265,714	92,718	114,815	101,212	189,994	1,396,223

Tabla 5. Abundancia (millones de ejemplares) de especies evaluadas por transecta

Subárea	Transecta	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Botella	Macarela	Sardina Redonda	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Abundancia
A	1	-3,2000	-80,0631	-3,2005	-81,1168	125	77	3	74	75	132	487
	2	-3,1113	-81,1141	-3,1159	-80,0846	126	44	31	84	61	144	489
	3	-3,0335	-80,3880	-3,0326	-81,1579	17	11	0	1		63	91
	4	-2,9468	-81,2394	-2,9482	-80,4168	458	47	88	17		32	642
	5	-2,8667	-80,4300	-2,8682	-81,2250	603	115	36		36		791
	6	-2,7821	-81,2192	-2,7835	-80,3879	104	63	5		50		223
	7	-2,6975	-80,4348	-2,7004	-81,1714	179	44	77				301
	8	-2,6205	-81,1859	-2,6169	-80,4893	83	19	38	27	4		175
	9	-2,5336	-80,5530	-2,5423	-81,1326	18	13	0	62		165	258
	10	-2,4522	-81,1698	-2,4510	-80,7245	223	46	163	16			448
	11	-2,3662	-80,9024	-2,3665	-81,1738	60	1	8				69
	12	-2,2834	-81,2428	-2,2827	-80,9266	3	1	2				6
	13	-2,1984	-81,0121	-2,1912	-81,1980	6	1	11				17
B	14	-2,1332	-80,8105	-2,1388	-81,1947							
	15	-1,9695	-80,7768	-1,9936	-81,1808	68	5	83				156
	16	-1,8025	-81,3000	-1,8211	-80,7825	43	24	58	129	68		321
	17	-1,7694	-81,2000	-1,7979	-80,8248	54	13		136			204
	18	-1,4685	-80,7986	-1,4609	-81,2261	0	0		263	138		401
	19	-1,3086	-80,8432	-1,3439	-81,2135	37	26	217		74		355
	20	-1,1439	-81,1819	-1,1439	-80,8989					132		132
	21	-0,9692	-81,1052	-1,0066	-80,9120				103			103
	22	-0,8078	-80,5352	-0,8078	-81,0906	22	5	32	42			100
	23	-0,6408	-80,4812	-0,6433	-81,0006				0			
	24	-0,4750	-81,0489	-0,4750	-80,5044				66		25	91
	25	-0,2848	-80,9628	-0,3303	-80,4810			36		61		97
	26	-0,1419	-80,3150	-0,1419	-80,8785			40		67		107
	27	0,0260	-80,1532	0,0230	-80,7128							
Totales						2,228	557	929	1,020	766	564	6,065

La densidad promedio de peces pelágicos pequeños en el área de estudio fue de 225.8 t mn^{-2} , siendo la Subárea A (Golfo de Guayaquil) la que registró mayor densidad acústica con 425.6 t mn^{-2} y para la Subárea B fue 84.9 t mn^{-2} . Las especies pelágicas evaluadas presentes en la Figura 3 fueron botella, macarela, sardina redonda, pinchagua, picudillo y chuhueco.

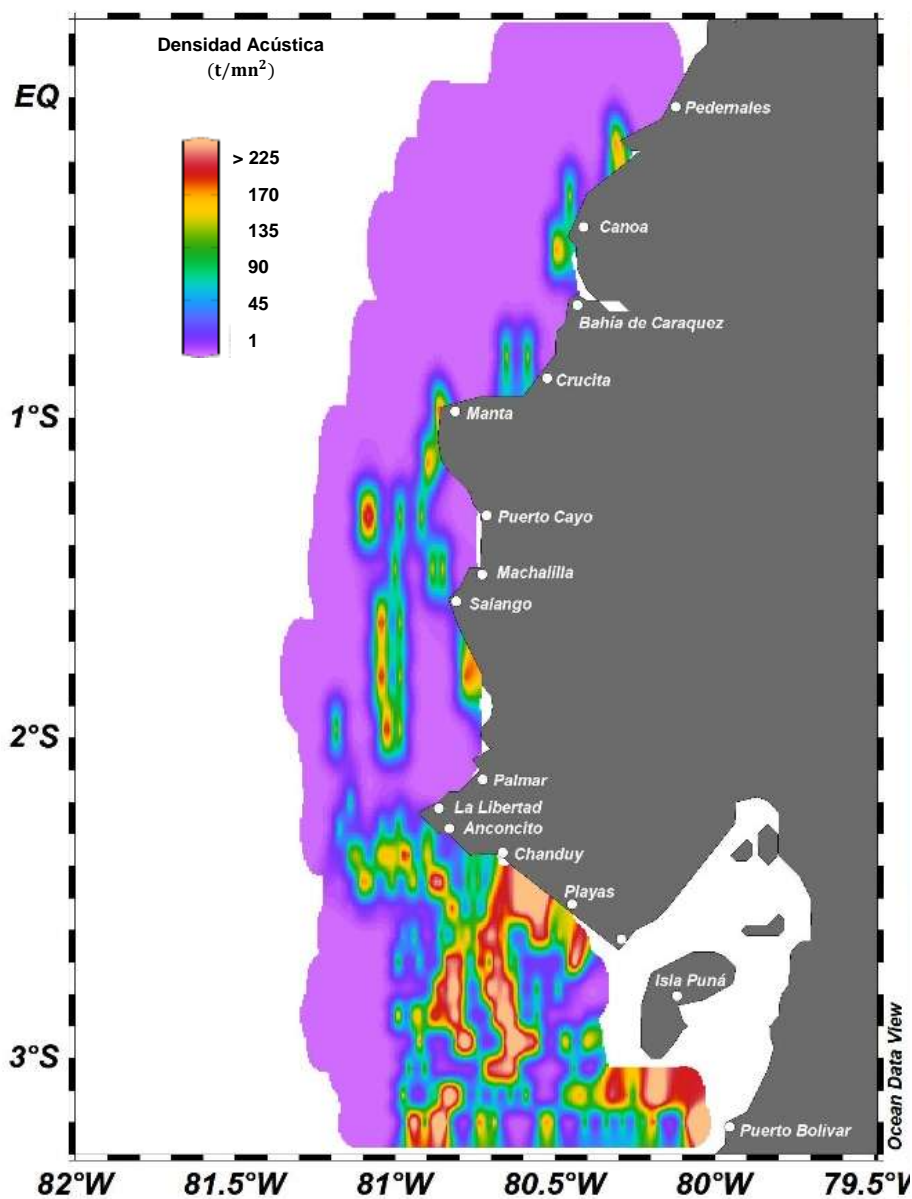


Figura 3. Distribución de PPP, durante el crucero INP-SRP-CNP 18-03-01PV

3.1.1 Botella (*Auxis* spp.)

Esta especie fue la de mayor abundancia registrada en esta campaña de investigación. Su distribución se concentró sobre todo el Golfo de Guayaquil (Puntilla de Santa Elena hasta frontera con Perú), mientras que hacia el Norte fue disminuyendo. La distribución vertical de esta especie fluctuó entre los 35 y 150 m. La densidad acústica promedio fue de 102.2 t mn^{-2} , en tanto que en las Subáreas A y B fue de 222.2 y 17.5 t mn^{-2} , respectivamente (Figura 4).

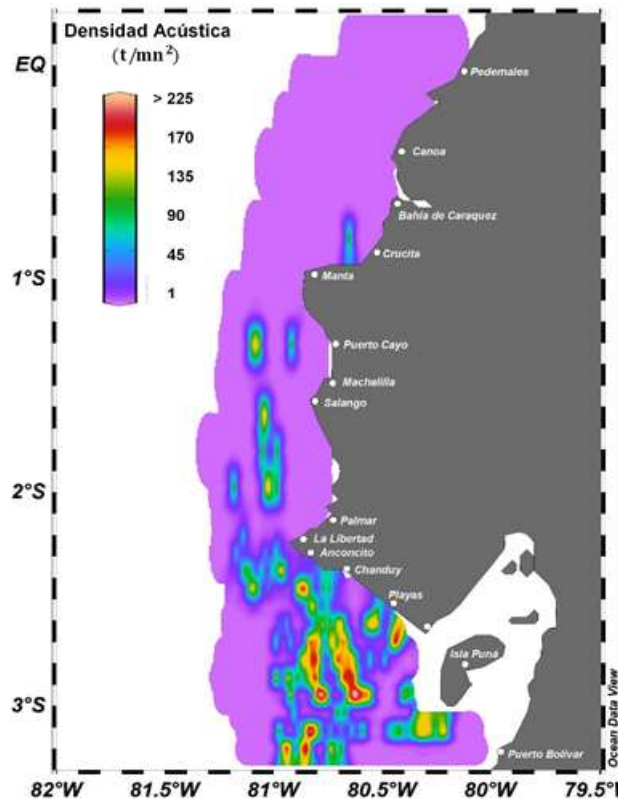


Figura 4. Distribución de *Auxis* spp. (Botella), durante el crucero INP-SRP-CNP 18-03-01PV

La biomasa calculada fue de 631 771 t, registrando su mayor presencia en las transecta cuatro (129 754 t) y cinco (171 077 t), con una abundancia estimada de 2 228 millones de individuos, predominando la talla de 26 cm LF. lo que representó el 29% del total, con un peso promedio de 264 g.

3.1.2 Macarela (*Scomber japonicus*)

La macarela fue la segunda especie más abundante. Su distribución se concentró en la parte central del Golfo de Guayaquil y hacia el Norte disminuyó su abundancia. En tanto que la distribución vertical estuvo a 150 m. La densidad acústica promedio de esta especie fue de 43.0 t mn^{-2} , mientras que para la Subárea A se calculó 90.2 t mn^{-2} y para la B fue de 9.7 t mn^{-2} (figura 5).

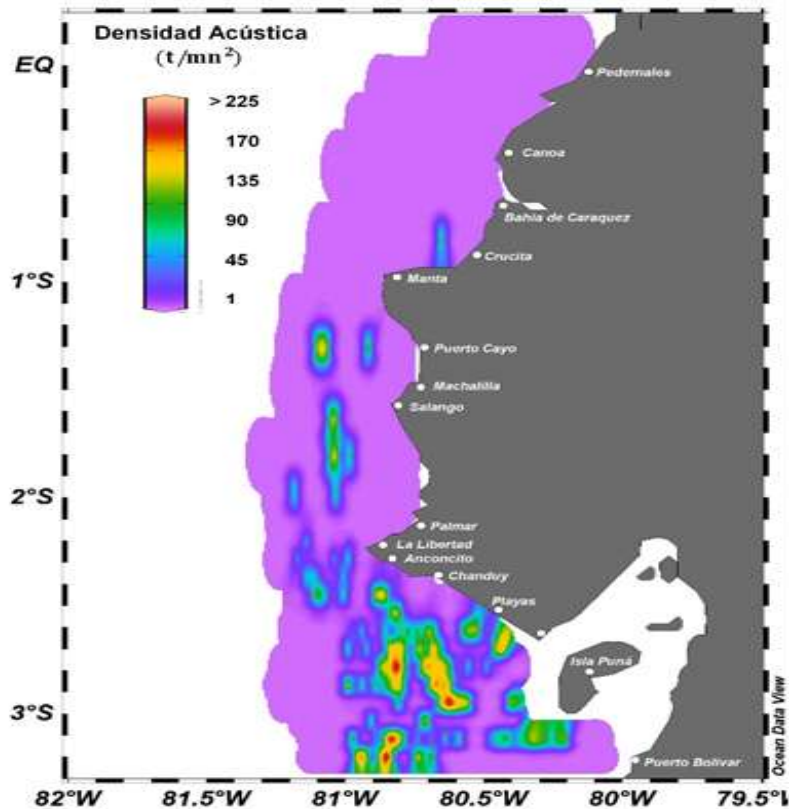


Figura 5. Distribución de *Scomber japonicus* (macarela), durante el crucero INP-SRP-CNP-18-03-01PV

La biomasa estimada fue de 265 714 t, registrando su mayor biomasa en las transecta uno (36 814 t) y cinco (55 077 t). La abundancia estimada fue de 556 millones de individuos, predominando la talla 31 cm LF, lo que representó el 38% del total, con un peso promedio de 474 g.

3.1.3 Sardina redonda (*Etrumeus teres*)

La especie presentó una distribución geográfica muy dispersa en toda el área de estudio, con zonas aisladas y reducidas, resaltando tres áreas importantes en su distribución; alrededores de La Chorrera, Isla de la Plata y Golfo de Guayaquil (Figura 6), en tanto que su distribución vertical varió entre los 35 a 150 m de profundidad. La densidad acústica promedio fue de 15.0 t mn⁻², y por Subárea fue de 18.1 y 12.8 t mn⁻² (A y B respectivamente).

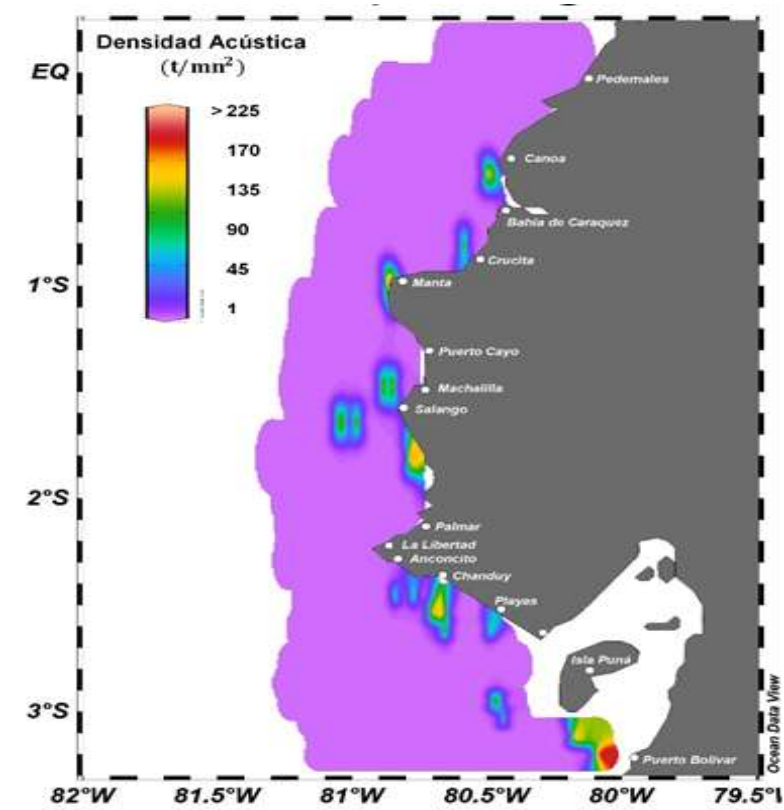


Figura 6. Distribución de *Etrumeus teres* (sardina redonda), durante el crucero INP-SRP-CNP-18-03-01PV

La biomasa calculada para esta especie fue de 92 717 t, siendo la transecta 19 la de mayor concentración con una biomasa de 21 675 t, seguida por la transecta 10 que fue de 17 276 t y una abundancia total de 929 millones de individuos. La talla de mayor predominancia fue de 19 cm LF equivalente al 23% del total de la abundancia registrada y un peso promedio de 86.2 g.

3.1.4 Pinchagua (*Opisthonema* spp.)

Para esta especie se observó una distribución dispersa y aislada, presentando 5 núcleos de mayor abundancia frente al Archipiélago de Jambelí, Chanduy, La Rinconada, Manta y Canoa. La distribución vertical fluctuó entre los 7 y 35 m de profundidad. La densidad acústica de esta especie fue de 18.6 t mn⁻², en tanto que por Subárea fue de 12.4 y 22.9 t mn⁻² (A y B respectivamente) (Figura 7).

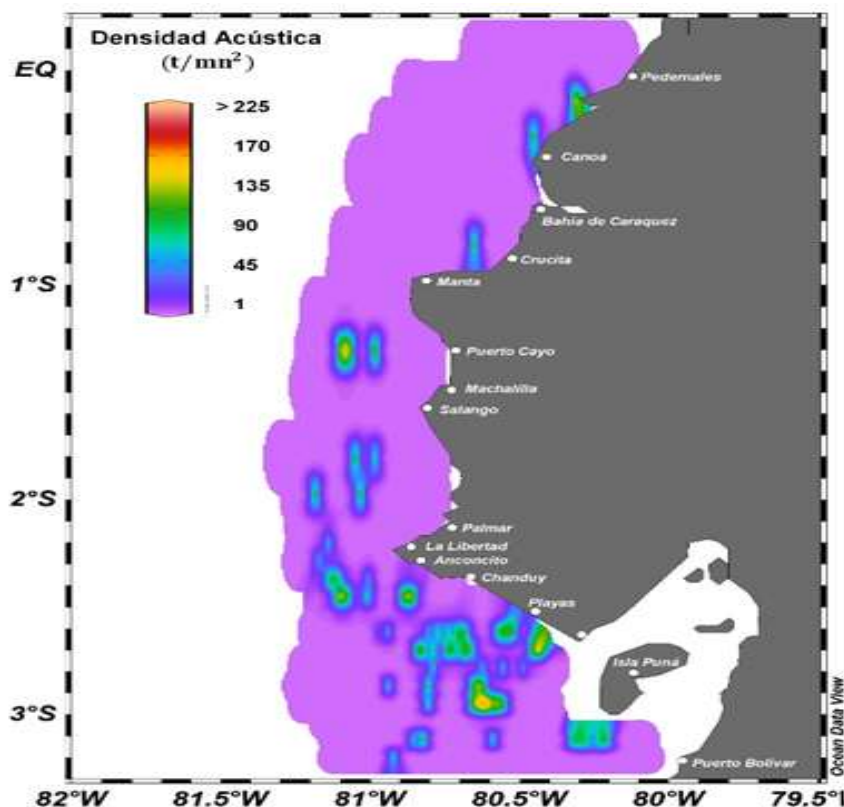


Figura 7. Distribución de *Opisthonema* spp. (pinchagua) durante el crucero INP-SRP-CNP-18-03-01PV

Esta especie alcanzó una biomasa de 114 814 t, siendo las transectas 18 y 17 las más representativas (29 612 y 15 319 t, respectivamente). Su abundancia estimada fue de 1 020 millones de individuos, siendo 23 cm LT la talla más frecuente, que acumuló el 15% y un peso promedio de 120.5 g.

3.1.5 Picudillo (*Decapterus macrosoma*)

Se observaron varios núcleos reducidos y dispersos en su distribución, ubicados principalmente en Jama, Cabo San Lorenzo, alrededor de la Isla de la Plata, 26 millas frente a la Isla Puná y alrededor de la estación de explotación de gas (frontera con Perú). La distribución vertical estuvo entre 35 y 120 m de profundidad. Se calculó una densidad acústica de 16.4 t mn⁻², y por Subárea fue de 11.7 t mn⁻² para A para la Subárea B 20.7 t mn⁻² (Figura 8).

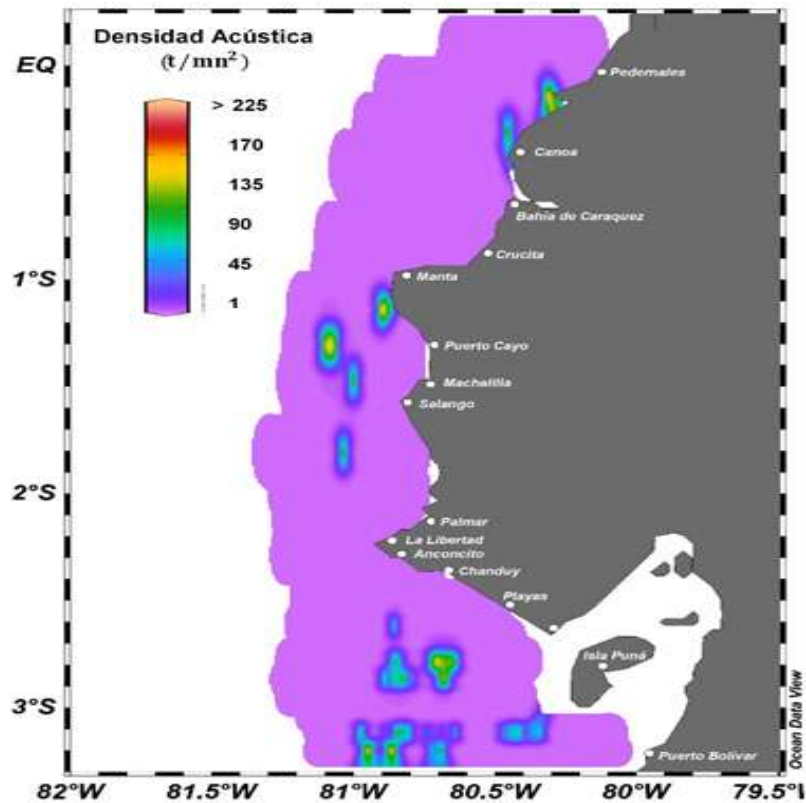


Figura 8. Distribución de *Decapterus macrostoma* (picudillo) durante el crucero INP-SRP-CNP-18-03-01PV

La biomasa estimada fue de 101 211 t, distribuidas principalmente en las transectas 18 (18 211 t), y 20 (17 400 t), su abundancia estimada fue de 766 millones de individuos. La talla de 22 cm LF acumuló el 63 % del total de esta especie, con un peso promedio de 134 g.

3.1.6 Chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*)

Para el chuhueco se observaron cuatro núcleos representativos en su distribución, ubicados en la parte interna del Golfo de Guayaquil, alrededor de la Isla Santa Clara, frente a Engabao y Canoa. La distribución vertical fue de 7 a 35 m de profundidad, con una densidad acústica de $30.7 t/mn^2$ (Figura 9). La densidad en la Subárea A fue de $71.0 t/mn^2$ mientras que en la Subárea B fue de $2.3 t/mn^2$ (Figura 9).

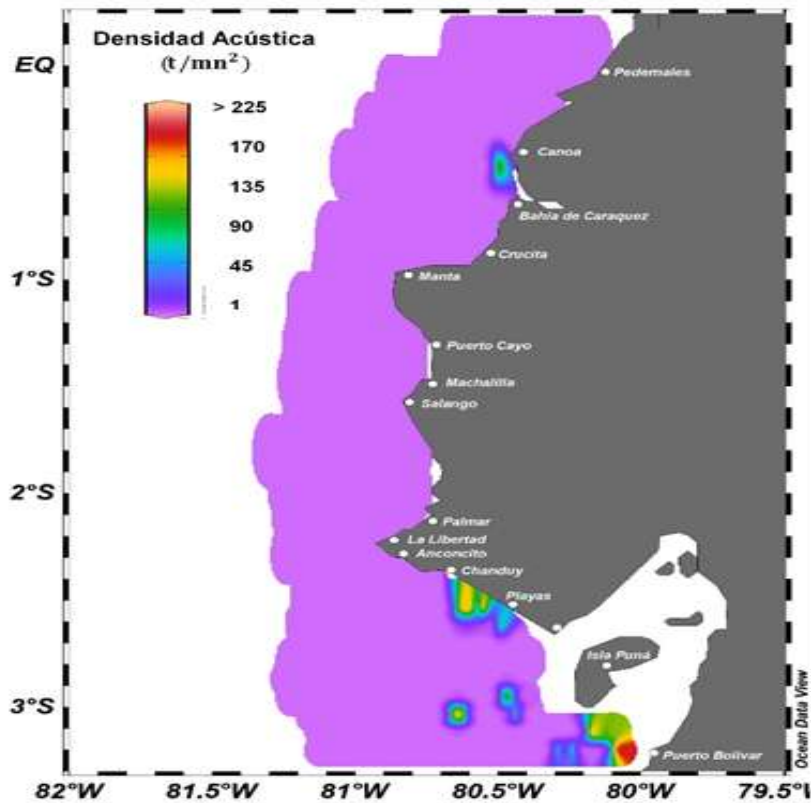


Figura 9. Distribución de *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco), durante el crucero INP-SRP-CNP-18-03-01PV

La biomasa que se estimó fue de 189 993 t, distribuidas principalmente en las transecta nueve (55 547 t) y dos (48 471 t). Su abundancia estimada fue de 563 millones de individuos. La talla de 13 cm de LT acumuló el 23% del total de esta especie con un peso promedio de 130 g.

3.1.7 “Otras Especies”

El Grupo denominado “Otras Especies”, tales como gallineta, hojita, chazo y carita comprenden peces no pelágicos pequeños, también fueron evaluados, acumularon una biomasa total de 309 976 t y una abundancia de 1 912 millones de individuos (Anexo 4 y 5).

3.2 PESCA COMPROBATORIA

Se realizaron un total de 20 lances de pesca comprobatoria sobre marcas de cardúmenes de PPP, capturando un total de 112 toneladas. El 77% del total capturado representó a ejemplares de la especie botella con una talla promedio de 26.5 cm LF, 4% macarela con 29.5 cm LF, 1% picudillo con talla promedio de 21.0 cm LF, 1% gallineta de 21.0 cm de LT y 21% de calamar (*Dosidicus gigas*) con talla promedio de 23.7 cm de longitud del manto.

3.3 DESARROLLO GONADAL E ÍNDICE GONADOSOMÁTICO

3.3.1 *Auxis* spp. (Botella)

La variación diaria de los estadios de madurez, revelaron cambios significativos durante el periodo de estudio, para el primer día se registró la presencia de individuos de estadios III (sexualmente maduros) para machos y hembras; los días posteriores la dinámica reproductiva varió incrementándose la presencia de individuos con estadio IV y V (próximos a desovar y desovados), mientras que el último día la totalidad de los individuos analizados estuvieron desovados (Figura 10).

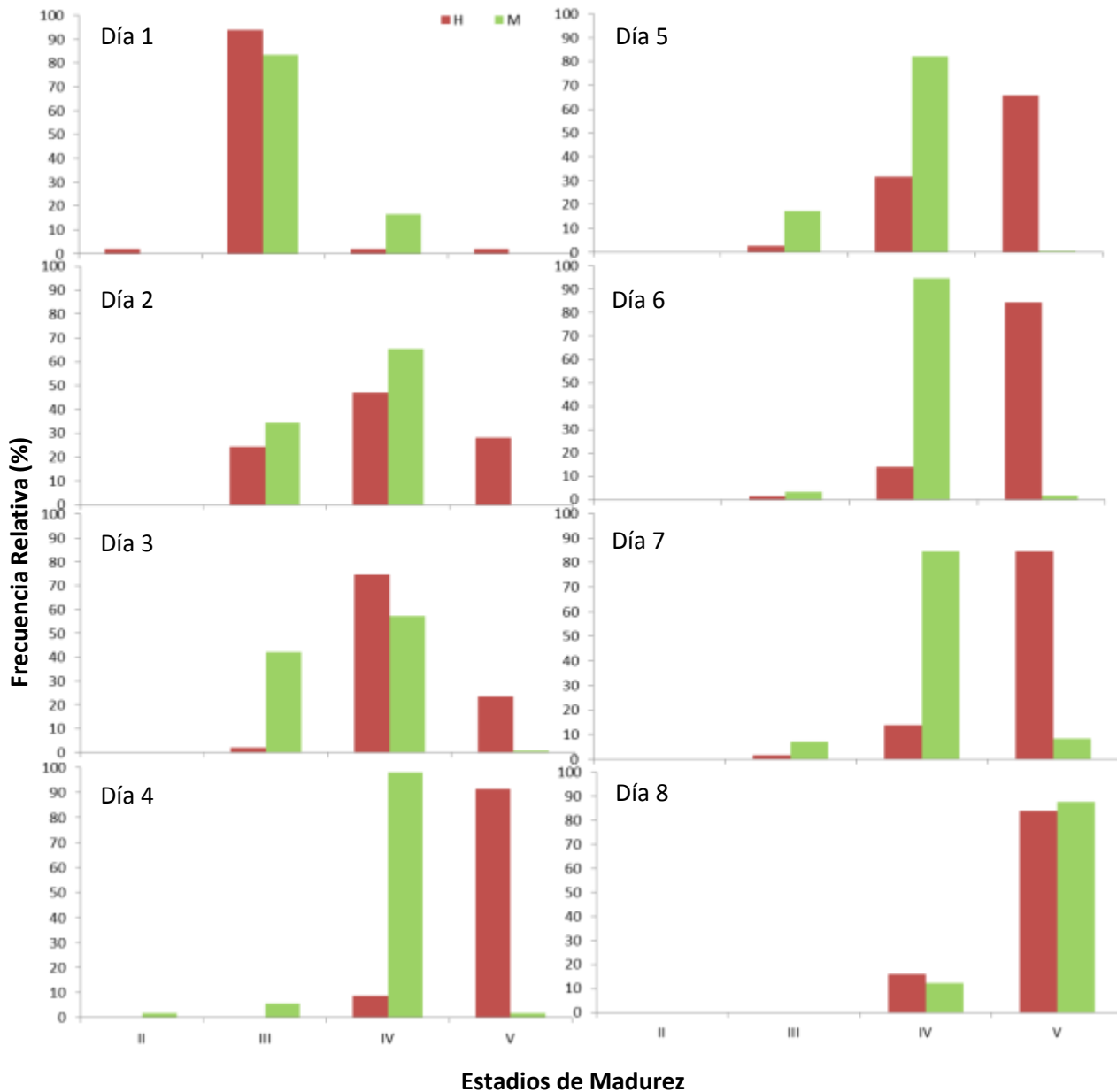


Figura 10. Estadios de madurez sexual diarios de machos y hembras de botella, durante el crucero INP-SRP-CNP-18-03-01PV

Se registraron dos periodos de actividad reproductiva, uno secundario presente durante junio – julio (IGS: 2.55) y uno principal durante enero – marzo (IGS: 3.38); cabe indicar para el 2018 se registró un mayor pulso reproductivo durante enero – marzo con un IGS: 15.39, difiriendo con los valores calculados en años anteriores (Figura 11).

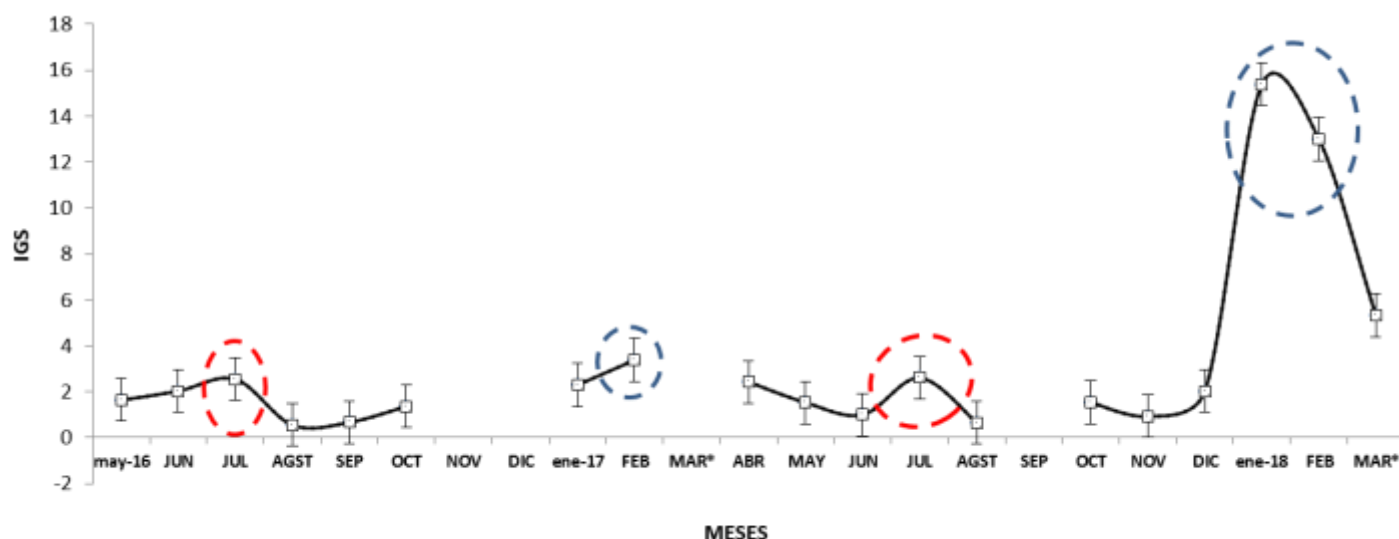


Figura 11. Promedios mensuales del IGS para hembras y machos de Botella (*Auxis* spp.), durante mayo 2016- marzo 2018

3.3.2 *Scomber japonicus* (Macarela)

El 96 y 70% de los individuos machos y hembras, respectivamente, se encontraron en estadio IV (próximos a desovar), mientras que en mínimas porcentajes (5%) estuvieron presentes individuos sexualmente maduros (estadio III). (Figura 12).

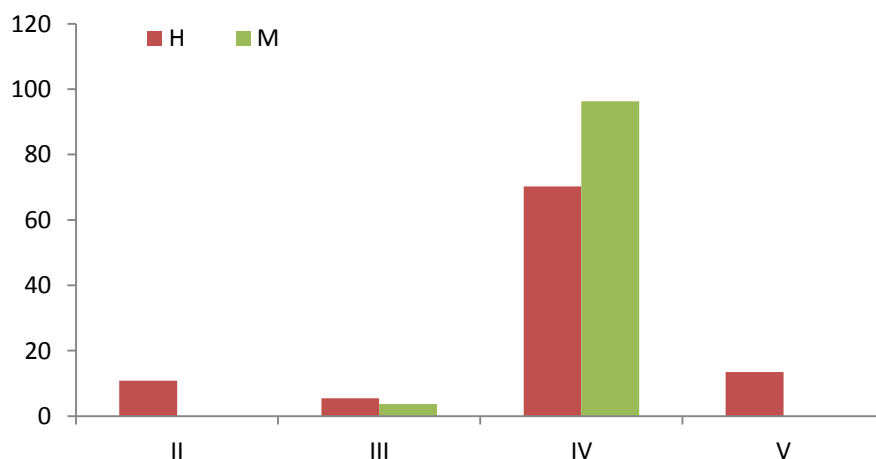


Figura 12. Estadios de madurez sexual de macarela para machos y hembras, durante el crucero INP-SRP-CNP-18-03-01PV

Se registraron valores promedios mensuales del IGS, similares tanto en hembra (0.73-10.65) como en macho (0.88-10.50).

Para macho y hembra, se registró en octubre el mayor pulso reproductivo (IGS: 10.49 machos y 10.65 hembras), seguido por uno secundario durante el periodo diciembre-febrero.

Durante noviembre 2017, se observó la presencia de una marcada actividad reproductiva, difiriendo al patrón observado en años anteriores.

Durante los primeros meses del 2018 se registra un aumento marcado en los promedios de IGS (12.5). (Figura 13).

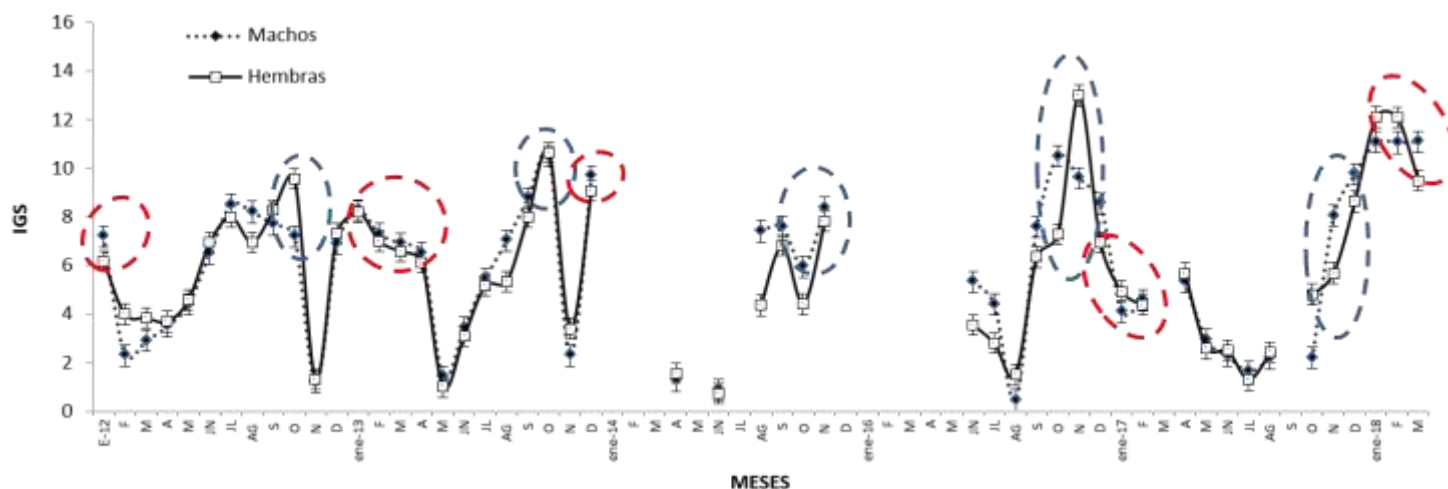


Figura 13. Promedios mensuales de IGS, en azul periodo principal y rojo secundario para hembras y machos de macarela (*Scomber japonicus*), durante enero 2012 – marzo 2018

3.4 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

La temperatura en la zona de estudio mostró un comportamiento atípico para marzo, donde se observó que la distribución de norte a sur fue relativamente uniforme a nivel superficial con una temperatura promedio de 27.5 °C. La mayor temperatura superficial del mar (TSM) fue de 29.2 °C observada entre Puerto López y Puerto Cayo, mientras que la mínima registrada fue de 21.2 °C, a 18 millas de Canoa (Tabla 6).

Tabla 6. Estadística descriptiva de TSM

Moda	28.4
Desviación Estándar	1.6
Mínimo	21.2
Máximo	29.2
Cantidad	234

La termoclina fue más evidente en la Subárea A, encontrándose a una profundidad promedio de 12.7 m, mientras que en la Subárea B se ubicó a 10.8 m donde las isotermas muestran una mayor dispersión (Figura 14). Cabe indicar que este rango de variación a nivel superficial es amplio, valores que no se observan usualmente en esta época del año.

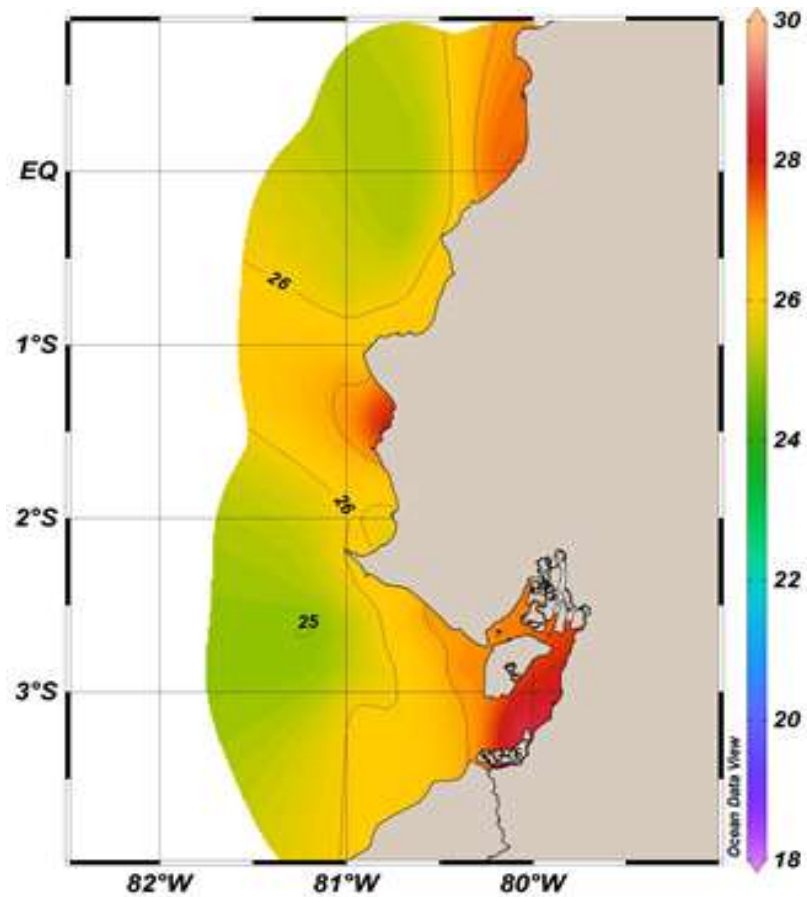


Figura 14. Distribución de TSM en el área de estudio, durante el crucero INP-SRP-CNP-18-03-01PV

En la columna de agua se puede observar que a 100 m las temperaturas están alrededor de 15 °C (Figura 15).

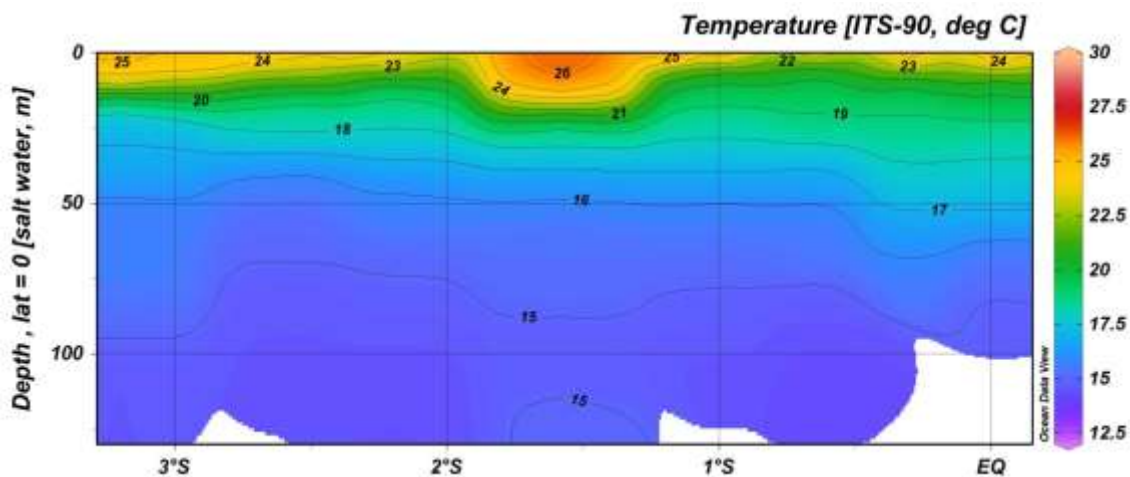


Figura 15. Valores de Temperatura en el corte latitudinal en la longitud 81°O, durante el crucero INP-SRP-CNP-18-03-01PV

En cuanto a la salinidad, se puede observar de igual forma que en la parte central se registraron las menores salinidades superficiales (alrededor de 33 UPS). En el resto del área de estudio es posible observar salinidades de alrededor de 34 UPS. La distribución de las salinidades se muestra más variable a nivel superficial (hasta 25 m). En profundidades mayores a 25 m se pueden observar salinidades uniformes de alrededor de 34.5 UPS (Figura 16).

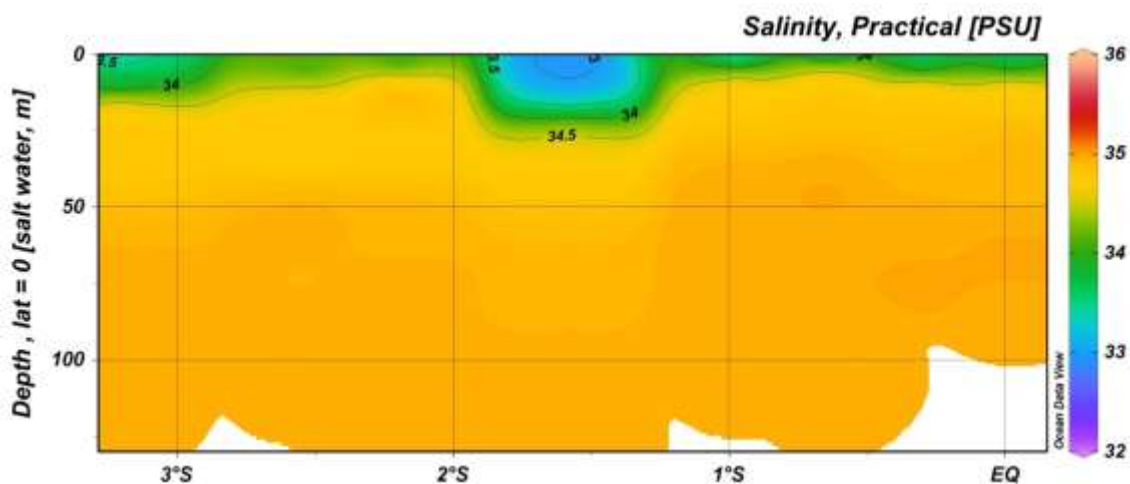


Figura 16. Distribución de los valores de salinidad en el área de estudio, durante el crucero INP-SRP-CNP-18-03-01PV

Los datos oceanográficos tomados durante el crucero muestran que en los primeros 20 metros el porcentaje (>50%) de Agua Tropical Superficial (ATS) es importante de norte a sur en toda el área de estudio (Figura 17), seguido por la presencia de Agua Ecuatorial Sub Superficial (AESS) con porcentajes que no superan el 40% en los primeros 20 metros de profundidad (Figura 18). En porcentajes menores se registró Agua Sub Tropical Superficial (ASTS) (Figura 19).

A nivel subsuperficial (profundidades mayores a 50 m) se registró dominancia del AESS, llegando a tener valores del 90%. Por otro lado, ATS y ASTS registraron valores que no alcanzan proporciones mayores a 20%.

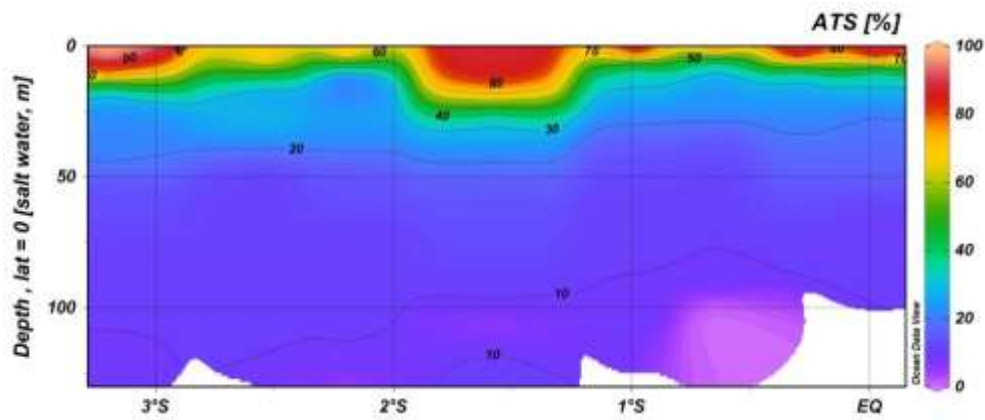


Figura 17. Corte latitudinal en la longitud 81 O. Proporción de ATS

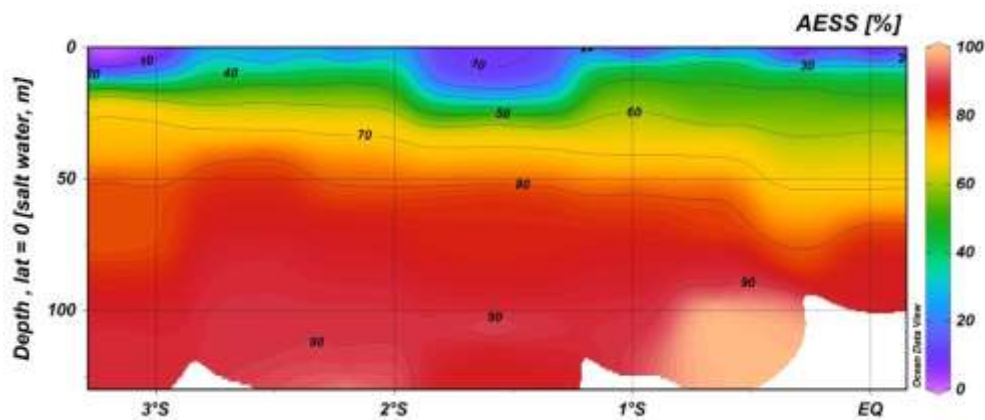


Figura 18. Corte latitudinal en la longitud 81°O. Proporción de AESS

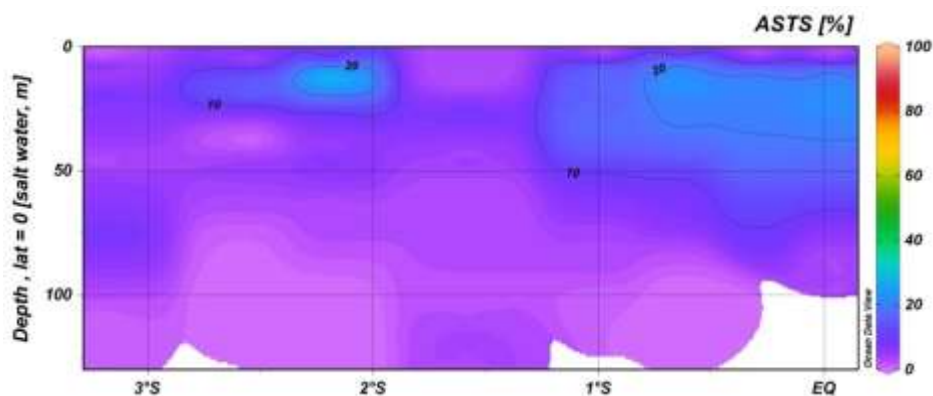


Figura 19. Corte latitudinal en la longitud 81O. Proporción de ASTS

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

- La biomasa total estimada de PPP en esta campaña de investigación fue de 1 396 223 t con una abundancia de 6 mil millones de individuos, las cuales se consideran altas en comparación a cruceros de años anteriores. El último crucero que cubrió un área similar al del presente estudio fue en 1990 con una biomasa estimada de recursos pelágicos de 2 400 000 t (Vicuña, 1991).
- La biomasa estimada en el Golfo de Guayaquil para las especies de botella, macarela, picudillo y pinchagua fue de 860 689 t, la cual representó un incremento en un 74% en comparación a la última estimación de biomasa realizada por Romero y García en octubre 2013 (225 302 t).
- De las especies evaluadas en el presente estudio, la botella fue la de mayor biomasa en relación al resto de especies con 631 771 t, seguida por macarela con una biomasa de 265 714 t. Estas especies siguen predominando en las biomásas de PPP en aguas ecuatorianas.
- La densidad acústica promedio del área de estudio fue de 225.8 t mn⁻². Las zonas de mayor densidad acústica predominaron en la Subárea A y a nivel costero en toda el área de estudio. Este comportamiento se debió probablemente a la actividad reproductiva de estas especies que se estaba desarrollando durante marzo. El Golfo de Guayaquil, debido al aporte de nutrientes, sigue siendo el área de mayor productividad y por lo tanto mayor abundancia de peces.
- Fueron evaluados especies de peces del Grupo “Otros” (gallineta, hojita, chazo y carita), que representaron una biomasa de 309 976 t y una abundancia de 1 912 millones de individuos. Según el programa Peces Pelágicos Pequeños del INP, el grupo de “Otras especies” pasó de representar 0.2% de los desembarques totales a 30.4% en el 2017 (Informe interno).
- Las capturas de pesca comprobatoria no reflejan lo estimado en términos de abundancia y biomasa, debido a que las marcas acústicas de peces se encontraron dispersas y profundas, lo cual dificultó su captura. Este comportamiento en su distribución fue inusual en comparación al crucero realizado en febrero de 2013 (García y Romero, 2013).
- Los especímenes capturados de botella y macarela se encontraban en estadio IV (hidratadas); Jurado et al., (2016), indicó que este proceso de hidratación se da en los ovocitos que van a ser expulsados durante el desove, por lo cual la presencia de esta condición en las gónadas durante los días de crucero indica que esta especie se encontraba en actividad reproductiva.
- Para la especie botella, los estadios de madurez variaron marcadamente de un día al otro, pasando del estadio III (sexualmente maduros) en el primer día, al estadio V (desovados) en el octavo día, que finalizó el monitoreo.
- El análisis mensual del IGS para botella indica que existen dos periodos de mayor actividad, el primero durante enero – marzo de mayor intensidad y uno secundario durante julio.
- En lo que respecta al IGS para macarela, se observaron valores máximos de este índice para octubre, mientras otro periodo de actividad reproductiva se registra para enero – marzo, lo cual coincide con lo reportado con Cucalón et al., (2000). En base al análisis realizado tanto por observaciones macroscópicas (estadios de madurez) así como el seguimiento al índice Gonadosomático, se ratifica que en marzo estas especies se encuentran en su fase reproductiva.

- La TSM promedio del área de estudio fue de 27.5 °C, predominando TSM de tipo cálida entre 25 y 26 °C. La distribución vertical de salinidad se muestra homogénea (34.5 ups) a partir de los 25 m de profundidad.
- A nivel superficial se registró dominancia del ATS (90%) en toda el área de estudio, en tanto que a nivel subsuperficial (>50 m) se registró dominancia del AESS, llegando a tener valores del 90%.
- Los datos oceanográficos muestran en general un comportamiento atípico para la época del año, en marzo las isolíneas de todas las variables físicas registradas deberían encontrarse a mayores profundidades. Es inusual observar la termoclina a 12 m de profundidad para esa época, la que debe ubicarse a 40 m aproximadamente.
- De acuerdo al índice ONI de la NOAA, en el Pacífico Central se observaron anomalías negativas por más de cinco meses consecutivos, esto quiere decir que probablemente se evidenció el reflejo de un evento La Niña, en las costas ecuatorianas.

5. 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).
- Considerando los resultados obtenidos se recomienda que la flota cerquera costera concentre sus capturas en las especies tradicionales de PPP (botella, macarela, sardina redonda, picudillo, pinchagua y chuhueco), siempre y cuando se respeten las regulaciones y recomendaciones de las autoridades pesqueras.
- Incrementar los periodos de veda de los pelágicos pequeños según los resultados obtenidos por el INP para febrero-marzo y octubre-noviembre de cada año.
- Realizar seguimiento continuo de las variables oceanográficas para evaluar los impactos sobre las pesquerías.
- Mantener esta alianza Público-Privada en beneficio de la investigación pesquera en el país, realizando proyectos de corto y mediano plazo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga L., S. Coello y L. Madirueña. 1983.** Escala de Madurez Sexual para los Principales Peces Pelágicos en Aguas Ecuatorianas. Rev. Cien. Mar. Limn. Vol. 2 N° 1 (1983) 69-78.
- Barange, M., Coetzee, J. C., and Twatwa, N. M. 2005.** Strategies of space occupation in anchovy and sardine in the southern Benguela: the role of stock size and intra-species competition. ICES Journal of Marine Science, 62: 645 - 654
- Bertrand Sophie, Diaz E., Lengaigne Mathieu. 2008.** Patterns in the spatial distribution of Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) revealed by spatially explicit fishing data. Progress in Oceanography, 79 (2-4), 379-389. ISSN 0079-6611
- Cucalón, E., J. Chavarría, L. Maridueña, Y. de Maridueña, E. Cabezas, D. Burgos, E. Zambrano y P. Ávila. 2000.** La Macarela (*Scomber japonicus*) en Ecuador, su Biología, Pesquería, Dinámica Poblacional y Manejo. Bol. Cien. Téc. Inst. Nac. Pesca vol. XVIII (1).

- Devlaming, Victor & Grossman, Gary & Chapman, Frank. 1982.** On the use of Gonosomatic index. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*. 73. 31-39. 10.1016/0300-9629(82)90088-3.
- Francis R. 1984.** Variability in Hydroacoustic Biomass Estimates. *Can. J. Fish and Aquat. Sci* (41) 825-826
- Foote KG. 1987.** Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *J. Acoustic Soc. A.m.*, 82, 981-7.
- García F. y A. Romero. 2013.** Evaluación Hidroacústica de la Distribución y Biomasa de Peces Pelágicos Pequeños en el Golfo de Guayaquil Durante febrero de 2013 (Informe interno).
- González, N., M. Prado, R. Castro, F. Solano, V. Jurado y M. Peña (2007).** Análisis de la pesquería de peces pelágicos pequeños en el Ecuador. (1981-2007). Informe científico técnico. Instituto Nacional de Pesca.
- 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.
- Institutopesca.gob.ec. 2018.** Estadísticas pesqueras de los desembarques históricos de peces pelágicos pequeños en el Ecuador, 1981-2013 [online] Available in <http://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/07/1982-2013-Desembarques-Hist%C3%B3ricos.pdf>.
- Jurado V. y M. Prado. 2008.** La pesquería de peces pelágicos pequeños en el Ecuador durante 2007. Instituto Nacional de Pesca. Documento interno. 17 pp.
- Jurado V, González N, Hurtado M y G. Calderón. 2016.** Determinación de las Condiciones Reproductivas de los Peces Pelágicos Pequeños durante el periodo de veda (septiembre, 2016). Instituto Nacional de Pesca. Documento interno.
- 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.
- Militelli M. y K. Rodríguez 2011.** Talla de primera madurez de las principales especies de peces óseos costeros bonaerenses. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Informe Técnico.
- Nikolsky, G. V. 1963.** The ecology of fishes. Department of Ichthyology, Biology-Soil Faculty Moscow State University, 352 pp.
- Petitgas P. 1991.** Contributions géostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Prado J. Dremière, P. Y. 1988.** Guía de bolsillo del pescador. Ediciones Omega, S.A. Barcelona - Ecuador. Pag. 94.
- Romero A. y F. García. 2013.** Evaluación Hidroacústica de la Distribución y Biomasa de Peces Pelágicos Pequeños en el Golfo de Guayaquil Durante octubre de 2013 (Informe interno).
- Simrad EK 500. 1992.** Instruction Manual Simrad EK 60 Scientific echo sounder. p2172e. Calibration Of the ek 60 p2260e. Simrad Norge as. Norway.
- 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.
- Simmonds J., MacLennan D. 2005.** Fisheries Acoustics. Theory and Practice (2nd Edition). Blackwell Science Ltd., a Blackwell Publishing Co. UK. CPI Anthony Rowe, Eastbourne.

Vicuña, H.1991. Evaluación hidroacústica de los recursos pelágicos en diciembre del 1990 (Crucero T90-12-04P). Boletín Científico y Técnico. Vol. XI N. 11. Pág. 1-34. Instituto Nacional de Pesca, Ecuador.

Origin.cpc.ncep.noaa.gov. 2018. Climate Prediction Center - ONI. [online] Available at: http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php.

ANEXOS

Anexo 1

Reporte de calibración

Embarcación: B/P Polar II	Fecha: 28/02/2018	
Ecosonda: EY 60	Lugar: Salango	
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 día 2 a 10 m de profundidad frente a Salango.

Reference Target:

TS	-40.40 dB	Min. Distance	9.00 m
TS Deviation	5.0 dB	Max. Distance	11.00m

Transducer: ES120 Serial No. 478

Frequency	120000 Hz	Beamtype	Split
Gain	22.90 dB	Two Way Beam Angle	-18.5 dB
Athw. Angle Sens.	17.00	Along. Angle Sens.	17.00
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	3.50 m

Transceiver: GPT 120 kHz 00907205c4ae 1-1 ES120

Pulse Duration	0.256 ms	Sample Interval	0.049 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.	41.1 dB/km	Sound Velocity	1541.6 m/s
-------------------	------------	----------------	------------

Beam Model results:

Transducer Gain =	25.42 dB	SaCorrection =	-0.59 dB
Athw. Beam Angle =	8.74 deg	Along. Beam Angle =	8.76 deg
Athw. Offset Angle =	0.01 deg	Along. Offset Angle=	0.01 deg

Data deviation from beam model:

RMS =	0.12 dB		
Max =	0.23 dB No. = 154	Athw. = 5.9 deg	Along = -0.2 deg
Min =	-0.46 dB No. = 190	Athw. = 4.3 deg	Along = -4.3 deg

Data deviation from polynomial model:

RMS =	0.09 dB		
Max =	0.27 dB No. = 154	Athw. = 5.9 deg	Along = -0.2 deg
Min =	-0.40 dB No. = 190	Athw. = 4.3 deg	Along = -4.3 deg

Anexo 2

Ecogramas de interés

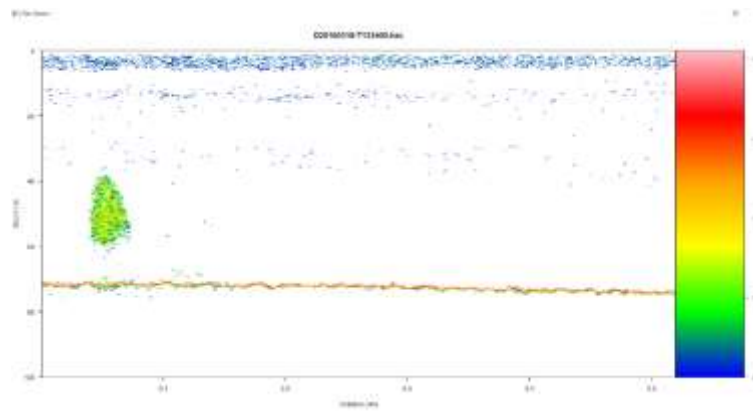


Ilustración 1. Marca de macarela entre 40 y 60 m

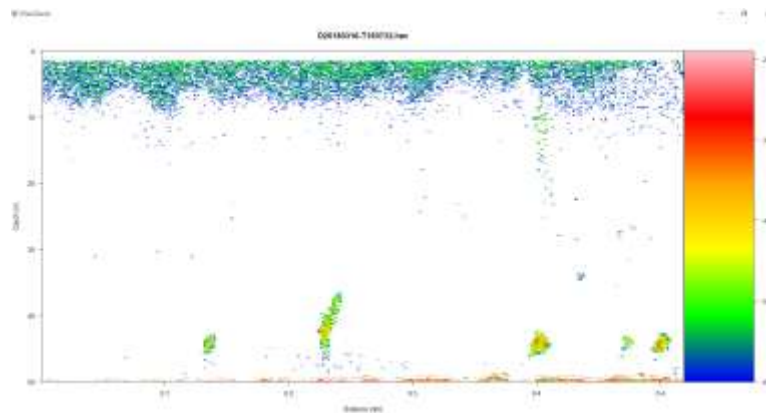


Ilustración 2. Marcas de botella a 40 m.

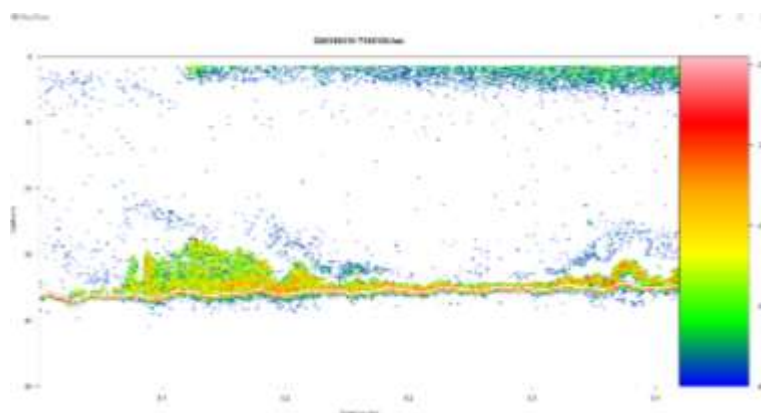
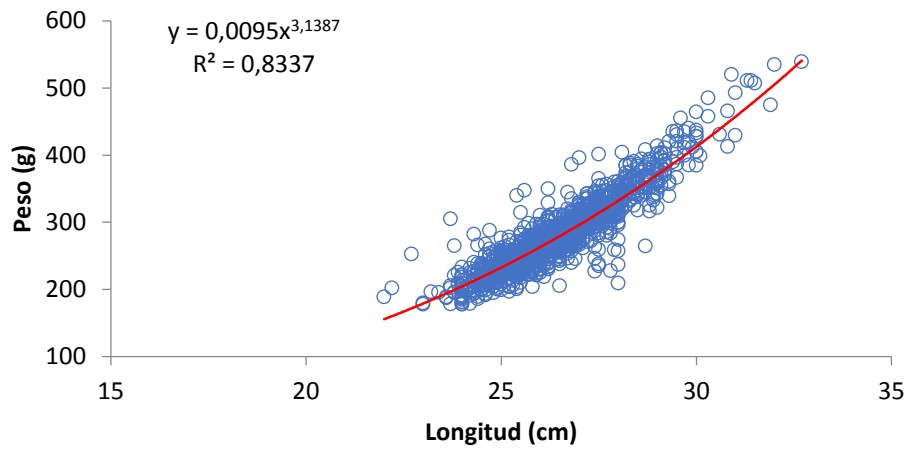


Ilustración 3. Marca de demersales a 30 m.

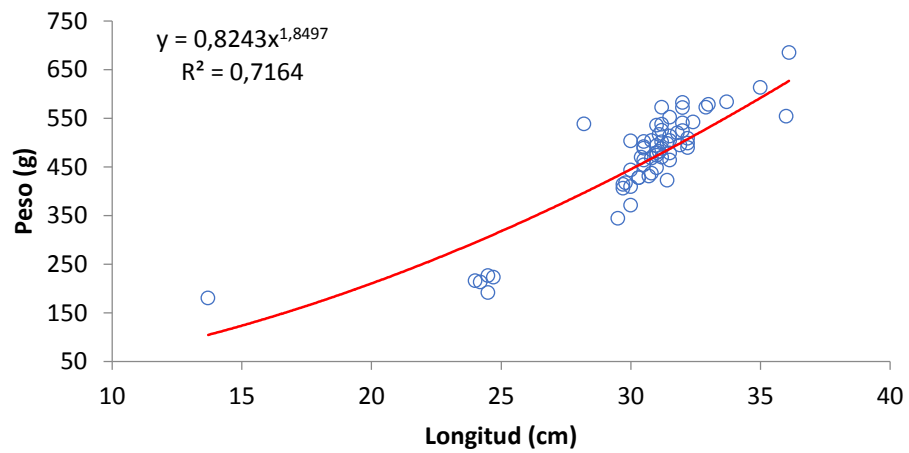
Anexo 3

Relación Longitud- Peso para obtener las constante a y b para las ecuaciones de fuerza de blanco por especie.

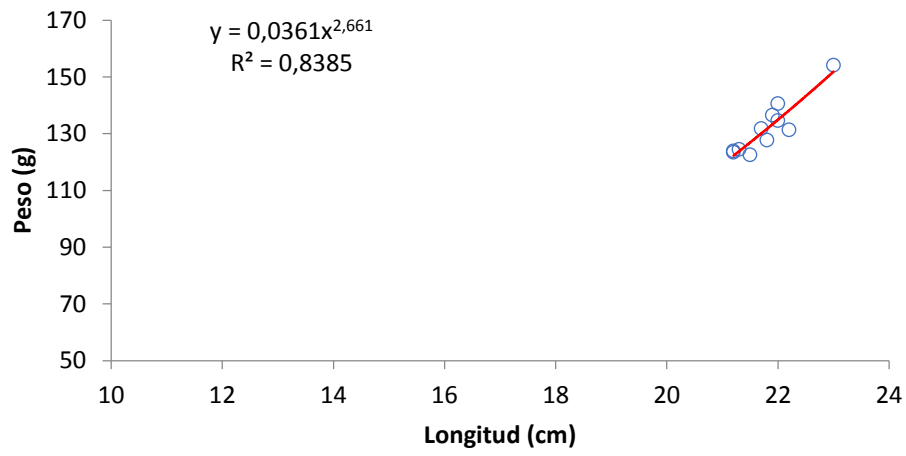
Botella



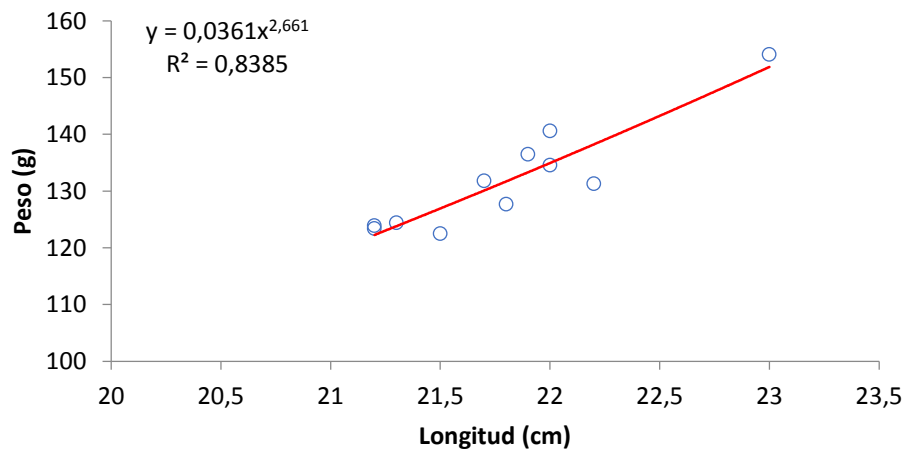
Macarela



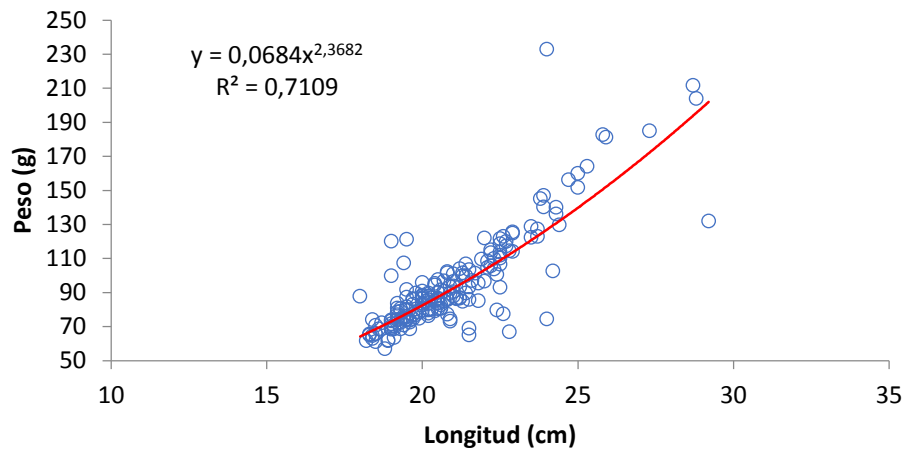
Picudillo



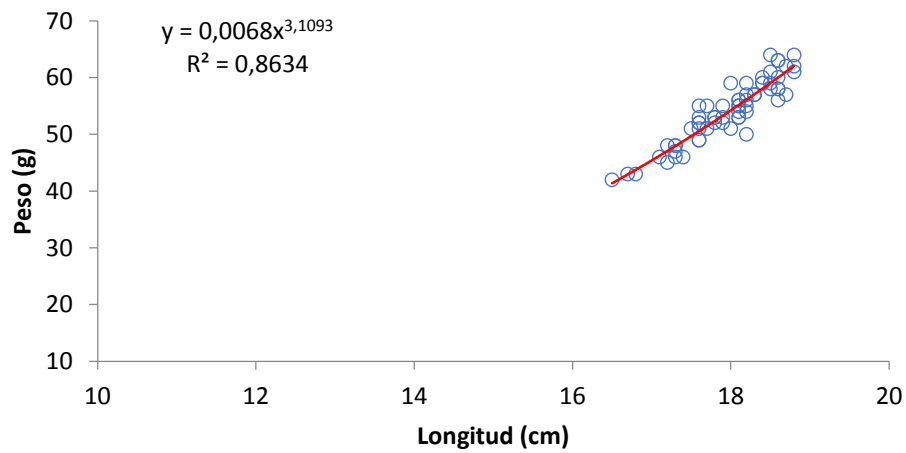
Chazo



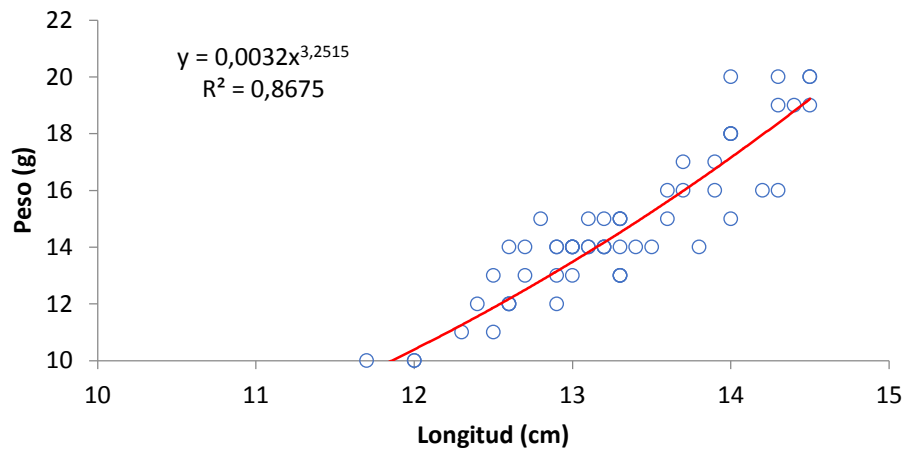
Gallineta



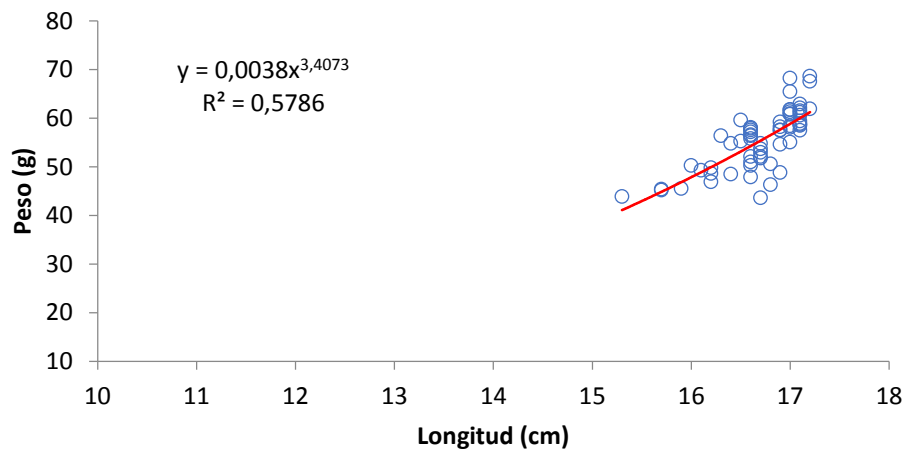
Pinchagua



Chuhueco



Sardina redonda



Anexo 4

Tabla de biomasa y abundancia de “Otras especies”

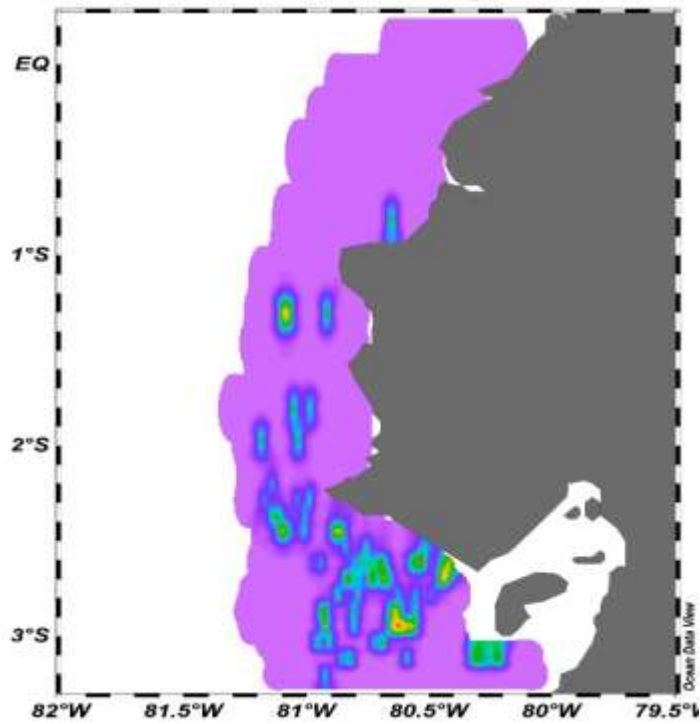
Zona	Transecta	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Gallineta	Hojita	Chazo	Carita	Biomasa (t)
A	1	-3.2000	-80.0631	-3.2005	-81.1168	185	10,225	20,996	10,225	41,631
	2	-3.1113	-81.1141	-3.1159	-80.0846	2,040	0	16,954	0	18,994
	3	-3.0335	-80.3880	-3.0326	-81.1579	4,586	0	0	0	4,586
	4	-2.9468	-81.2394	-2.9482	-80.4168	20,612	7,178	0	7,178	34,968
	5	-2.8667	-80.4300	-2.8682	-81.2250	3,941	0	9,937	0	13,878
	6	-2.7821	-81.2192	-2.7835	-80.3879	1,313	0	13,920	0	15,233
	7	-2.6975	-80.4348	-2.7004	-81.1714	5,147	2,497	0	2,497	10,141
	8	-2.6205	-81.1859	-2.6169	-80.4893	2,551	114	0	114	2,779
	9	-2.5336	-80.5530	-2.5423	-81.1326	590	0	0	0	590
	10	-2.4522	-81.1698	-2.4510	-80.7245	8,625	0	0	0	8,625
	11	-2.3662	-80.9024	-2.3665	-81.1738	355	2,251	0	2,251	4,857
	12	-2.2834	-81.2428	-2.2827	-80.9266	512	0	0	0	512
	13	-2.1984	-81.0121	-2.1912	-81.1980	284	0	0	0	284
B	14	-2.1332	-80.8105	-2.1388	-81.1947	0	0	0	0	0
	15	-1.9695	-80.7768	-1.9936	-81.1808	3,298	0	0	0	3,298
	16	-1.8025	-81.3000	-1.8211	-80.7825	2,552	0	0	0	2,552
	17	-1.7694	-81.2000	-1.7979	-80.8248	0	12,382	0	12,382	24,765
	18	-1.4685	-80.7986	-1.4609	-81.2261	0	0	0	0	0
	19	-1.3086	-80.8432	-1.3439	-81.2135	7,135	0	20,692	0	27,827
	20	-1.1439	-81.1819	-1.1439	-80.8989	0	0	0	0	0
	21	-0.9692	-81.1052	-1.0066	-80.9120	0	0	0	0	0
	22	-0.8078	-80.5352	-0.8078	-81.0906	2,580	9,486	28,147	9,486	49,700
	23	-0.6408	-80.4812	-0.6433	-81.0006	0	0	0	0	0
	24	-0.4750	-81.0489	-0.4750	-80.5044	0	4,499	0	4,499	8,998
	25	-0.2848	-80.9628	-0.3303	-80.4810	0	0	17,005	0	17,005
	26	-0.1419	-80.3150	-0.1419	-80.8785	0	0	18,752	0	18,752
	27	0.0260	-80.1532	0.0230	-80.7128	0	0	0	0	0
Totales						66,308	48,633	146,402	48,633	309,976

Zona	Transecta	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Gallineta	Hojita	Chazo	Carita	Abundancia (millones de ejemplares)
A	1	-3.2000	-80.0631	-3.2005	-81.1168	2	80	187	110	379
	2	-3.1113	-81.1141	-3.1159	-80.0846	22	0	151	0	172
	3	-3.0335	-80.3880	-3.0326	-81.1579	49	0	0	0	49
	4	-2.9468	-81.2394	-2.9482	-80.4168	219	54	0	79	353
	5	-2.8667	-80.4300	-2.8682	-81.2250	42	0	88	0	130
	6	-2.7821	-81.2192	-2.7835	-80.3879	14	0	124	0	138
	7	-2.6975	-80.4348	-2.7004	-81.1714	55	20	0	27	101
	8	-2.6205	-81.1859	-2.6169	-80.4893	27	1	0	1	29
	9	-2.5336	-80.5530	-2.5423	-81.1326	6	0	0	0	6
	10	-2.4522	-81.1698	-2.4510	-80.7245	92	0	0	0	92
	11	-2.3662	-80.9024	-2.3665	-81.1738	4	18	0	24	46
	12	-2.2834	-81.2428	-2.2827	-80.9266	5	0	0	0	5
	13	-2.1984	-81.0121	-2.1912	-81.1980	3	0	0	0	3
B	14	-2.1332	-80.8105	-2.1388	-81.1947	0	0	0	0	0
	15	-1.9695	-80.7768	-1.9936	-81.1808	35	0	0	0	35
	16	-1.8025	-81.3000	-1.8211	-80.7825	27	0	0	0	27
	17	-1.7694	-81.2000	-1.7979	-80.8248	0	97	0	134	231
	18	-1.4685	-80.7986	-1.4609	-81.2261	0	0	0	0	0
	19	-1.3086	-80.8432	-1.3439	-81.2135	76	0	184	0	260
	20	-1.1439	-81.1819	-1.1439	-80.8989	0	0	0	0	0
	21	-0.9692	-81.1052	-1.0066	-80.9120	0	0	0	0	0
	22	-0.8078	-80.5352	-0.8078	-81.0906	27	85	250	92	454
	23	-0.6408	-80.4812	-0.6433	-81.0006	0	0	0	0	0
	24	-0.4750	-81.0489	-0.4750	-80.5044	0	35	0	49	84
	25	-0.2848	-80.9628	-0.3303	-80.4810	0	0	151	0	151
	26	-0.1419	-80.3150	-0.1419	-80.8785	0	0	167	0	167
	27	0.0260	-80.1532	0.0230	-80.7128	0	0	0	0	0
Totales						705	389	1,301	517	2,912

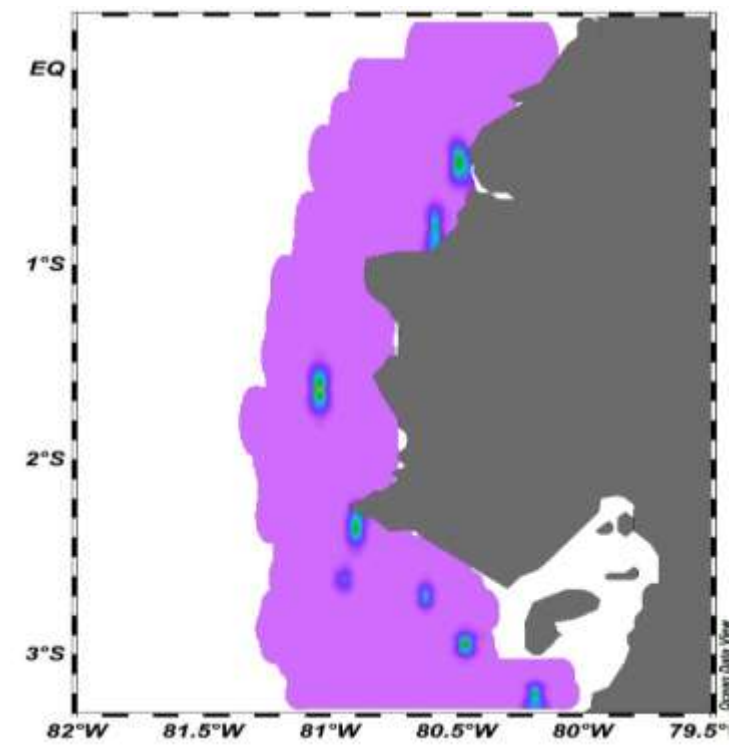
Anexo 5

Mapas de Densidad acústica “Otras Especies”

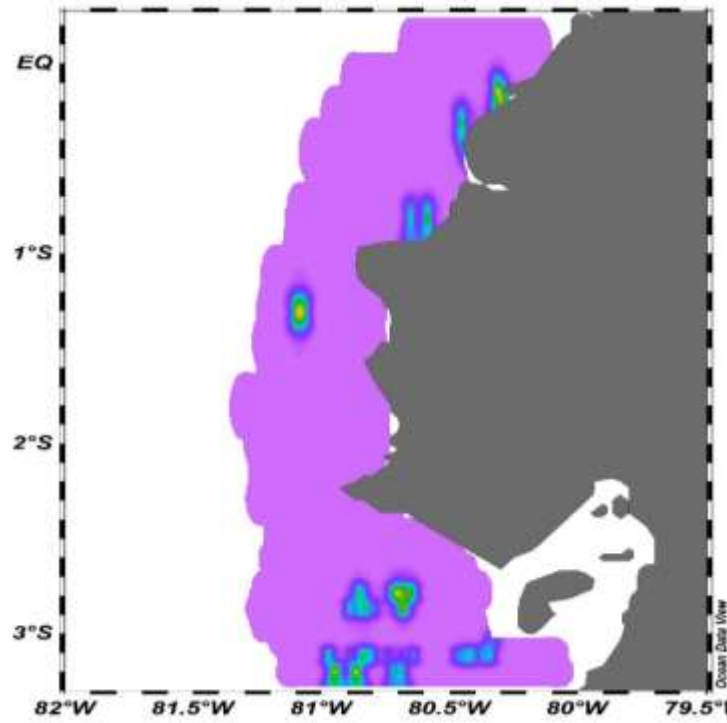
Prionotus spp. (Gallineta)



Selene peruviana (Carita)



***Peprilus medius* (Chazo)**



***Chloroscombrus orqueta* (Hojita)**

