



INSTITUTO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN
DE ACUICULTURA Y PESCA
ECUADOR

INFORME ESPECIAL



Instituto Público de Investigación
de Acuicultura y Pesca

Síntesis y análisis de los cruceros de prospección hidroacústica con énfasis en los Peces Pelágicos Pequeños en el Ecuador, desarrollados en cooperación Público-Privada entre 2018 y 2025



Síntesis y análisis de los cruceros de prospección hidroacústica con énfasis en los Peces Pelágicos Pequeños en el Ecuador, desarrollados en cooperación Público - Privada entre 2018 y 2025

Álvaro Romero¹ y Sofía Yáñez¹

¹ Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, aromero@institutopesca.gob.ec, syanez@institutopesca.gob.ec

INTRODUCCIÓN

Los peces pelágicos pequeños (PPP) representan uno de los recursos marinos más estratégicos para el Ecuador, tanto por su valor ecológico como por su relevancia socioeconómica. Especies como la macarela (*Scomber japonicus*), botella (*Auxis* spp.), pinchagua (*Opisthonema* spp.), sardina redonda (*Etrumeus acuminatus*), picudillo (*Decapterus macrosoma*) y chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*), forman parte de complejos tróficos esenciales y sustentan una fracción considerable de las capturas de la pesca artesanal y principalmente industrial del país. La alta sensibilidad de estos recursos a factores ambientales y antrópicos ha incrementado la necesidad de generar información científica robusta y periódica que permita su manejo sostenible.

Entre 2018 y 2025, el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) en conjunto con la Cámara Nacional de Pesquería (CNP), asociaciones y barcos independientes realizaron nueve cruceros de investigación pesquera, enfocados en PPP, aplicando técnicas de prospección hidroacústica, pesca comprobatoria y análisis biológico. Estos estudios han buscado no solo estimar la biomasa de las principales especies, sino también entender sus patrones de distribución horizontal y vertical, sus ciclos reproductivos y su relación con condiciones ambientales como temperatura, salinidad y productividad primaria. La incorporación de indicadores biológicos como el índice gonadosomático (IGS), la proporción sexual, la abundancia de larvas y la estructura de tallas ha permitido caracterizar el estado poblacional con mayor precisión.

En este contexto, el presente informe técnico desarrolla un análisis retrospectivo y exhaustivo de los resultados generados a lo largo de las distintas campañas de investigación realizadas a través de convenio público privada. Se abordan las tendencias espacio-temporales de la biomasa, los indicadores reproductivos como el índice gonadosomático (IGS), la estructura de tallas, y la identificación de zonas críticas para la conservación.

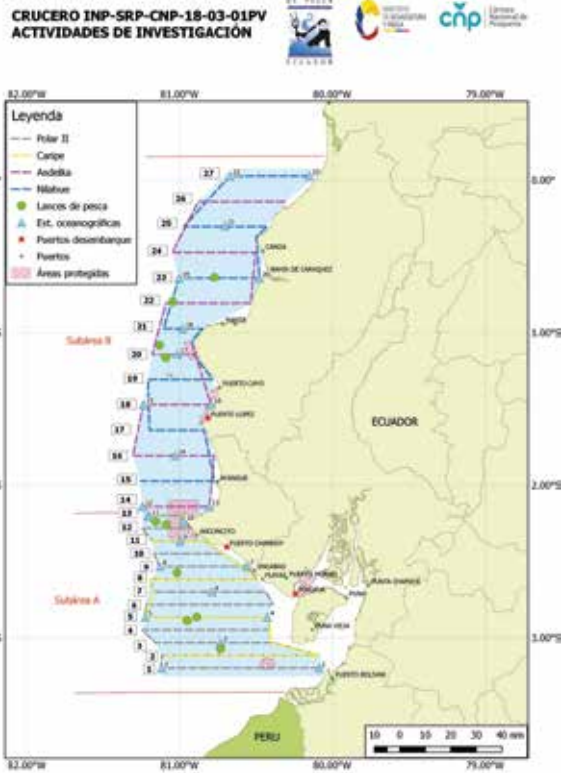
MATERIALES Y MÉTODOS

Los cruceros se desarrollaron en las zonas costeras y oceánicas del Pacífico ecuatoriano, distribuidas entre los paralelos 01°10'N y 03°23'S, y entre los meridianos 79°40'W y 82°00'W, abarcando desde la frontera norte con Colombia hasta el sur con Perú. La extensión y cobertura variaron por año, incluyendo sectores como la Plataforma Norte (Esmeraldas), Golfo de Guayaquil, Talud Continental, Isla de la Plata, Península de Santa Elena y ZEE oceánica.

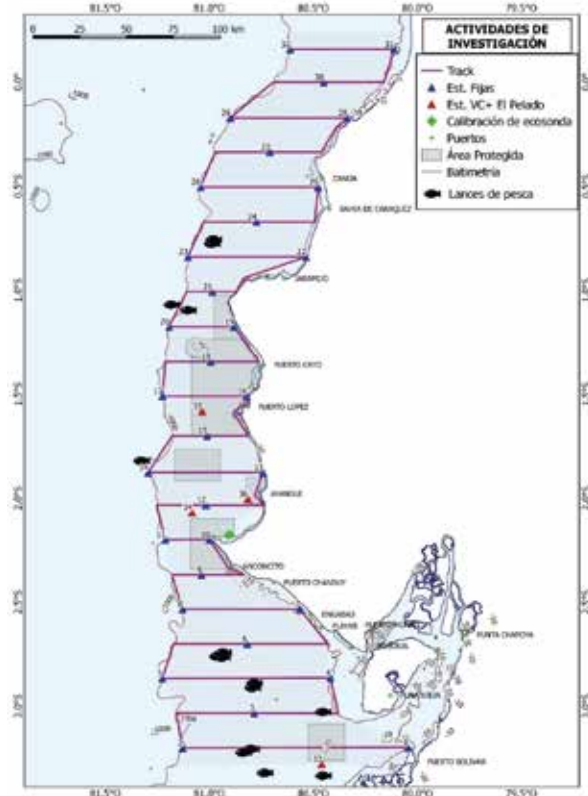
A lo largo del período 2018–2025, se aplicaron diseños muestrales semi-sistemáticos, con líneas de prospección paralelas a la costa (perpendiculares en algunos sectores), separadas por 5–10 mn. En los cruceros más recientes se incluyó un diseño adaptativo según los resultados preliminares de agregaciones acústicas. Se efectuaron entre 10 y 25 estaciones por crucero, combinando estaciones fijas y dinámicas, con énfasis en áreas de mayor concentración histórica de PPP (Figura 1).



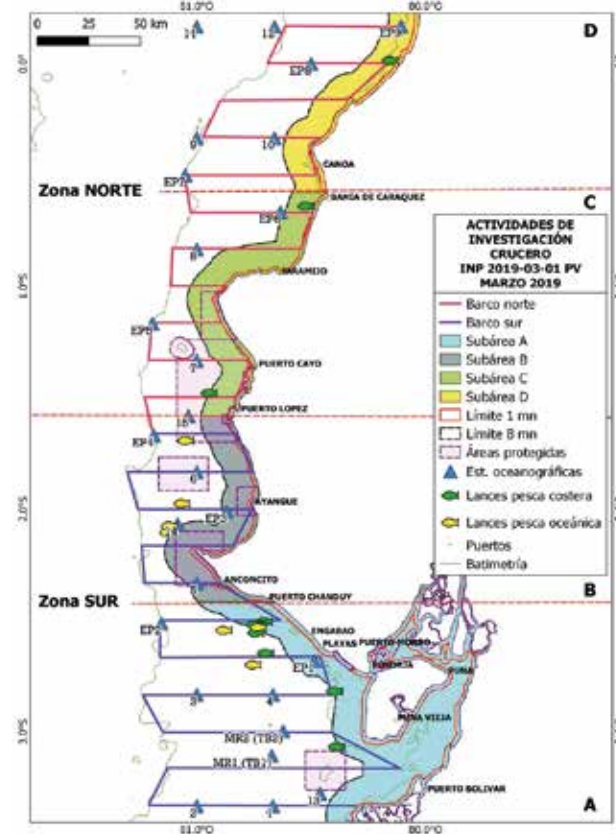
A)



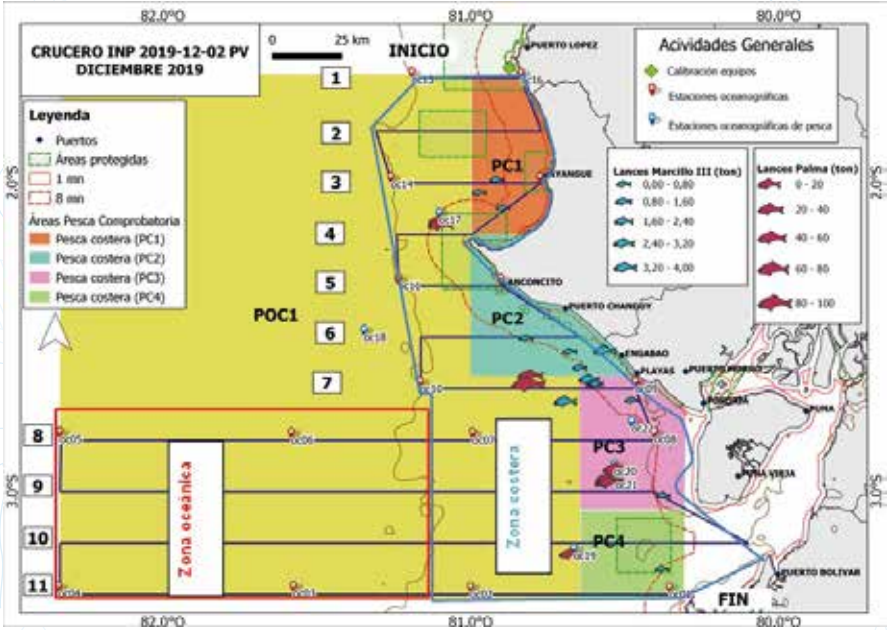
B)



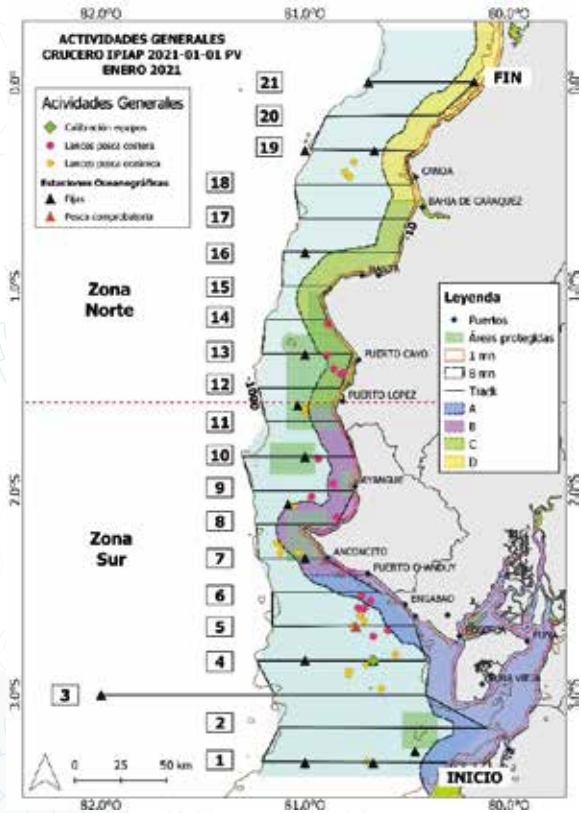
C)



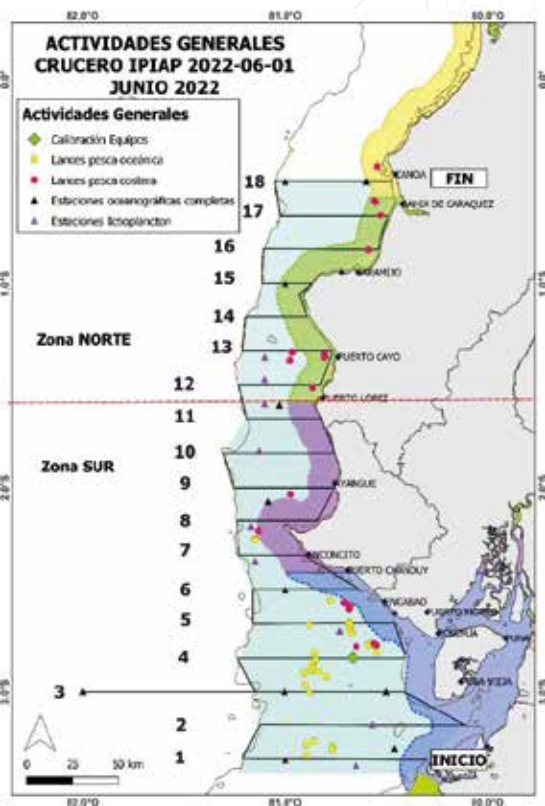
D)



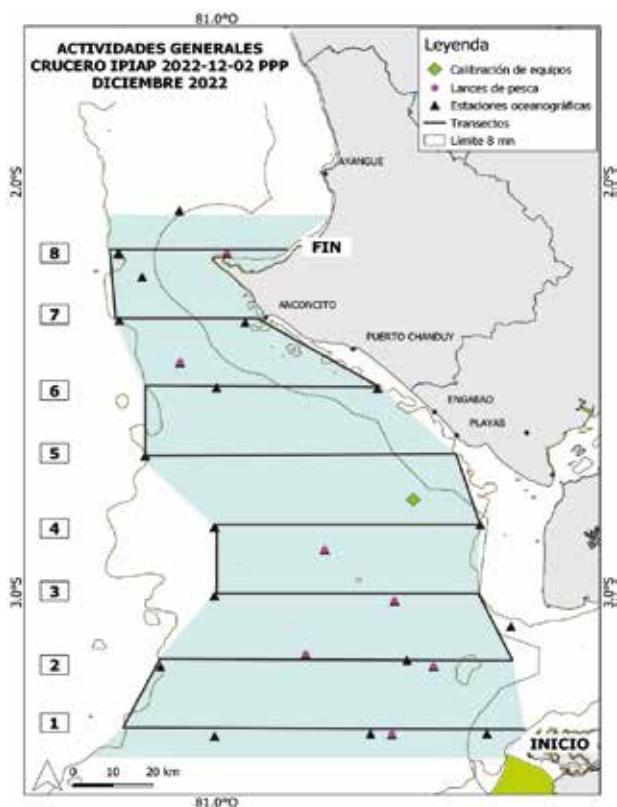
E)



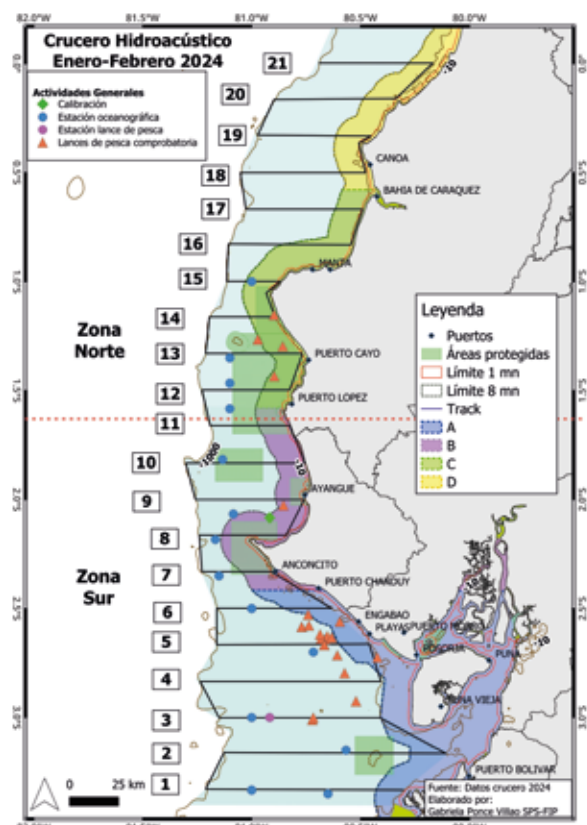
F)



G)



H)



I)

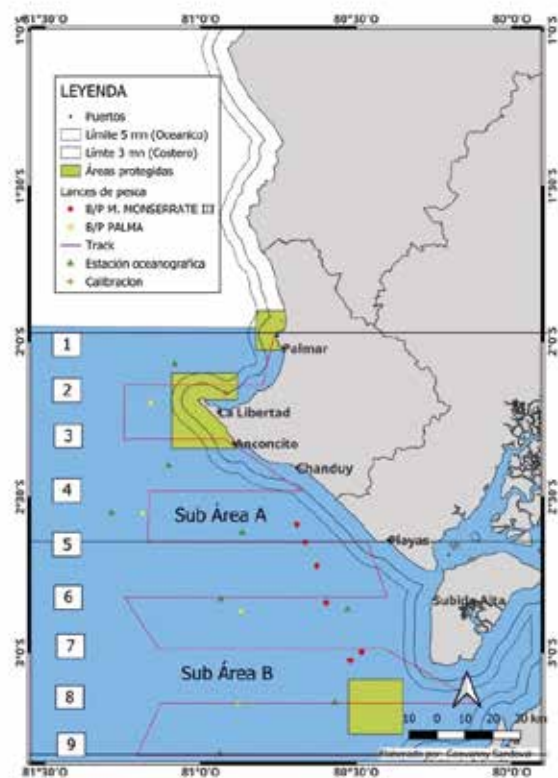


Figura 1. Área de estudio de los cruceros hidroacústicos realizados por el IPIAP durante el periodo 2018–2025: (a) marzo 2018, (b) noviembre 2018, (c) marzo 2019, (d) diciembre 2019, (e) enero 2021, (f) junio 2022, (g) diciembre 2022, (h) enero 2024, (i) febrero 2025.

La estimación de biomasa, abundancia y distribución geoespacial de los Peces Pelágicos Pequeños (PPP) se llevó a cabo mediante ecosondas científicas calibradas (SIMRAD EY60, 120 kHz), que detectan cardúmenes a partir de la energía retrodispersada, transformada en biomasa (toneladas por milla náutica cuadrada) mediante ecuaciones bioacústicas ajustadas a cada especie según su tamaño, morfología y target strength.

PESCA COMPROBATORIA

La pesca comprobatoria fue obtenida mediante redes de cerco operadas desde embarcaciones pesqueras comerciales adaptadas para investigación, cuya elección dependió de los recursos y la logística de cada crucero.

Las redes utilizadas tenían longitudes entre 800 y 1200 m, y profundidades de caída de 40 a 70 m, adecuadas para capturar cardúmenes en la columna de agua media. Los lances se ejecutaron sobre agregaciones con altos valores de NASC o en estaciones históricamente relevantes, con un rango de 10 a 40 lances por crucero.

Cada lance fue georreferenciado y registrado con datos de hora, profundidad y duración. Las capturas se procesaron a bordo: se identificaron las especies, se calcularon proporciones relativas (peso y número), y se tomaron muestras biológicas. Esta información permitió asignar con mayor precisión los valores de NASC a las especies detectadas, mejorando la discriminación acústica en contextos multiespecíficos.

OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA Y PESQUERA

A partir de las capturas obtenidas mediante pesca comprobatoria, se aplicó un muestreo sistemático de individuos por especie, registrando variables morfométricas como longitud total, peso corporal y proporción sexual. El desarrollo gonadal fue evaluado mediante observación macroscópica o análisis histológico, clasificando los estadios de madurez sexual según esquemas estandarizados.

En especies de mayor importancia pesquera se calculó el índice gonadosomático (IGS) como indicador de actividad reproductiva, lo que permitió identificar zonas y periodos de desove, así como inferir la condición fisiológica de las poblaciones.

Adicionalmente se analizó la composición específica y la estructura de tallas por lance, integrando esta información con parámetros espaciales para evaluar procesos de reclutamiento, distribución por clases de tamaño y presencia de juveniles.

ESTRUCTURA DE TALLAS

A partir de las capturas de pesca comprobatoria, se realizó un muestreo por especie registrando longitud, peso y proporción sexual. El desarrollo gonadal se evaluó mediante observación macroscópica, y en las especies de mayor interés pesquero se calculó el índice gonadosomático (IGS) como indicador de actividad reproductiva. También se analizó la composición específica y la estructura de tallas por lance, integrando estos datos con la ubicación geográfica para identificar zonas de desove, presencia de juveniles y procesos de reclutamiento.

COMPOSICIÓN DE LAS CAPTURAS

La composición fue determinada a partir del análisis de muestras obtenidas mediante pesca comprobatoria en puntos de interés acústico. En cada lance se identificaron las especies presentes y se cuantificó su proporción relativa en peso, y cuando fue posible, en número de individuos.

Esta información se registró en matrices de frecuencia específica por lance, permitiendo caracterizar la diversidad y dominancia relativa de las especies objetivo. Los datos fueron organizados por zona geográfica y tipo de plataforma (interna, media, externa), para analizar la relación entre la composición de las capturas y el entorno espacial.



RESULTADOS

ESTIMACIÓN DE BIOMASA Y ABUNDANCIA DE LOS PRINCIPALES PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS

Durante el período 2018–2025, los nueve cruceros hidroacústicos realizados en aguas del Pacífico ecuatoriano permitieron estimar con alta resolución la biomasa y abundancia de los peces pelágicos pequeños (PPP), principalmente pinchagua (*Opisthonema* spp.), botella (*Auxis* spp.) y macarela (*Scomber japonicus*).

Los resultados indican una variación interanual significativa (aumentos y descensos) en la biomasa total, influenciada probablemente por factores ambientales, oceanográficos y de comportamiento poblacional. En años como 2019 y 2022 se observaron picos de alta biomasa, principalmente en las provincias de Santa Elena y el Golfo de Guayaquil, mientras que en 2024 y 2025 se evidenció una reducción general, especialmente en las zonas norte y oceánicas, posiblemente asociada a condiciones menos favorables de productividad.

En términos de abundancia relativa, la especie pinchagua fue dominante en la mayoría de los años, seguida por botella y macarela, aunque se presentaron alternancias de predominancia según la zona geográfica y la estación del año. En algunos cruceros se reportó un aumento notable de botella en áreas tradicionalmente dominadas por pinchagua, lo que podría reflejar desplazamientos tróficos o respuestas adaptativas ante cambios ambientales.

La distribución espacial de la biomasa presentó un patrón costero-agregado, con mayores concentraciones entre las isóbatas de 20 y 60 m de profundidad. No obstante, en años como 2018 y 2021 se observaron desplazamientos hacia zonas más alejadas de la costa, posiblemente relacionados con surgencias o cambios en la temperatura superficial del mar. En cruceros recientes se utilizaron mapas interpolados y análisis geoespaciales que permitieron visualizar con mayor claridad las zonas núcleo de agregación por especie.

En general, el análisis retrospectivo muestra un alta dinámica espacio-temporal de las poblaciones de PPP, con pulsos de abundancia marcados y zonas de alta concentración variables por año (Tabla 1 y 2).

Tabla 1. Biomasa (en toneladas) estimada por zona y especie de peces pelágicos pequeños (PPP), durante los cruceros hidroacústicos realizados entre 2018 y 2025. Las zonas corresponden a divisiones latitudinales utilizadas en el análisis: Zona 1 (3°30' S a 2°30' S), Zona 2 (2°30' S a 1°30' S), Zona 3 (1°30' S a 0°30' S), Zona 4 (0°30' S a 0°10' N) y Zona 5 (0°10' N a 1°10' N).

Crucero	Zona	Botella	Macarela	rdina Redon	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Anchoveta	Jurel	Total PPP
mar-18	1	566070	229711	44961	31674	29900	181618			1083934
	2	49114	21096	15259	91116	27135				203720
	3	16587	14906	24906	23699	27216	8375			115689
	4			7593		16963				24556
nov-18	1	119680	513636	19913	23317	5155	22048			703749
	2	172113	304183	37230	23057	5576	343			542502
	3	19617	130260	2751	11954	1616				166198
	4	11451	51424	4681	3636	496				71688
mar-19	1	189084	133911	12561	64610	53874	90514			544554
	2	75749	29405	52756	9068	7187	7578			181743
	3	91193	46465	30444	39844	50566	34586			293098
	4	7444	1018	4242	12128	2230	4702			31764
dic-19	1	183213	260007	3321	76032	29844	29913			582330
	2	40152	5728	29886	35332	120596	7487			239181
ene-21	1	90473	244267	43003	7547	29382	2813			417485
	2	98418	86383	54098	10317	16271				265487
	3	8236	11931		14663	158527				193357
jun-22	1	34608	113073	44911	63615	68025		11826		336058
	2	3998	43714	8625	60331	43418			52806	212892
	3	23725	48526		52991	7871				133113
dic-22	1	20939	222750		34616	10152	2887	43815		335159
	2	8381	12559		16956	12				37908
feb-24	1	248542	145743	3685	123987		48586			570543
	2	20762	13791	6996	32533	17956				92038
	3	466	636	553	13440	2346				17441
	4	2899			11715					14614
feb-25	1	46745	37966		25329		19357			129397
	2	9598	30363	16887	22116	17910				96874

Tabla 2. Abundancia (en millones de ejemplares) estimada por zona y especie de peces pelágicos pequeños (PPP), durante los cruceros hidroacústicos realizados entre 2018 y 2025. Las zonas corresponden a divisiones latitudinales utilizadas en el análisis: Zona 1 (3°30' S a 2°30' S), Zona 2 (2°30' S a 1°30' S), Zona 3 (1°30' S a 0°30' S), Zona 4 (0°30' S a 0°10' N) y Zona 5 (0°10' N a 1°10' N).

Crucero	Zona	Botella	Macarela	rdina Redon	Pinchagua	Picudillo	Chuhueco	Anchoveta	Jurel	Total PPP
mar-18	1	19,36	4,8	4,49	2,81	2,26	5,36			39,08
	2	1,74	0,44	1,54	5,28	2,06				11,06
	3	0,59	0,31	2,49	2,11	2,06	0,25			7,81
	4			0,76		1,28				2,04
nov-18	1	5,96	14,16	1,72	0,39	3,12	5,34			30,69
	2	8,59	8,5	3,19	0,42	2,45	0,08			23,23
	3	0,97	3,63	0,23	0,12	2,01				6,96
	4	0,55	1,42	0,4	0,03	0,48				2,88
mar-19	1	7,43	12,46	1,07	5,82	10,4	10,45			47,63
	2	2,96	2,78	4,47	0,82	1,39	0,88			13,3
	3	3,59	4,39	2,57	3,59	9,77	3,99			27,9
	4	1,19	1,7	0,36	1,1	0,43	0,21			4,99
dic-19	1	7	16	0,5	6,4	1,6	3,5			35
	2	4,5	0,5	6,3	11,8	30,2	3,9			57,2
ene-21	1	1,11	1,5	0,88	0,14	1,9	0,1			5,63
	2	1,88	0,7	1,62	0,58	0,96				5,74
	3	0,14	0,1	0,44	0,04	9,44	1,12			11,28
	4	0,03								0,03
jun-22	1	0,2	1,33	1,34	1,72	1,57	1,02			7,18
	2		1,04	0,44	3,76	2,06	0,73		1,6	9,63
	3	0,25	0,66		2,48	0,45				3,84
dic-22	1	0,18	2,56		0,5	0,32	0,15	5,82		9,53
	2	0,1	0,76		0,81	0,38				2,05
ene-24	1	2,75	2,05	0,12	2,09		4,28			11,29
	2	0,31	0,37	0,26	1,16	0,48				2,58
	3	0,1	0,02	0,07	0,78	0,21				1,18
	4	0,07								0,07
feb-25	1	0,29	0,57	0,84			1,68			3,38
	2	0,17	0,34	0,58	0,5	0,44				2,03

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DE LAS PRINCIPALES ESPECIES PELÁGICAS PEQUEÑAS

Desde la dimensión horizontal, los resultados alcanzados en los distintos cruceros muestran una recurrencia geográfica en las zonas de alta densidad acústica (NASC), particularmente en la franja costera del litoral ecuatoriano, dentro de la plataforma continental interna y media. Las provincias de Santa Elena, Manabí y El Oro emergen como áreas núcleo de agregación, donde se concentra la mayor biomasa acústica de especies como *Opisthonema* spp. (pinchagua), *Auxis* spp. (botella), *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco) y *Decapterus macrosoma* (picudillo).

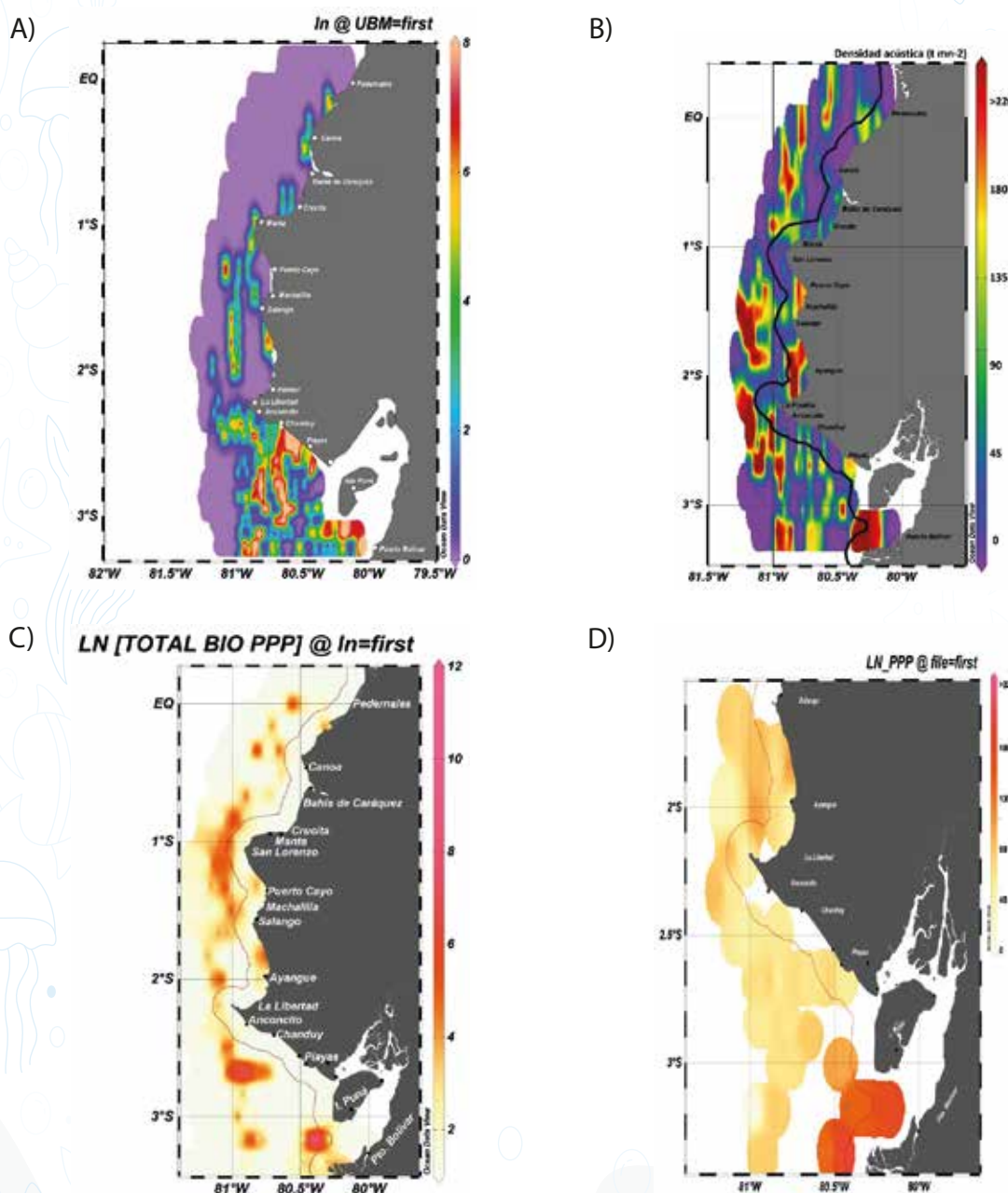
Esta recurrencia sugiere que estas zonas cumplen un papel ecológico estructurante, posiblemente por su elevada productividad primaria, derivada de la presencia de frentes de surgencia y otros procesos oceanográficos mesoescalares. A lo largo de los años, aunque se ha documentado variabilidad en la extensión y forma de estas zonas de concentración, su persistencia relativa sugiere un fuerte componente de fidelidad espacial por parte de las especies objetivo. En los cruceros de 2021 y 2025, por ejemplo, se observaron desplazamientos hacia zonas más externas de la plataforma, lo cual fue interpretado en los informes como una respuesta a condiciones oceanográficas atípicas, particularmente en términos de profundidad de la termoclina y temperatura superficial del mar.

En lo que respecta a la dimensión vertical, los datos obtenidos mediante ecosondas operando a 38 kHz evidenciaron que los cardúmenes de PPP se ubicaron predominantemente entre los 10 y 50 m de profundidad, aunque esta franja puede variar según la especie, la hora del día y las condiciones hidrográficas locales. Durante las horas diurnas, los cardúmenes adoptan configuraciones compactas, elongadas y de baja dispersión, ubicándose en capas intermedias de la columna de agua. En contraste, durante la noche se registra una migración vertical hacia estratos más superficiales, en un patrón consistente con los mecanismos de migración (día y noche) observados en especies pelágicas a nivel global.

Este patrón está posiblemente vinculado al comportamiento alimentario y a la necesidad de reducir la exposición a depredadores visuales durante el día. En algunos cruceros, como el de diciembre de 2019 y enero de 2024, se documentó incluso una segmentación vertical por especie, con *Cetengraulis* y *Opisthonema* ocupando estratos superiores y *Auxis* desplazándose a capas más profundas.

En términos de representación cartográfica, la distribución horizontal fue modelada mediante interpolación de los valores NASC registrados por transecto, generando mapas que muestran la intensidad de la retrodispersión por unidad de área, mientras que la distribución vertical fue visualizada mediante cortes batimétricos de columna de agua, donde se identificaron capas de concentración, forma del cardumen y profundidad promedio de detección.

Esta aproximación tridimensional ha permitido no solo delimitar zonas de alta concentración, sino también identificar gradientes espacio-temporales que reflejan una dinámica compleja, influenciada por procesos bióticos y abióticos (Figura 2 y 3).



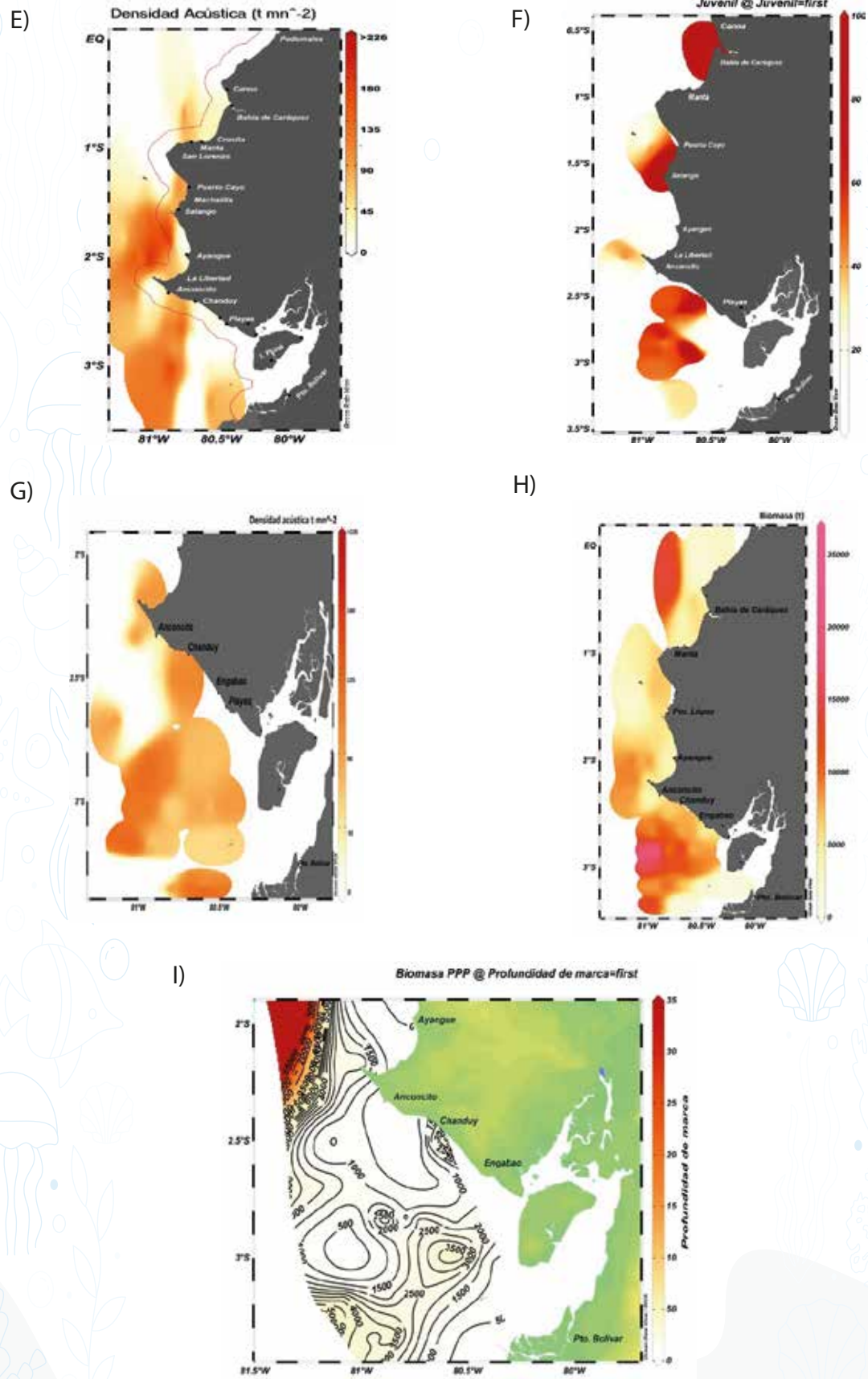
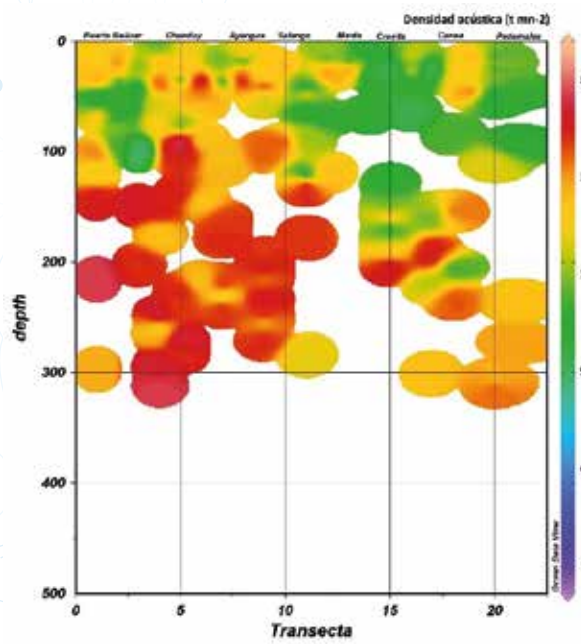
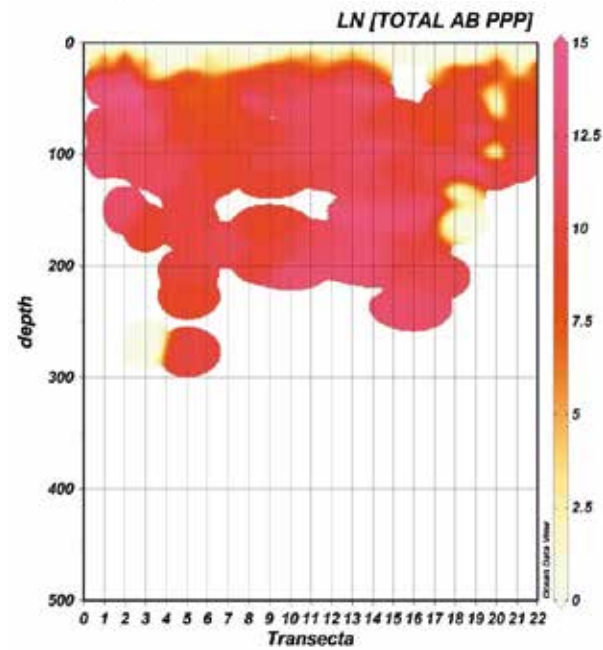


Figura 2. Distribución horizontal de las principales especies pelágicas pequeñas durante los cruceros hidroacústicos realizados por el IPIAP entre 2018 y 2025: (a) marzo 2018, (b) noviembre 2018, (c) marzo 2019, (d) diciembre 2019, (e) enero 2021, (f) junio 2022, (g) diciembre 2022, (h) enero 2024, (i) febrero 2025.

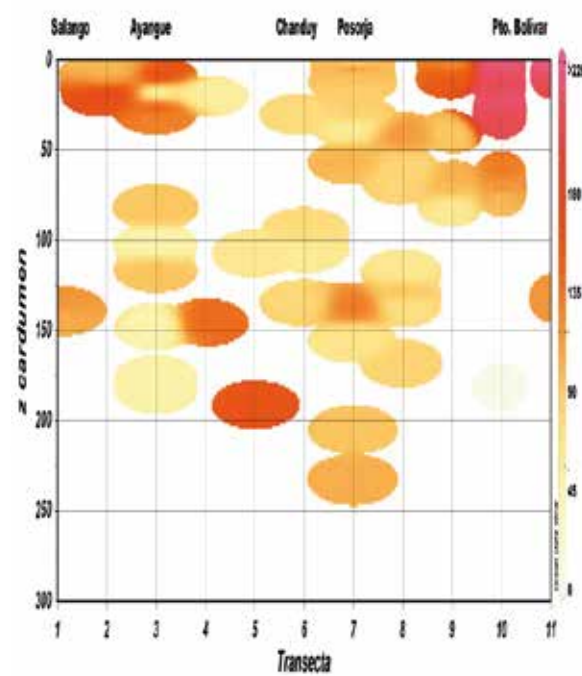
A)



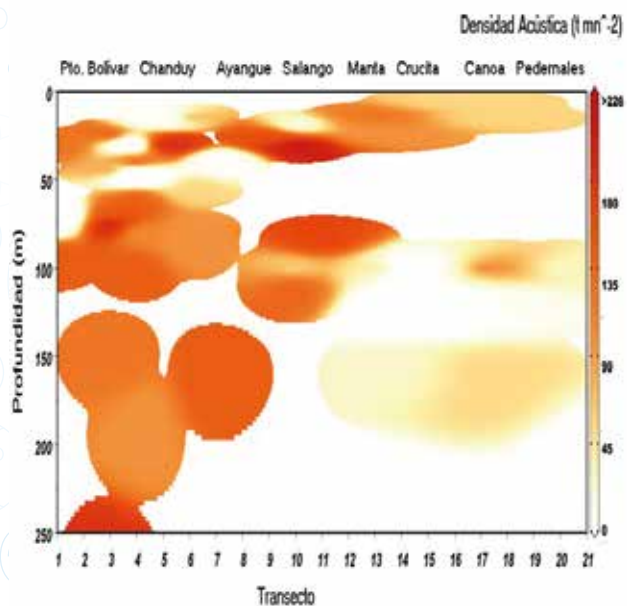
B)



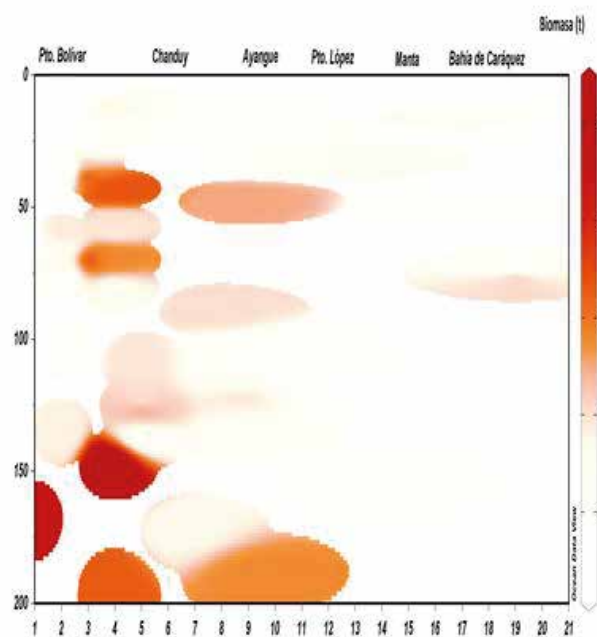
C)



D)



E)



F)

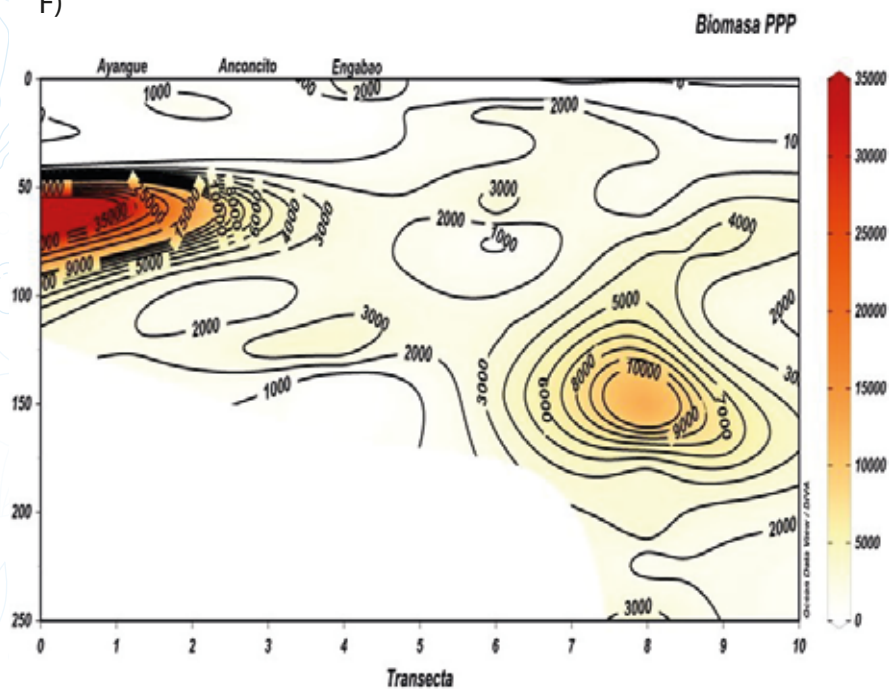


Figura 3. Distribución vertical de las principales especies pelágicas pequeñas durante los cruces hidroacústicos realizados por el IPIAP entre 2018 y 2025: (a) noviembre 2018, (b) marzo 2019, (c) diciembre 2019, (d) enero 2021, (e) enero 2024, (f) febrero 2025.

ESTIMACIÓN DE LA BIOMADA DE LOS PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS POR MILLA

El análisis comparativo de los nueve cruceros realizados entre 2018 y 2025 revela patrones contrastantes en la biomasa de peces pelágicos pequeños por unidad de esfuerzo espacial (milla náutica), los cuales reflejan tanto la dinámica poblacional natural de estos recursos como las variaciones en las condiciones ambientales interanuales.

Los valores de biomasa por milla muestran una alta heterogeneidad espacial y temporal. En los cruceros de 2018 y 2019, los valores más altos se concentraron en la franja costera de Manabí y el Golfo de Guayaquil, con registros superiores a 10 toneladas por milla en zonas puntuales. Estos valores estuvieron relacionados con surgencias costeras activas y temperaturas superficiales del mar dentro del rango óptimo de distribución de especies como pinchagua y botella.

Durante 2021 y 2022, las mayores biomásas por milla se desplazaron hacia zonas más oceánicas, posiblemente como respuesta a termoclinas más profundas o variaciones en la disponibilidad de alimento. En estos años, se observaron extensas zonas con biomásas entre 5 y 15 t/mn en la plataforma externa, destacando la presencia de macarela y chuhueco como especies dominantes.

En 2024 y 2025, los patrones espaciales se mostraron fragmentados. Si bien se mantuvieron núcleos costeros importantes (frente a Santa Elena y El Oro), también se registraron áreas con muy baja biomasa por milla, especialmente en sectores tradicionalmente productivos como el sur de Manabí. Esto podría estar relacionado con anomalías térmicas y reducciones en la productividad primaria observadas en esos años.

Las especies con mayor contribución a la biomasa por milla fueron pinchagua, botella y macarela, aunque se registraron picos locales de chuhueco, sardina redonda y picudillo. Las diferencias en comportamiento espacial y profundidad influyeron directamente en la distribución de los valores por milla, subrayando la necesidad de adaptar las estrategias de evaluación a las características ecológicas de cada especie.

PESCA COMPROBATORIA

Durante los nueve cruceros realizados entre 2018 y 2025, se ejecutaron múltiples lances de pesca comprobatoria en áreas previamente identificadas por la prospección acústica. Estas operaciones permitieron validar la presencia de las especies objetivo, estimar las capturas por crucero y determinar la composición específica en términos porcentuales.

La captura total acumulada validada mediante pesca comprobatoria fue de aproximadamente 113 toneladas, con variaciones interanuales asociadas al número de lances ejecutados, las condiciones oceanográficas y la agregación de los cardúmenes.

El 2019 presentó la mayor captura comprobatoria registrada, con 43.65 toneladas combinadas entre los dos cruceros ejecutados ese año. Le siguieron 2022 y 2021, con 21.21 y 17.85 toneladas, respectivamente. En contraste, el año con menor captura comprobatoria fue 2024 con 8.82 toneladas, lo cual coincide con las limitaciones reportadas por condiciones oceanográficas adversas.

En cuanto a la composición específica, la especie pinchagua (*Opisthonema* spp.) dominó en la mayoría de los cruceros, con porcentajes superiores al 50% en 2018, 2019 y 2024. También destacan la botella (*Auxis* spp.), con una presencia relevante en 2018, 2019 y 2025, y la macarela (*Scomber japonicus*), dominante en 2018 y 2025. Otras especies como chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*), picudillo (*Decapterus macrosoma*) y sardina redonda (*Etrumeus acuminatus*) mostraron proporciones variables según el año y la zona prospectada como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Resumen de pesca comprobatoria (2018–2025)

Mes y año	Captura total (t)	Especies principales (%)
Marzo 2018	12,33	Pinchagua (62.5%), Botella (15.6%), Macarela (12.8%)
Noviembre 2018	8,85	Pinchagua (72.8%), Botella (15.9%), Macarela (6.2%), Chuhueco (3.2%)
Marzo 2019	21,89	Pinchagua (46.2%), Chuhueco (19.4%), Sardina redonda (14.3%)
Diciembre 2019	21,76	Pinchagua (55.1%), Botella (15.5%), Chuhueco (12.2%)
Enero 2021	17,85	Botella (42.5%), Macarela (24.9%), Pinchagua (15.8%)
Junio 2022	21,21	Pinchagua (37.6%), Picudillo (21.9%), Chuhueco (19.4%)
Enero 2024	8,82	Pinchagua (68.5%), Sardina redonda (22.6%)
Febrero 2025	9,13	Macarela (35.6%), Botella (25.1%), Chuhueco (21.4%)

ASPECTOS BIOLÓGICOS

ESTRUCTURA DE TALLAS

La pinchagua presentó una estructura de tallas bimodal en la mayoría de los cruceros, con un primer grupo representado por individuos juveniles (12–16 cm LT), y un segundo grupo entre 19–23 cm LT. En 2019 y 2022, se observó una fuerte entrada de reclutas, con alta proporción de tallas menores a 15 cm LT.

La botella mostró una distribución de tallas más uniforme, concentrada entre 13 y 17 cm LF, con una mayor proporción de individuos maduros en comparación con otras especies. Sin embargo, en 2024 se observó una reducción significativa del rango de tallas.

La macarela presentó mayor amplitud de tallas, desde juveniles de 18 cm LF hasta adultos superiores a 30 cm LF. Su patrón mostró variabilidad interanual y diferencias entre zonas costeras y oceánicas. En cruceros como el de 2021, se observaron individuos de gran tamaño asociados a zonas más profundas y frías.

El chuhueco tuvo una menor representación en número, pero los ejemplares capturados mostraron tallas consistentes entre 20 y 27 cm LT. En cambio, el picudillo mostró una alta dispersión de tallas en los años en que fue registrado, con individuos desde 15 hasta 28 cm LT.

La sardina redonda, cuando estuvo presente, se caracterizó por una estructura de tallas entre 12 y 18 cm LF, con una marcada dominancia de individuos en estado juvenil, lo que indica que su aparición en las capturas podría estar relacionada con eventos de reclutamiento puntual.

MADUREZ SEXUAL

En la especie pinchagua, para 2019, 2021 y 2022 mostraron altos porcentajes de individuos en fase madura y desovante, principalmente entre 19–23 cm LT, mientras que la mayor proporción de individuos inmaduros se registró en 2024, lo que sugiere un posible cambio en el patrón de reclutamiento o una presión pesquera sobre adultos.

En la botella se reporta una alta proporción de individuos maduros entre 15 y 17 cm LF en casi todos los años, principalmente entre los meses de noviembre a marzo. La macarela mostró una mayor variabilidad interanual en las fases de madurez. En cruceros 2021 y 2025, se observaron elevadas proporciones de hembras maduras en zonas oceánicas, lo que refuerza su rol como especie migratoria con zonas de desove probablemente alejadas de la costa.

El chuhueco registra bajos porcentajes de individuos maduros, posiblemente por su baja representatividad en las capturas. No obstante, en 2022 se observaron ejemplares en madurez gonadal avanzada.

En el caso del picudillo, se registraron porcentajes variados de madurez, con algunos individuos desovantes observados en cruceros de 2018 y 2024. Por su parte, la sardina redonda mostró una fuerte presencia de organismos inmaduros menor a 16 cm de LF.

DISCUSIÓN

El seguimiento hidroacústico de los peces pelágicos pequeños (PPP) en aguas ecuatorianas entre 2018 y 2025 ha permitido observar una marcada variabilidad interanual en la biomasa, abundancia, distribución espacial y estructura poblacional de las principales especies de esta pesquería. Estos estudios no solo ofrecen una estimación del recurso disponible, sino también una aproximación a los procesos biológicos y ambientales que modulan su dinámica.

En marzo de 2018 se reportaron 1.4 millones de toneladas y 6 mil millones de individuos, valores elevados en comparación con campañas previas, comparables únicamente con el crucero de 1990. No obstante, la pesca comprobatoria no logró validar estas cifras debido a la dispersión y profundidad de los cardúmenes, lo que limitó la representatividad de tallas y estadios de madurez sexual. En noviembre del mismo año la biomasa alcanzó 1.5 millones de toneladas y 6.8 mil millones de individuos, con predominio de la macarela sobre la botella. Nuevamente, la validación mediante pesca comprobatoria fue limitada por la profundidad de los cardúmenes, aunque las muestras disponibles indicaron organismos en madurez reproductiva inicial.

El panorama cambió en marzo de 2019, cuando se estimó una biomasa de 1.13 millones de toneladas y una abundancia de 14.1 mil millones de individuos, reflejando un descenso del 27 % en biomasa pero un incremento del 130 % en abundancia, respecto a 2018. La mayor concentración se observó en el Golfo de Guayaquil, con predominio de botella y macarela, ambas con biomasa inferiores a las del año anterior. La pesca comprobatoria mostró predominancia de botella en aguas oceánicas y pinchagua en aguas costeras; las tallas analizadas evidenciaron organismos cercanos a la longitud media de madurez sexual (LMMS), lo que sugiere actividad reproductiva activa. Hacia diciembre de 2019, la biomasa se redujo a 846 665 toneladas, dominada por macarela y botella. En esta ocasión, se identificaron cardúmenes más densos y la presencia de juveniles en la pesca comprobatoria, un indicio claro de reclutamiento, ya que gran parte de los ejemplares estuvieron por debajo de la LMMS, coexistiendo con adultos maduros.

En enero de 2021 la biomasa fue de 877 280 toneladas, con predominio de macarela, picudillo y botella. Los cardúmenes se localizaron principalmente entre 30 y 80 metros de profundidad y las capturas reflejaron bien la composición acústica: macarela y picudillo fueron abundantes tanto en lances oceánicos como costeros. En cuanto a la estructura poblacional, la macarela y el picudillo superaron la LMMS y se encontraban en reproducción, mientras que la botella mostró altas proporciones de juveniles (15–19 cm) aún en condición reproductiva, lo que evidencia estrategias de desove temprano.

El crucero de diciembre de 2022 destacó por la reducción en la incertidumbre de la estimación de biomasa, gracias a límites de confianza más estrechos. La pesca comprobatoria estuvo dominada por especies pelágicas (99 %), principalmente macarela, botella, picudillo y rollizo. La mayoría de los ejemplares se encontró bajo la LMMS, pero con gónadas maduras, lo que refuerza la hipótesis de desoves tempranos. En contraste, el picudillo presentó tallas superiores a la LMMS, ratificando su rol como especie reproductora en ese periodo. Los valores bajos del índice gonadosomático (IGS) en macarela y botella, junto con la baja densidad de huevos y larvas, sugirieron un proceso de desove incipiente.

En 2023, durante el periodo de reclutamiento, se estimó una biomasa de 689 274 toneladas, de las cuales el 78 % correspondió a juveniles. Más de la mitad de la biomasa se concentró dentro de las 8 millas, evidenciando el acercamiento costero característico de las etapas tempranas. La pesca comprobatoria, dominada por macarela (41 %), mostró un rango de tallas amplio (17–37 cm LT), lo que denotó solapamiento espacial entre juveniles y adultos. La actividad reproductiva fue baja en la mayoría de especies, salvo en picudillo y jurel, donde se observaron proporciones reproductivas del 38 al 47 %.

En enero/febrero de 2024 la biomasa alcanzó 694 636 toneladas, con predominio de botella, pinchagua y macarela. Los cardúmenes se distribuyeron dispersos y a mayor profundidad (140–180 m), probablemente asociados a condiciones térmicas desfavorables. El 92 % de la biomasa se ubicó fuera de las 8 millas, aunque se observó por primera vez una importante concentración de pinchagua en zonas costeras. En la pesca comprobatoria predominó la pinchagua (78 %), seguida de la botella (13 %). El análisis biológico indicó que dos tercios de la pinchagua y un tercio de la botella superaron la LMMS y estaban en reproducción, confirmando la coherencia con los periodos de veda, mientras que en la macarela se observó un rango más amplio de tallas, reflejando mezcla de juveniles y adultos.

En febrero de 2025 se estimó una biomasa de 226 272 toneladas, con predominio de macarela, botella y pinchagua, lo que representó una disminución del 65 % respecto al periodo 2021–2024 y valores comparables con los de 2013. La densidad acústica promedio fue de apenas 67 t mn⁻² y los cardúmenes se observaron dispersos, con núcleos poco densos.

La mayor concentración de biomasa se registró entre 40 y 150 m de profundidad, en aguas de 26–29 °C, favorables para botella, pinchagua y chuhueco. El 86 % de la biomasa se encontró fuera de las 8 millas, mientras que pinchagua y chuhueco permanecieron en áreas costeras. En la pesca comprobatoria predominó la captura de macarela, botella y picudillo en aguas oceánicas, mientras que la pinchagua dominó en la zona costera. La estructura de tallas mostró que macarela y picudillo superaron la LMMS y se encontraban en reproducción, mientras que la botella presentó mayor proporción de juveniles en proceso de maduración. El bajo error de estimación (0.63 %) reforzó la alta precisión de los resultados obtenidos.

En conjunto, la serie histórica 2018–2025 revela la gran variabilidad de la biomasa de PPP en el Ecuador, con máximos cercanos a 1.5 millones de toneladas en 2018 y mínimos de apenas 226 000 toneladas en 2025. Asimismo, las estructuras de tallas y los estados de madurez sexual muestran ciclos de reclutamiento, reproducción temprana y periodos de baja actividad gonadal, modulados por la dinámica ambiental y la presión pesquera. Estos hallazgos subrayan la necesidad de un monitoreo continuo para comprender y gestionar adecuadamente la sostenibilidad de estos recursos clave para la pesquería ecuatoriana.

CONCLUSIONES

A nivel vertical, los cardúmenes se ubicaron predominantemente en la capa epipelágica (10–50 m), mostrando patrones durante el día y noche de migración y una estratificación funcional por especie y talla. Estos aspectos, junto con la variabilidad en la forma y densidad de los cardúmenes, tienen implicaciones directas en la precisión de las estimaciones acústicas y en la comprensión de las dinámicas tróficas y reproductivas del recurso.

Este análisis consolidado refuerza la necesidad de mantener y fortalecer el programa de cruceros hidroacústicos, no solo como línea base para el manejo sostenible del recurso, sino también como plataforma científica para entender su respuesta ante la variabilidad ambiental y las presiones pesqueras.



BIBLIOGRAFÍA

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

Romero, A., G. Ponce, N. González y M. Hurtado. (2022). Estimación hidroacústica, distribución geoespacial y condiciones biológicas y ambientales de los principales peces pelágicos pequeños en el Golfo de Guayaquil.
https://institutopesca.gob.ec/wpcontent/uploads/2023/06/informe_crucero_ipiap_2022-12-02_ppp_final.pdf

Romero, A., G. Ponce, N. González y M. Hurtado. (2022). Estimación hidroacústica, distribución geoespacial y condiciones biológicas y ambientales de los principales peces pelágicos pequeños en el Golfo de Guayaquil (IPIAP 2022-06-01 PPP).

<https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2023/06/CRUCERO-DE-PROSPECCION-HIDROACUSTICA-Y-PESCA-COMPROBATORIA-CON-BARCOS-PESQUEROS-COMERCIALES.pdf>

Romero, A., G. Ponce, N. González y V. Jurado. (2021). Estimación hidroacústica de los principales especies de peces pelágicos pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial. Informe técnico.
https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/INFORME-FINAL-CRUCERO-ENERO-2021-IPIAP_RECURSO-Y-AMBIENTE.pdf

Romero, A., Landívar, E., Ponce, G., Hurtado, M., Muñoz, A., & Jurado, V. (2019). Estimación hidroacústica de los principales peces pelágicos pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial, durante marzo de 2019 (INP 2019-12-02PV). Guayaquil.

Romero, A., Landívar, E., Ponce, G., Hurtado, M., Muñoz, A., & Jurado, V. (2019). Estimación hidroacústica de los principales peces pelágicos pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial, durante marzo de 2019 (INP 19-03-01PV). Guayaquil.

Romero, Á., Landívar, E., Hurtado, M., Ponce, G., De la Cuadra, T., Prado, M., Jurado, V. (2018). Evaluación hidroacústica de los principales peces pelágicos pequeños en el Ecuador y su distribución geoespacial. Informe técnico.
<https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Informe-final-Crucero-Noviembre-2018.pdf>



**Instituto Público de Investigación
de Acuicultura y Pesca**



Instituto Público de Investigación
de Acuicultura y Pesca



IPIAP Ecuador



Ipiapec



institutopesca.gob.ec