

# ABUNDANCIA DE ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) Y OTRAS ESPECIES PELÁGICAS ESTIMADAS POR EL MÉTODO HIDROACÚSTICO EN EL ECOSISTEMA MARINO PERUANO EN EL 2020

## ESTIMATED ABUNDANCE OF ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) AND OTHER PELAGICS OBTAINED BY HYDROACOUSTIC CRUISES IN THE PERUVIAN MARINE ECOSYSTEM (2020)

Ramiro Castillo<sup>1</sup>      Rodolfo Cornejo<sup>1</sup>      Luis La Cruz<sup>1</sup>      Daniel Grados<sup>1</sup>  
Gustavo Cuadros<sup>1</sup>      Carlos Valdez<sup>1</sup>      Arón Paz<sup>1</sup>      Marissela Pozada<sup>1</sup>

### RESUMEN

CASTILLO R, CORNEJO R, LA CRUZ L, GRADOS D, CUADROS G, VALDEZ C, PAZ A, POZADA M. 2021. Abundancia de anchoveta (*Engraulis ringens*) y otras especies pelágicas estimadas por el método hidroacústico en el ecosistema marino peruano en el 2020. *Inf Inst Mar Perú*. 48(3): 327-349.- En el 2020 se realizaron dos cruceros de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos, entre el 15 de febrero y 29 de marzo (Crucero 2002-03) y entre el 22 de setiembre y 13 de noviembre (Crucero 2009-11), a bordo de los buques de investigación del Instituto del Mar del Perú, se contó con apoyo de embarcaciones pesqueras de la Sociedad Nacional de Pesquería. El objetivo fue conocer distribución y biomasa de anchoveta y otras especies pelágicas como: jurel, caballa, samasa, bagre, munida, pota y vinciguerría en la Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt. Los resultados mostraron que la anchoveta y la múnida continúan siendo las especies más abundantes en la zona costera y, la pota y vinciguerría en la zona oceánica. En el primer crucero la anchoveta se registró replegada hacia la costa detectándose hasta las 42 mn, con biomasa de 11,05 millones de toneladas; en el segundo crucero estuvo dispersa en áreas más alejadas encontrándose hasta las 110 mn, con biomasa de 9,52 millones de toneladas. La situación poblacional de la anchoveta se encontró saludable por las condiciones oceanográficas normales casi todo el año. En cuanto a las biomásas de jurel, caballa, samasa y munida obtenidas en el crucero 2002-03 fueron mayores que en el crucero 2009-11, con valores de: 365.419, 473.580, 28.146 y 3.209.857 toneladas, respectivamente. Las biomásas de bagre, vinciguerría y pota fueron mayores que las obtenidas en el crucero de verano con 36.231, 999.726 y 1.073.364 toneladas, respectivamente.

**PALABRAS CLAVE:** abundancia, biomasa, estratificación por áreas isoparalitorales

### ABSTRACT

CASTILLO R, CORNEJO R, LA CRUZ L, GRADOS D, CUADROS G, VALDEZ C, PAZ A, POZADA M. 2021. Estimated abundance of anchoveta (*Engraulis ringens*) and other pelagics obtained by hydroacoustic cruises in the Peruvian marine ecosystem (2020). *Inf Inst Mar Peru*. 48(3): 327-349. In 2020, two hydroacoustic cruises were carried out between February 15 and March 29 (Cruise 2002-03) and between September 22 and November 13 (Cruise 2009-11) onboard IMARPE's research vessels, with the support of fishing boats from the Peruvian National Fisheries Society. We aimed to know the distribution and biomass of anchoveta as well as other pelagics in the Northern Humboldt Current Ecosystem (NHCE). The most abundant species in the coastal area were anchoveta and squat lobster, while in the oceanic zone, jumbo flying squid and vinciguerría stood out. In Cr. 2002-03, anchoveta was found retracted to the coast, up to 42 nm offshore, with biomass estimated at 9.52 million tons. In Cr 2009-11, it showed a sparse distribution, being found up to 110 nm, with biomass of 11.05 million tons. In 2020, oceanographic conditions were considered to be normal, so anchoveta's population status was healthy. The biomasses of jack mackerel, chub mackerel, longnose anchovy, and squat lobster were higher in the first cruise than during the second, with values of 365,419; 473,580; 28,146, and 3,209,857 tons, respectively. Catfish, vinciguerría, and jumbo flying squid showed higher biomasses during the spring cruise with values of 36, 231; 999,726, and 1,073,364, respectively.

**KEYWORDS:** abundance, biomass, stratification by isoparalittoral areas

## 1. INTRODUCCIÓN

Los resultados obtenidos en los dos cruceros de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos realizados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) el 2020, han contribuido en las recomendaciones para las cuotas de pesca de

anchoveta (*Engraulis ringens* J.) durante las dos temporadas de pesca. Las capturas de la flota pesquera fueron destinadas principalmente al consumo humano indirecto bajo la forma de harina y aceite de pescado, generando crecimiento del 2,08% del sector pesca en el Producto Bruto Interno (PBI), a pesar de la

1 Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Esq. Gamarra y General Valle s/n. Callao. Perú. prcastillo@imarpe.gob.pe, ramirocasti@gmail.com

2 Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Facultad de Ingeniería Económica, Estadística y Ciencias Sociales. Av. Túpac Amaru 210, Rímac 15333. Lima. Perú

situación mundial del coronavirus que afectó la economía peruana con una caída de 11,12% (la tasa más baja en los últimos 30 años generada por las restricciones impuestas para frenar la pandemia del COVID-19) en el PBI (INEI, 2021). En diciembre 2020 el PBI Nacional registró un ligero aumento de 0,5%, luego de nueve meses de caída continua, impulsado por el importante crecimiento del sector pesca (108,5%) debido tanto a la mayor captura de anchoveta (311,7%) como al mayor desembarque para la elaboración de congelado (21,2%) y enlatado (45,3%) (SNI, 2021).

La abundancia de anchoveta se debió, principalmente, a las condiciones oceanográficas predominantemente “neutras” a “ligera frías” registradas en el ecosistema marino peruano (también denominado Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt-RNSCH) en el 2020. Estas condiciones favorecieron a las tradicionales zonas de surgencia o afloramientos de alta productividad localizados a lo largo de la costa (MORÓN, 2000), que permitieron el desarrollo de otras especies en el ambiente pelágico nerítico (CHAVEZ *et al.*, 2008) y, la disminución en abundancia de otras especies mesopelágicas.

Cuando la variabilidad oceanográfica es alta entre estaciones del año, los engrúlididos presentan patrones de migración (horizontales y/o verticales), que por lo general varían en el tiempo, reflejando sus preferencias ambientales (GIANNOULAKI *et al.*, 2014; JORDÁN, 1971; SANTANDER y ZUZUNAGA, 1984; CASTILLO *et al.*, 2018). Esta variabilidad ambiental se evidenció entre diciembre 2019 y febrero 2020 ante el arribo de ondas Kelvin ecuatoriales cálidas que se propagaron frente a la costa peruana como ondas cálidas atrapadas a la costa en la zona norte. En febrero 2020, se generó una onda Kelvin ecuatorial fría como reflexión de una onda Rossby fría en el Pacífico ecuatorial occidental alcanzando al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en abril, propagándose frente a la costa peruana como una onda atrapada fría. Entre marzo y diciembre 2020, en el Pacífico ecuatorial occidental y central, anomalías de vientos del este generaron ondas Kelvin ecuatoriales frías, las cuales arribaron frente a la costa de Sudamérica y se propagaron como ondas atrapadas frías en la costa peruana en mayo, julio, setiembre y noviembre 2020. Por otro

lado, en agosto se inició una condición La Niña en el Pacífico ecuatorial central, los vientos del este persistieron, lo que permitió la somerización de la termoclina ecuatorial contribuyendo al enfriamiento anómalo del Pacífico ecuatorial en el segundo semestre del 2020 (IMARPE, 2021, 2020a, b, c, d).

En estas condiciones oceanográficas frías registradas en casi todo el año, fueron realizados dos Cruceros de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos (verano y primavera 2020) a lo largo del litoral peruano en la RNSCH con el objetivo de determinar biomasa, distribución y aspectos biológicos-pesqueros de las principales especies pelágicas; así como, actualizar las condiciones oceanográficas. Estos cruceros de investigación son actividades previstas en el plan operativo institucional 2020 y fueron ejecutados por el Área Funcional de Hidroacústica (AFH) de la Dirección General de Investigaciones en Hidroacústica, Sensoramiento Remoto y Artes de Pesca (DGIHSA), considerando el protocolo sanitario del COVID-19 (IMARPE, 2020 e).

El crucero de verano (2002-03) fue realizado entre el 15 de febrero y 29 de marzo 2020, se elaboró el informe para la cuota de la primera temporada de pesca de anchoveta y anchoveta blanca o samasa en la región norte-centro (IMARPE, 2020f), que inició el 13 de mayo y culminó el 15 de agosto 2020. El crucero de primavera (2009-11) se desarrolló entre el 22 de setiembre y 13 de noviembre 2020, elaborándose el informe para la cuota de la segunda temporada de pesca de los mismos recursos en la región norte-centro (IMARPE, 2020g), iniciada el 12 de noviembre que terminó el 25 de enero 2021.

En ambos cruceros, se contó con el apoyo de embarcaciones pesqueras de la Sociedad Nacional de Pesquería (SNP) en forma continua y coordinada, con la finalidad de incrementar el muestreo acústico y biológico. En todas las embarcaciones participantes se aplicaron protocolos de medidas sanitarias de prevención frente al COVID-19 establecidas por cada Institución y/o empresa pesquera.

En el presente estudio se describen los resultados acústicos referentes a la distribución por niveles de abundancia y los estimados de biomasa de las especies: anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns,

1842), jurel (*Trachurus murphyi* Nichols, 1920), caballa (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782), samasa (*Anchoa nasus* (Kner & Steindachner, 1867)), bagre (*Galeichthys peruvianus* Lütken, 1874), múnida (*Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837)), pota (*Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835)) y vinciguerría (*Vinciguerria lucetia* (Garman, 1899)), obtenidas en ambos cruceros y que permitieron contribuir en los informes de gestión para su manejo sostenible con enfoque ecosistémico.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de investigación

El área geográfica de investigación fue la RNSCH entre Tumbes (03°45'S) y Tacna (18°20'S), desde 0,3 mn (priorizando la seguridad de la navegación) hasta distancias menores de 120 mn a la costa.

### Diseño de muestreo

El diseño de muestreo fue sistemático, consistente en transectos o perfiles perpendiculares a la línea de costa y paralelos entre sí (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005), con separación de 10 y 15 mn. La longitud o distancia de los transectos varió según el protocolo acústico de acuerdo

a presencia o ausencia de recursos pelágicos (principalmente de anchoveta) y/o condiciones adversas por mal tiempo o averías en el buque. En los cruceros de verano y primavera se realizaron 112 y 78 transectos, respectivamente. El muestreo fue realizado por zonas con respecto a la distancia de costa, los detalles se indican en la Tabla 1.

En el caso de las embarcaciones pesqueras de la SNP fue el mismo tipo de muestreo, distribuidos en forma simultánea por zonas con respecto a la distancia de costa. En el crucero de verano fue en la zona costera de 0-30 mn, intermedia de 30-60 mn y oceánica de 60-90 mn, y en el crucero de primavera fue ampliada de: 0-40, 40-80 y 80-110 mn, respectivamente (Tabla 1, Fig. 1).

### Plataformas de investigación

En el crucero 2002-03 participaron los buques de investigación científica (BIC): José Olaya Balandra, Flores Portugal, Humboldt y la L/P Imarpe V apoyó en la zona costera de 0,3 a 8 mn de distancia a la costa, con transectos en zig-zag; mientras que, en el crucero 2009-11 participaron los BIC Flores Portugal y Humboldt. Las embarcaciones pesqueras de la SNP que participaron en cada crucero se describen en la Tabla 1.

Tabla 1.- Zonas de muestreo acústico de las embarcaciones participantes en los cruceros realizados en 2020

Embarcaciones	Eslora (m)	Crucero 2002-03		Crucero 2009-11			
		Norte Distancia (mn) Lugar de la zona	Sur Distancia (mn) Lugar de la zona	Norte Distancia (mn) Lugar de la zona	Sur Distancia (mn) Lugar de la zona		
BIC Flores Portugal	28,45	0 - 30	Zorritos - Pta. La Negra	0 - 60	Callao - Cerro Azul		
		30 - 60	Pta. La Negra - Supe	0 - 30	Cerro Azul - San Juan de Marcona		
BIC José Olaya Balandra	40,60	0 - 60	Supe - Callao	0 - 15	San Juan de Marcona - Sama		
		30 - 60/90	Zorritos - Pta. La Negra	15 - 30	San Juan de Marcona - Ilo		
BIC Humboldt	75,20	0 - 30	Pta. La Negra - Supe	60 - 80	Callao - Cerro Azul		
		60 - 90	Paita - Callao	30 - 80	Cerro Azul - San Juan de Marcona		
L/P Imarpe V	16,60	0 - 8	Talara - Callao	30 - 60	San Juan de Marcona - Ilo		
EP Olga	45,14	0 - 30	Zorritos - Callao	40 - 100/120	Mórrope - Callao		
EP Estela de Oro II	45,22	30 - 60	Zorritos - Callao				
EP Tasa 425	43,92	60 - 90	Zorritos - Callao				
EP Maru	45,33			0 - 30	Callao - Sama		
EP Dorado	37,57			30 - 60	Callao - Sama		
EP Tasa 417	38,75			60 - 90	Callao - Sama		
SNP	EP Nuncia	45,10			0 - 40	Zorritos - Callao	
	EP Ivana B	44,50			40 - 80	Zorritos - Callao	
	EP Incamar 1	77,00			80 - 120	Zorritos - Callao	
	EP Polar VII	45,23				80/40 - 120/80	Callao - Sama
	EP Lomas*	31,09					
	EP Brunella II*	39,00					
	EP Tambo I*	37,29					

\* Embarcaciones pesqueras que solamente realizaron lances de pesca para incrementar los muestreos biológicos. BIC: Buque de Investigación Científica. EP: Embarcación Pesquera

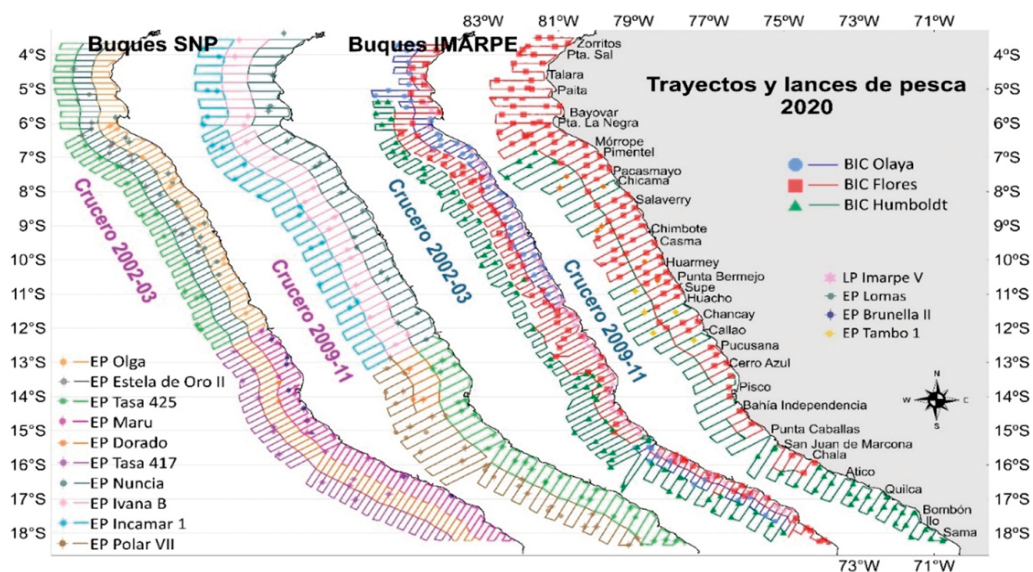


Figura 1.- Trayectos y lances de pesca realizados en los cruceros de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos en el 2020. Los símbolos son los lances de pesca y las líneas son los trayectos, cada color corresponde a una embarcación

Tabla 2.- Resultado de los datos de desviación de modelos aplicados en las calibraciones acústicas en los cruceros realizados en el 2020

Embarcación	Ecosonda Simrad	Modelo de transductor	Frecuencia (kHz)	RMS (dB)	Crucero 2002-03		Crucero 2009-11		
					Ganancia (dB)	S <sub>A</sub> corregido	RMS (dB)	Ganancia (dB)	S <sub>A</sub> corregido
BIC Flores Portugal	EK 80	ES18	18	0,29	22,16	0,16	0,27	22,52	0,63
		ES38-10	38	0,06	26,89	-0,28	0,05	26,97	-0,09
		ES70-7C	70	0,11	27,69	-0,34	0,11	28,02	-0,03
		ES120-7C	120	0,08	26,31	-0,08	0,09	27,28	0,05
		ES200-7C	200	0,37	27,60	-0,00	0,26	27,89	0,05
BIC José Olaya Balandra	EK 80	ES18	18	0,05	22,63	-0,03			
		ES38-7	38	0,08	26,88	0,53			
		ES70-7C	70	0,16	23,51	0,08			
		ES120-7C	120	0,18	26,88	-0,02			
		ES200-7C	200	0,31	28,92	-0,35			
BIC Humboldt	EK 60 / EK 80	ES18	18				0,21	22,79	0,11
		ES38-7	38	0,26	27,15	-0,69	0,07	27,26	-0,33
		ES70-7C	70				0,08	27,68	-0,08
		ES120-7C	120	0,25	25,31	-0,45	0,14	25,69	-0,12
		ES200-7C	200				0,28	27,51	-0,02
LP Imarpe V	EY 60	ES120-7C	120	0,26	24,30	-0,59			
EP Olga	ES 70	ES120-7C	120	0,21	26,04	-0,42			
EP Estela de Oro II	ES 70	ES120-7C	120	0,20	25,79	-0,60			
EP Tasa 425	ES 80	ES120-7C	120	0,10	26,67	0,25	0,12	29,92	0,09
EP Maru	ES 80	ES120-7C	120	0,11	25,93	-0,01			
EP Dorado	ES 60	ES120-7C	120	0,17	26,29	-0,44	0,33	26,29	-0,44
EP Tasa 417	ES 80	ES120-7C	120	0,14	26,83	-0,06			
EP Nuncia	ES 70	ES120-7C	120				0,27	25,77	-0,54
EP Ivana B	ES 70	ES120-7C	120				0,15	25,73	-0,41
EP Incamar 1	ES 80	ES120-7C	121				0,21	25,13	-0,11
EP Polar VII	ES 60	ES120-7C	120				0,21	26,78	-0,45

RMS ( Root Mean Square). Escala de valores del modelo:

RMS <0,20 Muy aceptables, RMS 0,20-0,40 aceptables, RMS >0,40 deficientes

### Equipos acústicos

Los BIC del IMARPE cuentan con ecosondas científicas multifrecuencia Simrad EK 80 (18, 38, 70, 120 y 200 kHz) y la L/P Imarpe V tiene

la ecosonda portátil Simrad EY 60 (120 kHz). En el caso de las embarcaciones de la SNP contaron con ecosondas semi científicas Simrad ES60, ES70 y/o ES80, detalladas en la Tabla 2 para cada embarcación.

## Calibraciones acústicas

Se aplicó la metodología del *International Council for the Exploration of the Sea (ICES) Cooperative Research Report Nro 326* para la realización de las calibraciones acústicas con blanco estándar (DEMER *et al.*, 2015 y SIMMONDS & MACLENNAN, 2005).

Las calibraciones de las ecosondas científicas de los BIC del IMARPE fueron realizados en un lugar protegido de la isla San Lorenzo (Callao) y en las islas Lobos de Afuera. Las calibraciones de las ecosondas semi científicas ES70 y/o ES80 Simrad de 120 kHz de las embarcaciones pesqueras de la SNP en las zonas norte y sur, se realizaron en un lugar protegido en la bahía de Chimbote y/o en la isla San Lorenzo.

## Lances de pesca

El arte de pesca de los BIC del IMARPE fueron redes de arrastre pelágico tipo Granton con aberturas verticales de 12 m para el BIC José Olaya (previstos con sensores inalámbricos de pesca NOTUS), 8 m para el BIC Flores Portugal y 14 m para el BIC Humboldt. Las embarcaciones pesqueras de la SNP, emplearon redes de cerco de malla anchovetera (Tabla 3).

## Identificación de especies

La discriminación acústica fue realizada con el programa *EchoView*. Se identificaron los ecotrazos de las especies detectadas de acuerdo a composición de la captura del lance de pesca, tipo de ecotrazo y por análisis multifrecuencia

(gráficos de respuesta de frecuencia acústica de cardúmenes) (LA CRUZ *et al.*, 2017; CASTILLO *et al.*, 2011). La detección de cardúmenes de anchoveta fue clasificada en dos categorías: anchoveta juvenil (ejemplares con modas menores a 12 cm de longitud total-LT) y anchoveta adulta (ejemplares con modas mayores a 12 cm de LT).

## Procesamiento acústico

El post procesamiento de información y almacenamiento se efectuó de acuerdo a los siguientes protocolos internos del AFH: "Protocolo para la colección y análisis de ecogramas durante prospecciones de evaluación de recursos pesqueros", "Protocolo de acción en la toma de información de datos en un crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos" y "Protocolo acústico para la estandarización de información en los cruceros de evaluación de recursos pesqueros". La muestra acústica o Unidad de Distancia de Muestreo Elemental (ESDU) fue de 1 mn, los valores del Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica por Área (NASC en  $m^2/mn^2$ ) de cada cardumen, fueron medidas por eointegración (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005).

El mapeo de los gráficos de la distribución horizontal de cada especie evaluada fue realizado por interpolación de los valores NASC, mediante el método *kriging* en el programa *Surfer*. La distribución vertical de los cardúmenes se efectuó a partir de las exportaciones de las regiones realizados con el programa *EchoView (Myriax software Pty Ltd)* y graficado en el programa R.

Tabla 3.- Lance de pesca realizados en los cruceros del 2020

	Embarcaciones	Crucero 2002-03		Crucero 2009-11		Total	Tipo de arte de pesca
		Norte	Sur	Norte	Sur		
IMARPE	BIC Flores Portugal	39	38	85	13	175	Red de arrastre pelágica
	BIC José Olaya Balandra	37	13			50	Red de arrastre pelágica
	BIC Humboldt	23	39	5	26	93	Red de arrastre pelágica
	LP Imarpe V	44	42			86	Red de arrastre pelágica
SNP	EP Olga	11				11	Red de cerco anchovetera
	EP Estela de Oro II	24				24	Red de cerco anchovetera
	EP Tasa 425	14			26	40	Red de cerco anchovetera
	EP Maru		9			9	Red de cerco anchovetera
	EP Dorado		2	7	3	12	Red de cerco anchovetera
	EP Tasa 417		13			13	Red de cerco anchovetera
	EP Nuncia			17		17	Red de cerco anchovetera
	EP Ivana B			18		18	Red de cerco anchovetera
	EP Incamar 1			20		20	Red de cerco anchovetera
	EP Polar VII				29	29	Red de cerco anchovetera
	EP Lomas	14				14	Red de cerco anchovetera
	EP Brunella II		9			9	Red de cerco anchovetera
	EP Tambo I			5		5	Red de cerco anchovetera
	TOTAL		206	165	157	97	625
			371		254		

Los estimados de abundancia o biomasa fueron obtenidos por el método de estratificación en áreas isoparalitorales de 10x30 mn, descrito en CASTILLO *et al.* (2011). Las variables utilizadas como ecuaciones de fuerza de blanco (TS) (MACLENNAN *et al.*, 1998; GUTIÉRREZ, 1999; GUTIÉRREZ y MACLENNAN, 1998) y relación longitud-peso de cada especie esta descrita en la Tabla 4.

Para entender la dinámica y el comportamiento espacio-temporal de la anchoveta, fueron analizados 22.963 y 39.129 cardúmenes (descriptores acústicos; SCALABRIN & MASSÉ, 1993) obtenidos en los cruceros 2002-03 y 2009-11, respectivamente.

La relación de la presencia de anchoveta con las variables oceanográficas (temperatura, salinidad y oxígeno superficial del mar), fue realizada por interpolación para obtener en cada muestra acústica los datos oceanográficos. El análisis fue realizado mediante el Modelo Aditivo Generalizados (GAM) (HASTIE & TIBSHIRANI, 1990; MURASE *et al.*, 2009) en el programa R. Para el análisis de los valores NASC de anchoveta con las imágenes satelitales de clorofila-*a*, fue utilizada información del satélite del sensor VIIRS/NPP de 4 km, los cuales son recepcionados y procesados por el sistema TERASCAN del IMARPE en las fechas correspondientes a la realización de los cruceros hidroacústicos.

### Datos biológicos

Se recolectaron datos biológicos de la estructura de tallas y relación longitud-peso de las diferentes especies pelágicas evaluadas. En el caso de la anchoveta la estructura por tamaños fue

ponderada de acuerdo a los valores de integración detectados (tres valores antes y después de cada lance con presencia de anchoveta).

### Datos oceanográficos

Se recolectaron datos oceanográficos de las variables temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la superficie del mar. Las metodologías son descritas en IMARPE (2020h, i).

## 3. RESULTADOS

### Calibraciones acústicas de ecosondas científicas

Los resultados de la raíz cuadrática media (*Root Mean Square-RMS*) de las mediciones acústicas con blanco estándar de acuerdo con la escala del manual de calibraciones fueron Muy aceptables ( $RMS > 0,2$  dB) o excelentes ( $RMS < 0,2$  dB) en todos los buques, considerando que la estimación de biomasa de la anchoveta fue realizada por la frecuencia de 120 kHz.

Las variables oceanográficas de temperatura y salinidad en el lugar de calibración, utilizados en el programa EK80 de la ecosonda permitieron determinar la velocidad del sonido en el agua de mar, que oscilaron entre 1502,5 y 15109,0 m/s en ambos cruceros. En todas las frecuencias de las ecosondas se aplicaron duración de pulso de 512  $\mu$ s (Tabla 2).

### Distribución horizontal y vertical de recursos pelágicos

#### Anchoveta

En el crucero 2002-03, la distribución de anchoveta fue netamente costera, se encontró en forma

Tabla 4.- Valores utilizados de los coeficientes de relación longitud-peso y ecuaciones de fuerza de blanco (TS) de las especies pelágicas utilizadas en el 2020. La función de TS para una longitud del pez (L) es representado por  $TS=20 \log L+20$

Especie	Crucero 2002-03		Crucero 2009-11 (W=aL <sup>b</sup> )		Frecuencia (kHz)	Rango (cm)	Promedio (cm)	b <sub>20</sub>	Referencia
	a	b	a	b					
Anchoveta ( <i>Engraulis ringens</i> )	0,003	3,259 (N-C)	0,002	3,412 (N-C)	120	6,0 - 8,5	7,0	-81,8	Gutiérrez, 1999
	(N-C)	2,904 (S)	(N-C)	3,366 (S)		10,0 - 13,0	11,3	-76,25	Gutiérrez y MacLennan, 1998
	0,007		0,003			> 13,0	15,1	-77,5	MacLennan <i>et al.</i> , 1998
Jurel ( <i>Trachurus murphyi</i> )	0,011	2,930	0,019	2,617	120	27,0 - 38,0		-70,8	Gutiérrez <i>et al.</i> , 1999
Caballa ( <i>Scomber japonicus</i> )	0,012	3,022	0,023	2,776	120	26,0 - 30,0		-69,6	Robles <i>et al.</i> , 2017
Samasa ( <i>Anchoa nasus</i> )			0,019	2,583	120	10,0 - 14,5		-70,8	Gutiérrez y MacLennan, 1998
Bagre ( <i>Galeichthys peruvianus</i> )	0,006	3,142	0,040	2,495	120			-86,57	Gutiérrez y Herrera, 1999
Múnida ( <i>Pleuroncodes monodon</i> )	0,002	2,259	0,001	2,729	120			-74,1	Castillo <i>et al.</i> , 1998
Pota ( <i>Dosidicus gigas</i> )	0,0002	2,608	0,094	2,308	38	12,0 - 24,0		-92,70	Gutiérrez, 1999
Vinciguerría ( <i>Vinciguerria lucetia</i> )	0,010	2,710	0,00007	2,950	38	3,5 - 6,5		-70,12	Gutiérrez, 2000
								-82,4	Gutiérrez y Herrera, 1999

continua entre Punta La Negra y Sama. Esta distribución alcanzó hasta 42 mn de la costa, con mayor presencia y alta concentración en las 10 mn. Las zonas de mayor densidad o alta concentración fueron localizadas a lo largo de la costa en Punta La Negra-Chimbote, Punta Bermejo-Huacho, Chancay-Pisco, Quilca y otras con reducidos núcleos cercanos a la costa entre Pisco y Sama. Distribución de ejemplares juveniles y adultos se encontraron compartiendo las mismas áreas, los cardúmenes con especímenes juveniles fueron registrados con mayor abundancia entre Punta La Negra-Chimbote y con menor abundancia entre Chimbote-Sama. Los ejemplares adultos se registraron en toda el área con importantes concentraciones a lo largo de la costa (Fig. 2).

En el crucero 2009-11, la distribución de anchoveta fue amplia y se encontró en casi todos los transectos con diferentes extensiones con respecto a la costa, siendo la distancia más alejada las 110 mn. Esta distribución espacial variable tuvo las siguientes características: *i*). En la zona comprendida entre Punta Sal-Paita, la distribución fue entre 10 y 55 mn, detectándose dos núcleos importantes con altas concentraciones, *ii*). Entre Paita-Chimbote tuvo distribución desde la costa hasta las 110 mn, con núcleos densos localizados en los alrededores de las islas Lobos de Afuera y en la zona costera (hasta las 55 mn) y alejada (90 mn) entre Pacasmayo-Salaverry, *iii*). Entre Chimbote-Pucusana fue encontrada principalmente

dentro de las 60 mn, con un área alargada entre 40 y 110 mn de Huarney-Huacho, *iv*). Entre Pucusana-Punta Caballas, estuvo replegada a la costa de manera constante y densa, dentro de las 42 mn, *v*). Hacia el sur de Punta Caballas (Punta Caballas-Sama), fue registrada en la franja costera de las 60 mn con algunos núcleos de alta concentración. En general, las mayores concentraciones fueron localizados entre: Pacasmayo-Chimbote, Huacho-Pucusana, Talara-Paita, Pimentel, Cerro Azul-Punta Caballas y Atico-Ilo.

Los cardúmenes constituidos principalmente por ejemplares adultos se encontraron en zonas de alta concentración en la región norte-centro, y hacia el sur en núcleos pequeños entre Chala-Ocoña. Para los ejemplares juveniles se observó una distribución principalmente dispersa a lo largo de toda la costa, con excepción de núcleos importantes, frente a Pacasmayo, Pisco-Bahía Independencia, Chala y Punta Bombón (Fig. 2).

A nivel vertical, en el crucero 2002-03, las mayores densidades de los cardúmenes de anchoveta estuvieron distribuidos en la capa superficial a los 30 m con una media en 9,7 m de profundidad; sin embargo, en general, fueron detectados hasta 84,7 m. Los cardúmenes más profundos fueron encontrados al norte de las islas Lobos de Afuera, Pacasmayo, San Juan de Marcona y Ocoña. La profundización de

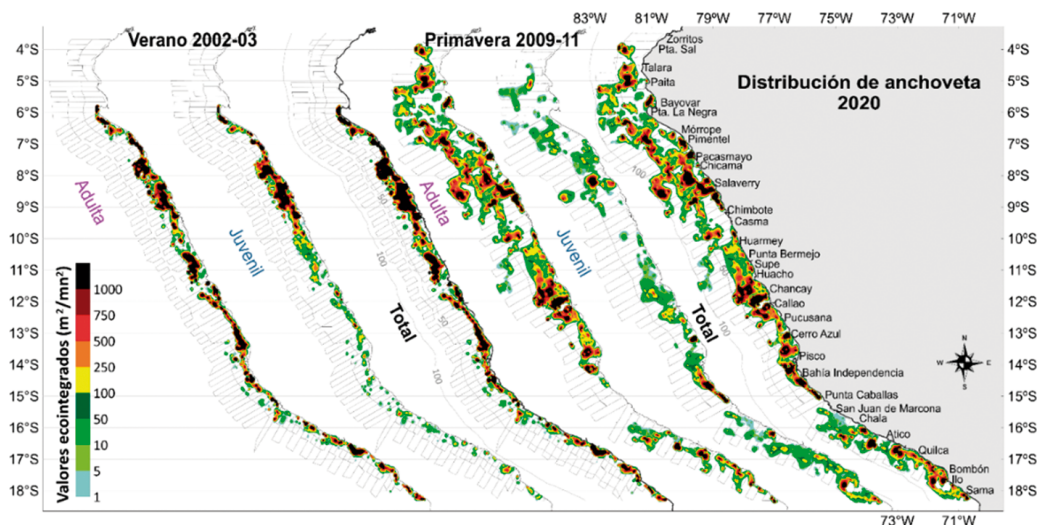


Figura 2.- Distribución espacial de la anchoveta de acuerdo a niveles de eointegración para los cruceros de verano y primavera del 2020. Se indica por cada crucero la distribución adulta (moda: > 12 cm), la distribución juvenil (moda: < 12 cm) y la distribución total

la anchoveta en la región sur (Punta Caballas-Sama) fue debido al acercamiento hacia la costa de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) en la capa superficial. En las horas diurnas los cardúmenes fueron registrados a mayores profundidades, las mayores abundancias con de -41 dB estuvieron en la capa superficial de los 30 m; para luego, disminuir su densidad hacia mayores profundidades con promedio de -54 dB; con respecto a las horas nocturnas fue más superficial detectándose hasta 65 m. En general, en las horas diurnas se registró la mayor abundancia con promedio de -41,74 dB, comparado con las horas nocturnas que tuvo promedio de -45,59 dB (Fig. 3).

En el crucero 2009-11, los cardúmenes de anchoveta se encontraron a profundidad media de 11,9 m en un rango de 1,2 a 75,6 m. Los cardúmenes más someros se registraron frente a Punta Sal, Huarmey y Atico-Sama; mientras que, los más profundos se localizaron en Salaverry, Callao y Pisco. La abundancia a nivel vertical se encontró, en las horas diurnas, en la capa superficial de

los 26 m y fue mayor con respecto a las horas nocturnas, el promedio fue -45,10 y -48,30 dB, respectivamente. Un cardumen de alta densidad se registró en horas diurnas entre 64 y 70 m de profundidad con de -34,10 dB. En general, en las horas diurnas se registró la mayor abundancia (promedio de -45,11 dB), comparado con las horas nocturnas ( promedio de -48,20 dB) (Fig. 4).

### Jurel y caballa

La presencia del jurel fue escasa en todo el año, en el crucero 2002-03 fue encontrado en cinco zonas muy reducidas y aisladas, ubicadas en 15 y 30 mn al sur de Paita, 30 mn de Punta La Negra, 60 mn de Casma, 30 mn de Atico y en tres núcleos a 52 mn al sur de Quilca, en esta última zona se registró un núcleo de alta concentración. En el crucero 2009-11, se encontró en cuatro áreas en la zona costera de las 50 mn entre Atico-Sama; estas áreas tuvieron características dispersas localizadas entre: 29-50 mn de Atico, 2-41 mn entre Atico-Ocoña, 3-21 mn de Bombón y en tres núcleos reducidos entre 5-32 mn de Sama.

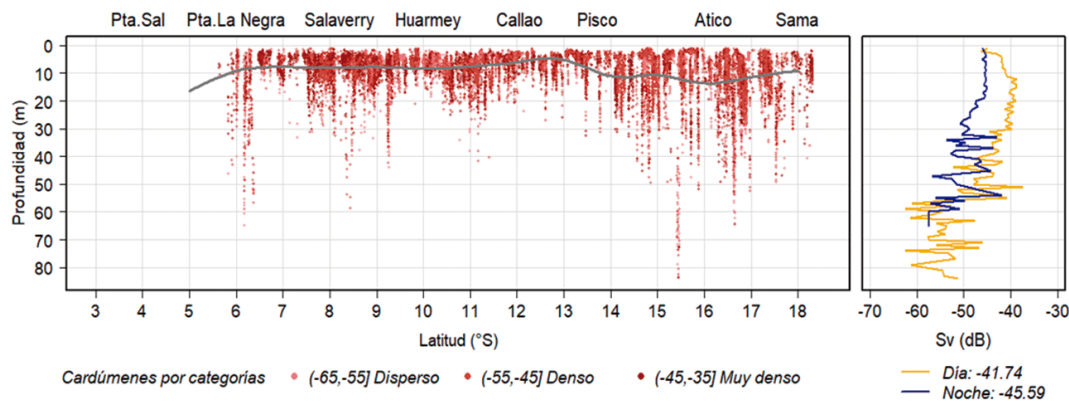


Figura 3.- Distribución vertical de cardúmenes de anchoveta en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total con respecto al día y la noche registrados en el crucero 2002-03

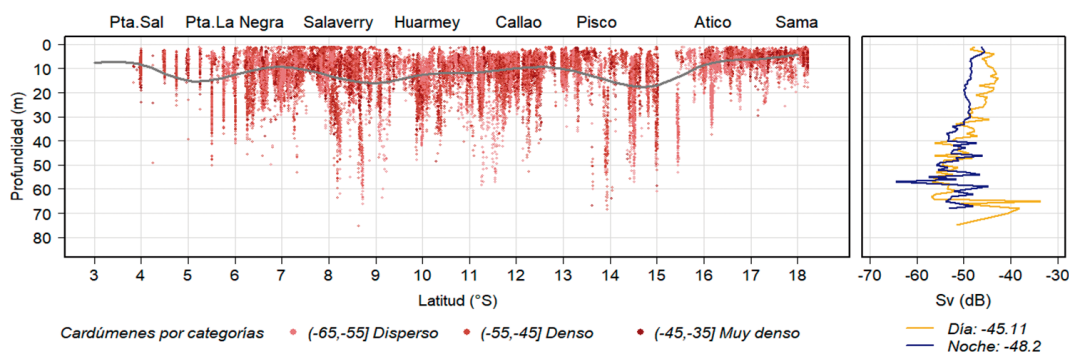


Figura 4.- Distribución vertical de cardúmenes de anchoveta en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total con respecto al día y la noche registrados en el crucero 2009-11



La caballa en el crucero 2002-03 fue registrada principalmente en el norte entre Talara y Chancay en diversos núcleos reducidos y distribuidos entre 1-80 mn de la costa, los núcleos con alta concentración se localizaron a: 32 y 60 mn de Salaverry, 46 mn de Huarney, 18 mn de Supe y 30 mn de Huacho; hacia el sur se encontraron en pequeños núcleos localizados en 2 mn de Punta Caballas, 60 mn de Quilca y a 25 mn de Ilo. En el crucero 2009-11 tuvo un comportamiento similar al crucero de verano 2002-03; es decir, fue registrado principalmente en el norte (entre Punta Sal-Callao) distribuidos en diversos núcleos comprendidos entre 1-103 mn de la costa, con la diferencia de que estos núcleos fueron de mayor extensión. Las mayores concentraciones se localizaron a 100 y 50 mn de Salaverry, 50 mn del

Callao, 51 y 89 mn de Mórrope y, hacia el sur fue encontrado un área con características dispersas entre 2 y 40 mn frente a Ocoña (Fig. 5).

En cuanto a la distribución vertical, en el crucero 2002-03 el jurel fue detectado entre 1 y 70 m de profundidad con media en 15,0 m, el cardumen más profundo fue localizado al sur de Quilca. La caballa fue detectada entre 2 y 63 m con media en 11,1 m, el cardumen más profundo fue localizado a 30 mn de Huacho. Si observamos el  $S_v$ , es evidente que las mayores abundancias correspondieron a la caballa, el promedio de jurel fue de -51,88 dB y de la caballa en -46,74 dB; ambas especies fueron registradas principalmente en la capa superficial de los 30 m de profundidad (Fig. 6).

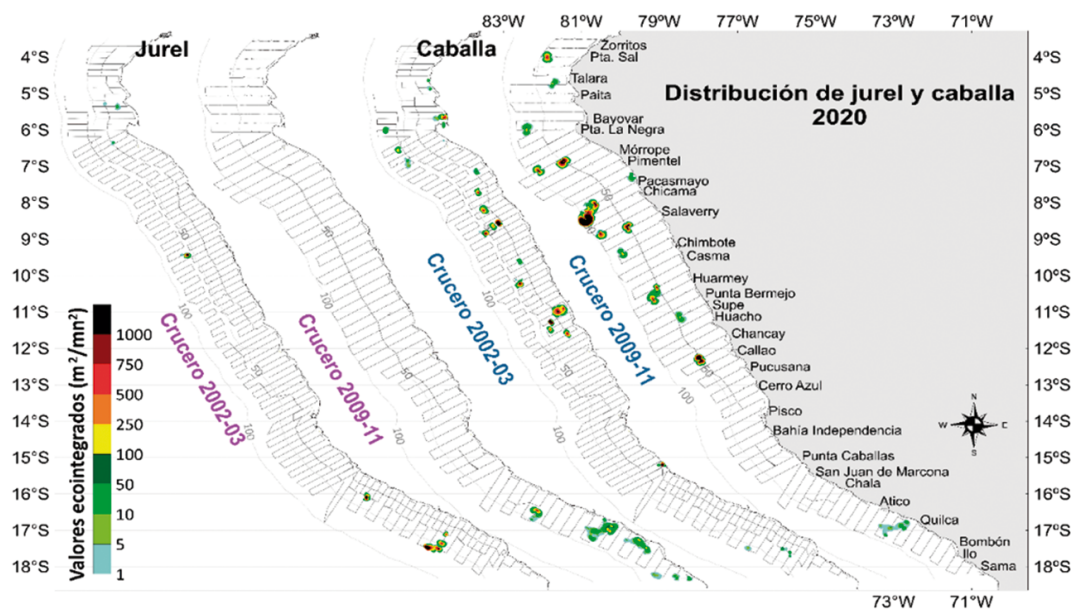


Figura 5.- Distribución espacial de jurel y caballa de acuerdo a niveles de eointegración para los cruces de verano y primavera 2020

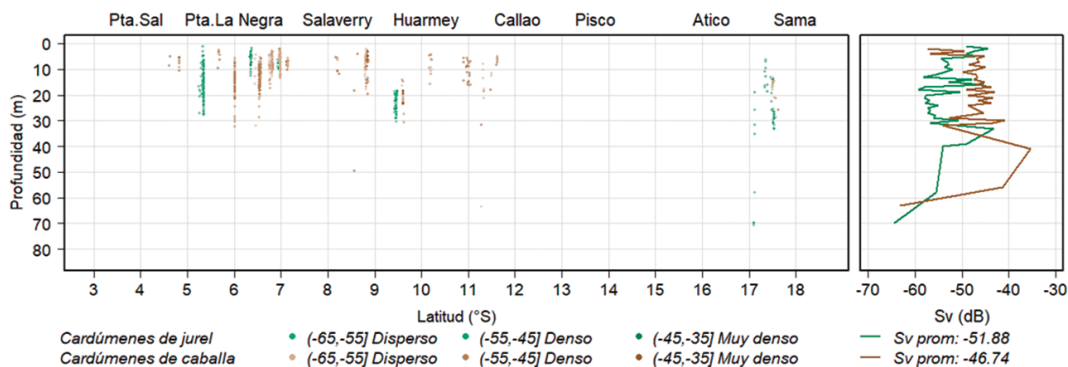


Figura 6.- Distribución vertical de cardúmenes de jurel y caballa en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el  $S_v$  total de ambas especies registrados en el crucero 2002-03

En el crucero 2009-11 los cardúmenes de jurel se distribuyeron en la capa superficial de los 18,1 m, con profundidad media en 6,7 m; los registros más profundos fueron localizados al sur de Atico, en total el promedio fue de -48,56 dB. Los cardúmenes de caballa distribuidos entre Punta Sal-Sama se localizaron entre 1,4 y 78,9 m de profundidad, con media de 14,2 m; los cardúmenes más profundos se registraron frente a Punta La Negra y en Huarmey, en total el promedio fue de -41,01 dB (Fig. 7).

**Samasa y bagre**

Estas especies estuvieron casi ausentes y se registraron en la zona norte en áreas reducidas, muy cerca de la costa y ligeramente aisladas con características dispersas. La samasa en

el crucero 2002-03 de verano se encontró en cuatro áreas, localizadas a 2 mn de Paita, 2 mn de Punta La Negra, 11 mn de Mórrope y a 2 mn de Pimentel; en el crucero 2009-11 fue registrada en la franja costera de las 8 mn distribuida también en cuatro áreas localizadas entre Mórrope-Salaverry. Las agregaciones de bagre en el crucero 2002-03 se encontraron distribuidas en la franja costera de las 20 mn entre Mórrope-Chicama, y en el crucero 2009-11 lo fueron principalmente en la franja costera de las 14 mn, en diversas áreas reducidas y discontinuas entre Punta La Negra-Chimbote, los núcleos o áreas de mayor agregación se localizaron a 4 mn de Mórrope, 5 mn al sur de Punta La Negra y a 4 mn de Pimentel, y el área más alejada de la costa fue localizada a 25 mn frente a Salaverry (Fig. 8).

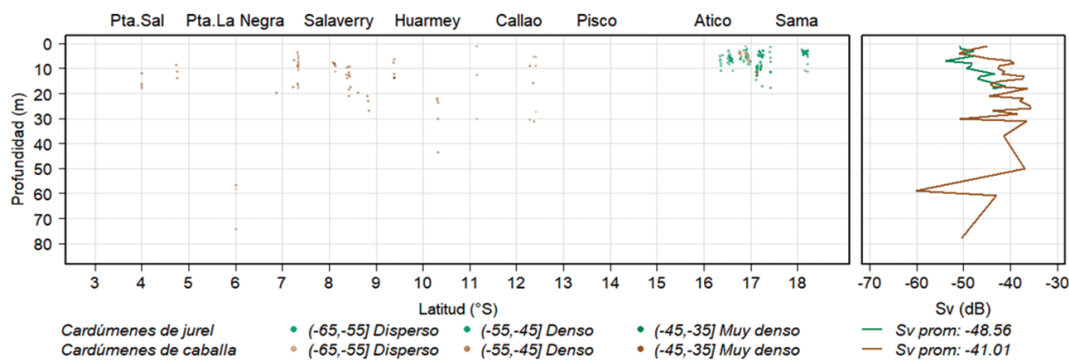


Figura 7.- Distribución vertical de cardúmenes de jurel y caballa en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total de ambas especies registrados en el crucero 2009-11

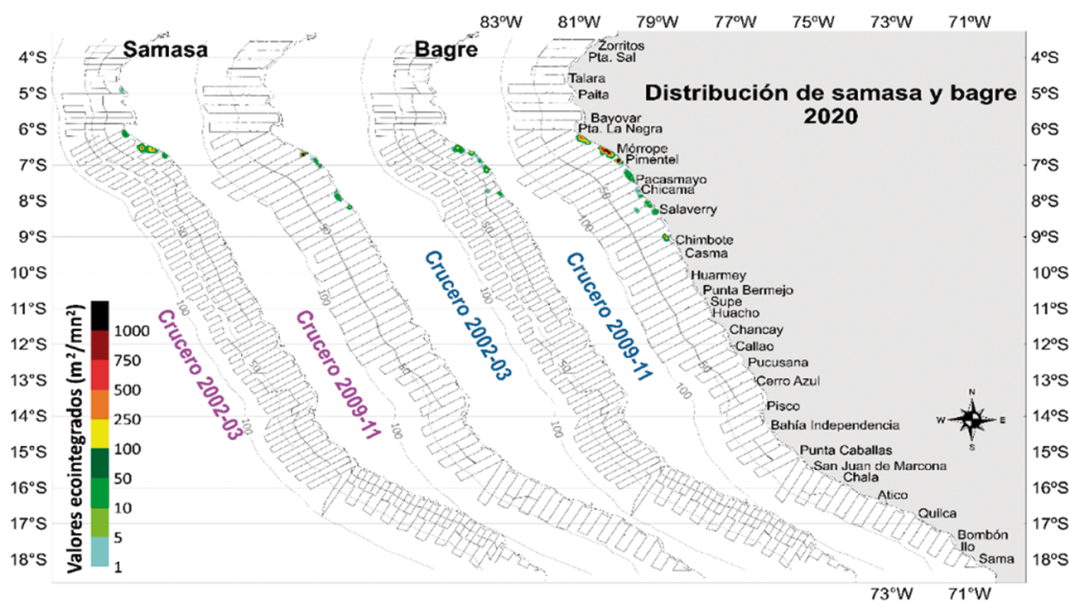


Figura 8.- Distribución espacial de samasa y bagre de acuerdo a niveles de ecoinTEGRACIÓN para los cruces de verano y primavera del 2020

Verticalmente estas especies se encontraron en la capa superficial de los 50 m de profundidad. En el crucero 2002-03 la samasa fue registrada entre 1,5 y 13,8 m de profundidad, con promedio de -44,54 dB; y el bagre estuvo un poco más profundo en la misma zona, registrándose entre 1,2 y 25,0 m de profundidad con promedio de -41,29 dB (Fig. 9).

En el crucero 2009-11 la samasa estuvo localizada entre 1,1 y 19,2 m de profundidad con promedio de -46,62 dB; mientras que, las agregaciones de bagre se registraron entre 7,8 y 49,2 m de profundidad con mayor abundancia a menores profundidades, el promedio fue de -53,05 dB (Fig. 10).

**Múnida**

Este crustáceo, es una especie costera y abundante que comparte su distribución con la anchoveta. En el crucero 2002-03 fue registrada entre Chimbote-Sama en la franja costera

de 48 mn con predominio en las 20 mn, esta distribución fue caracterizada por presentar diversas áreas en forma discontinua y con núcleos densos de alta agregación; los núcleos de mayor abundancia se localizaron entre Chancay-Callao, en Pucusana, entre Cerro Azul-bahía Independencia, y en pequeños núcleos en Chala, Atico, Bombón y Sama. En el crucero 2009-11 fue registrada en la franja costera de las 60 mn entre Punta La Negra-Ilo, solo tuvo un área separada localizada entre 2 y 26 mn en Punta La Negra-Mórrope y un área continua a lo largo de la costa entre Pimentel-Ilo. Las zonas que tuvieron distribución más amplia fueron registradas entre Chicama-Huarmey y Chancay-Pucusana, y la zona más estrecha hacia la costa (hasta 24 mn) fue localizada entre bahía Independencia-Ilo. Las áreas de mayor agregación fueron localizadas entre Pimentel-Chicama, frente a Salaverry, entre Huacho-Chancay y entre Cerro Azul-bahía Independencia (Fig. 11).

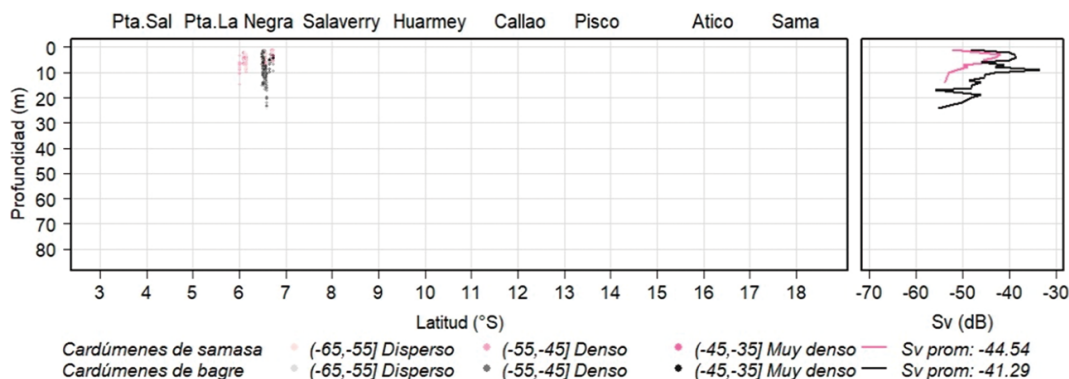


Figura 9.- Distribución vertical de cardúmenes de samasa y bagre en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total de ambas especies registrados en el crucero 2002-03

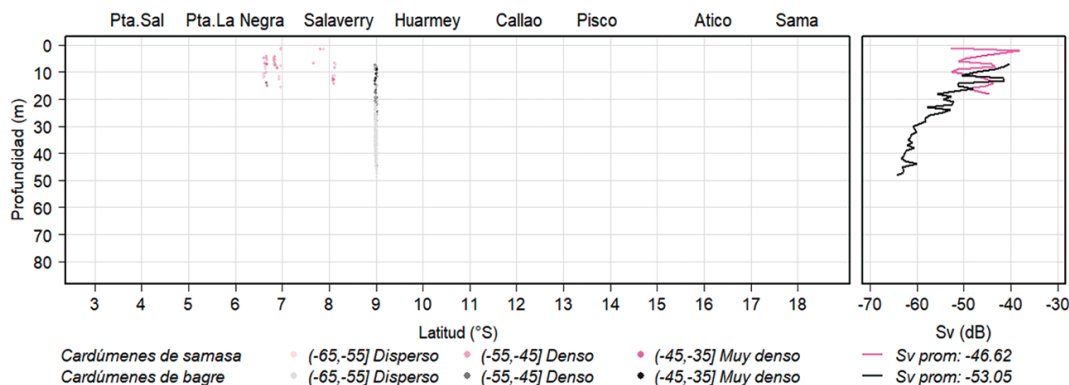


Figura 10.- Distribución vertical de cardúmenes de samasa y bagre en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total de ambas especies registrados en el crucero 2009-11

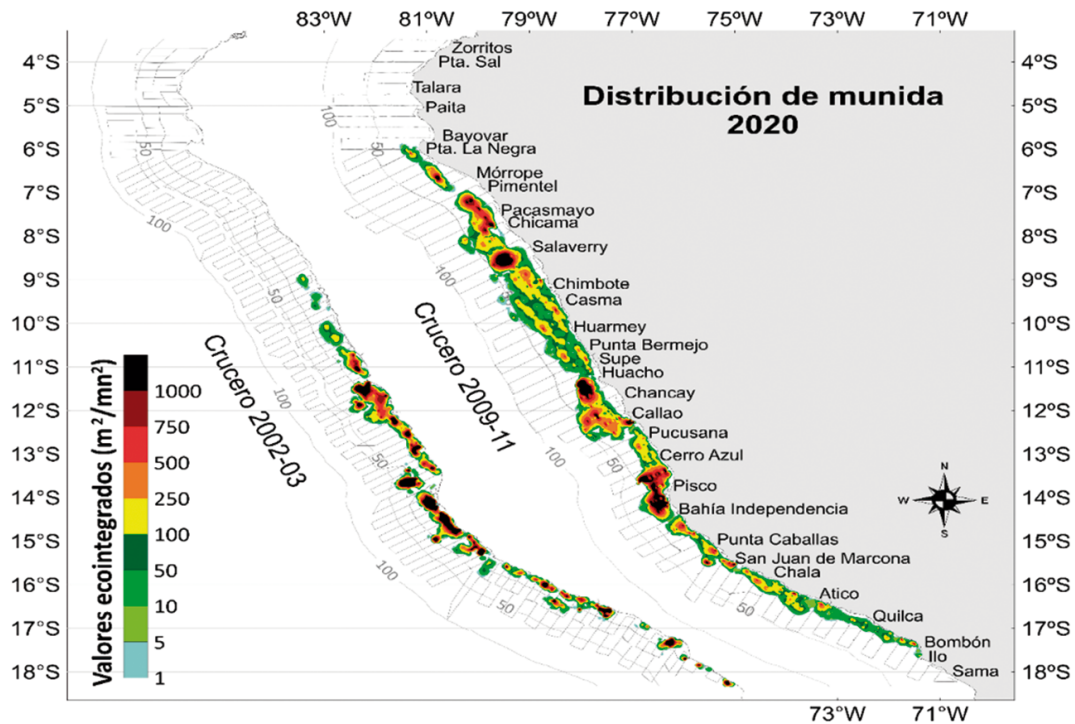


Figura 11.- Distribución espacial de la múnida de acuerdo a niveles de ecoinTEGRación para los crucesos de verano y primavera del 2020

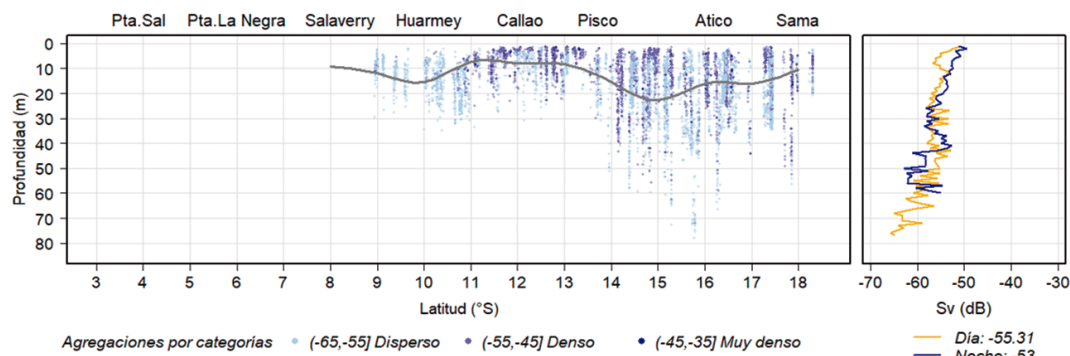


Figura 12.- Distribución vertical de agregaciones de múnida en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total con respecto al día y la noche registrados en el cruceiro 2002-03

Verticalmente la múnida se encuentra formando agregaciones continuas en forma de “cordón”, en las horas del día generalmente se encuentra debajo de los cardúmenes de anchoveta. En el cruceiro 2002-03 fue registrada entre 1,1 y 79,2 m de profundidad con profundidad media de 16,2 m, los registros más profundos se localizaron entre bahía Independencia-Atico; mientras que, las agregaciones más superficiales se registraron entre Chancay-Pisco. La media de las abundancias osciló entre 8 y 23 m de profundidad. No hubo diferencias significativas en la distribución vertical entre las horas diurnas (promedio -55,31 dB) y nocturnas (promedio -53,00 dB), la abundancia

tuvo tendencia a disminuir hacia mayores profundidades (Fig. 12).

En el cruceiro 2009-11 la múnida fue registrada entre 1,37 y 88,82 m de profundidad con valor promedio en 20,8 m; las agregaciones más profundas se localizaron entre Pacasmayo-Casma y bahía Independencia-Punta Caballas, y las más superficiales entre Atico-Ilo. Al igual que en el cruceiro de verano, no hubo diferencias significativas de abundancia entre las horas del día y la noche, tuvieron promedio de -58,49 y -56,20 dB, respectivamente. La tendencia de la abundancia fue disminuir de la superficie hasta los 30 m, para luego estabilizarse (Fig. 13).

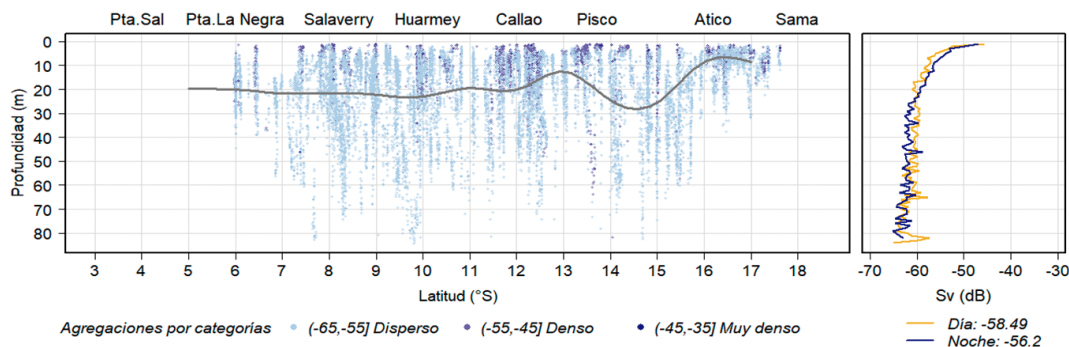


Figura 13.- Distribución vertical de agregaciones de múnida en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total con respecto al día y la noche registrados en el crucero 2009-11

### Pota y vinciguerría

Estas especies son propias de las aguas oceánicas y se acercan hacia la costa cuando las condiciones oceanográficas son cálidas.

La pota es un cefalópodo de amplia distribución, en el crucero 2002-03 fue registrada en toda el área de investigación en diversos núcleos pequeños, discontinuos, con características dispersas y muy dispersas. Estos núcleos estuvieron distribuidos entre 6 y 90 mn, con mayor presencia entre Punta Sal-Supe y generalmente por fuera de las 40 mn de distancia a la costa. En el crucero 2009-11 la pota fue encontrada en tres zonas con diversos núcleos o áreas, la primera zona entre 42 y 90 mn de la costa de Bayóvar-Pimentel, la segunda zona entre 70 y 100 mn de la costa de Salaverry-Chimbote, y una tercera zona entre 3 y 82 mn de la costa de Supe-Sama; las áreas con mayor presencia y abundancia se encontraron entre Cerro Azul-Chala.

La vinciguerría en el crucero 2002-03 fue registrada en diversas áreas con diferentes características en cuanto a extensión y niveles de concentración. La zona comprendida entre Zorritos-Paita registró pequeños núcleos con características dispersas entre 20 y 50 mn de la costa, otra zona con importantes áreas de concentración fue registrada entre 50 y 90 mn de la costa de Paita-San Juan de Marcona; y una última zona detectada estuvo entre 20 y 100 mn de la costa de San Juan de Marcona-Sama, donde la vinciguerría se acercó más hacia la costa. Las áreas de mayor concentración se localizaron frente

a Salaverry, entre Huacho-Callao, frente a Chala y entre Quilca-Ilo. En el crucero 2009-11 la presencia de vinciguerría fue más continua y tuvo áreas de alta concentración en casi toda el área investigada. De acuerdo a su acercamiento hacia la costa, se encontró que entre Punta Sal-Talara fue registrado de 25 a 55 mn de la costa, entre Paita-Huarmey fue encontrado de 50 a 120 mn de la costa, y entre Huarmey-Sama fue registrado desde 20 hasta 100 mn de la costa. Las áreas de mayor concentración se localizaron entre Punta Sal-Talara, Pimentel-Chancay, Cerro Azul-Pisco, Punta Caballas-San Juan de Marcona y entre Chala-Atico (Fig. 14).

A nivel vertical estas especies oceánicas están muy relacionadas alcanzando profundidades mayores a 300 m de profundidad y tienen un comportamiento nictameral. En el crucero 2002-03, la pota y la vinciguerría fueron registradas entre 2 y 400 m de profundidad, con promedio de -61,77 y -52,23 dB, respectivamente. La abundancia de pota fue casi uniforme en la columna de agua; mientras que, la vinciguerría fue más abundante entre los 300 y 400 m de profundidad (Fig. 15). En el crucero 2009-11 fue registrada entre 1,5 y 422,2 m de profundidad con promedio para la pota en -56,18 dB y para la vinciguerría en -50,42 dB. La mayor abundancia de pota fue registrada en la capa superficial de los 30 m y entre 200 y 300 m de profundidad; mientras que, la vinciguerría entre 50-70 m y entre 200-290 m de profundidad. Ambas especies en este crucero de primavera fueron registrados a diferentes profundidades durante las horas del día (Fig. 16).

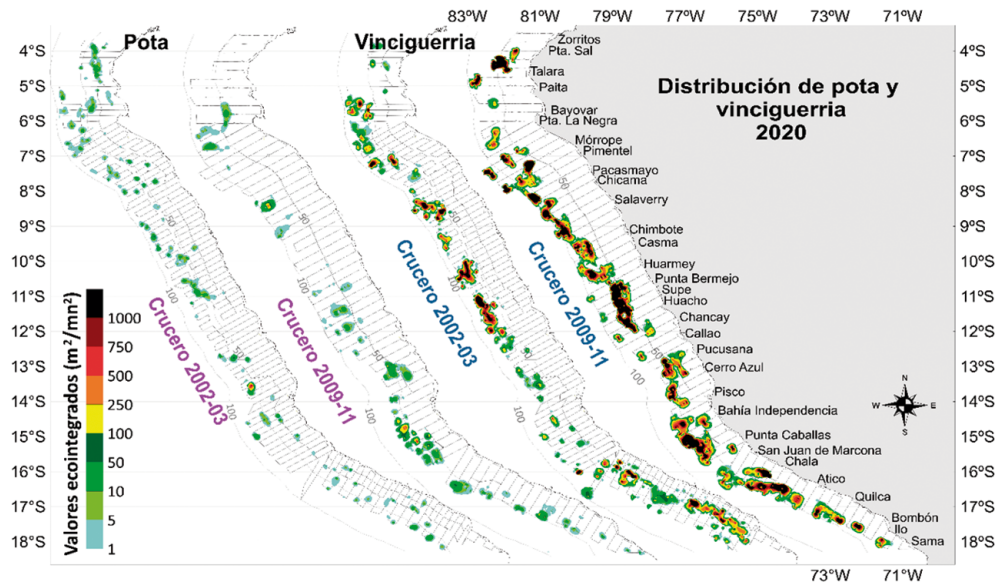


Figura 14.- Distribución espacial de la pota y vinciguerría de acuerdo a niveles de eointegración para los cruceros de verano y primavera del 2020

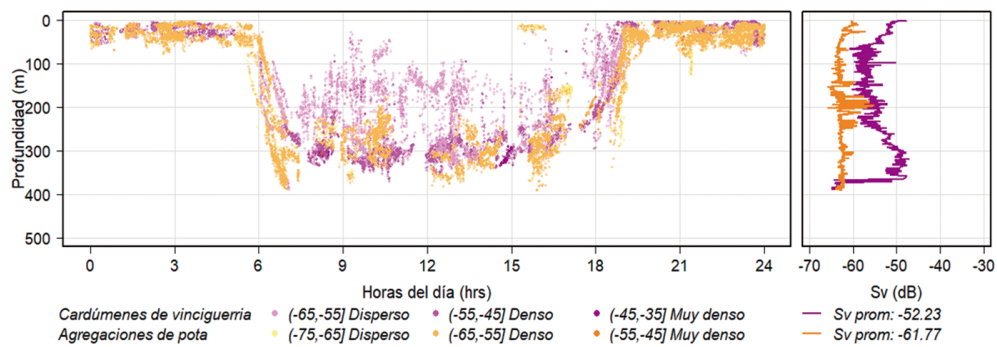


Figura 15.- Distribución vertical de agregaciones de pota y cardúmenes de vinciguerría en categorías de abundancia por horas del día, en el lado derecho el Sv total para cada especie registrado en el crucero 2002-03

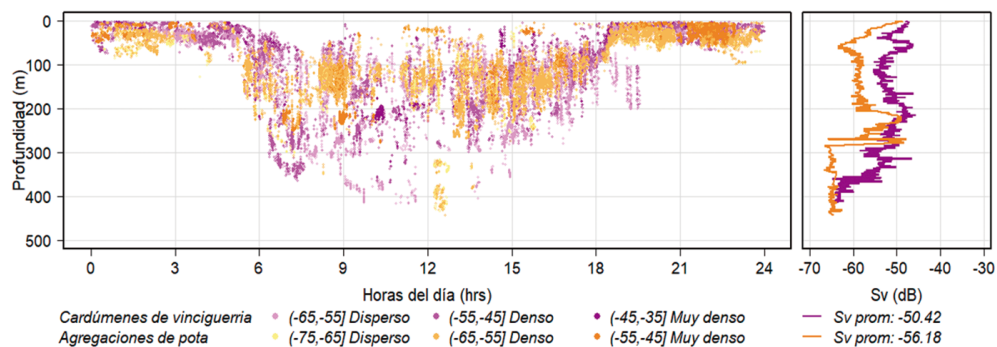


Figura 16.- Distribución vertical de agregaciones de pota y cardúmenes de vinciguerría en categorías de abundancia por horas del día, en el lado derecho el Sv total para cada especie registrado en el crucero 2009-11

### Estimados de biomasa de las especies pelágicas

#### Biomasa de anchoveta

La biomasa de anchoveta en el crucero 2002-03 estimada por el método hidroacústico de estratificación en áreas isoparalitorales de 10x30 mn, fue de 11.047 millones de toneladas con un límite de confianza de los valores

NASC en 14,4%. La biomasa en la región norte-centro fue estimada en 10.106.769 toneladas y en la región sur en 940.262 toneladas. Las mayores abundancias fueron estimadas en los grados 7° y 8°S con 1.949.327 (17,65%) y 1.573.437 toneladas (14,24%), respectivamente (Fig. 17). En cuanto a la biomasa por distancia a la costa estuvo concentrada principalmente

en la franja costera de las 10 mn con biomasa de 7.357.310 toneladas que representó el 66,60%, otra área de menor abundancia fue

en la franja entre 10 y 20 mn de la costa con 1.922.603 toneladas que representó el 17,40% de la biomasa (Tabla 5).

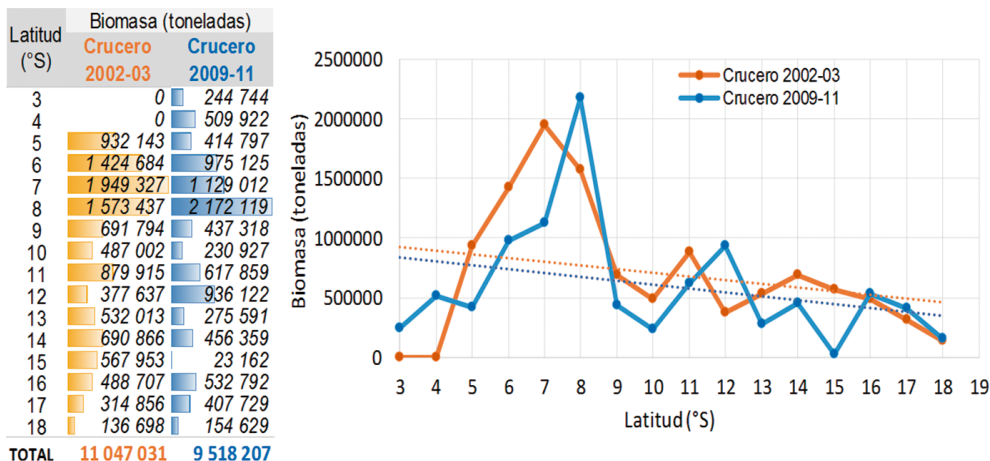


Figura 17.- Biomasa por grados de latitud de la anchoveta con su tendencia lineal en los cruces realizados en el 2020

Tabla 5.- Biomasa de la anchoveta por grado latitudinal y por distancia a la costa en el crucero de verano 2002-03

TOTALES (t)	TOTAL (%)	Distancia de la costa (mn)										Grado de latitud sur
		80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	05-10		
	0.00											03° 30 - 04° 00
	0.00											03° - 04°
	0.00											04° 00 - 04° 30
	0.00											04° 30 - 05° 00
	0.00											04° - 05°
	0.00											05° 00 - 05° 30
932 143										932 143		05° 30 - 06° 00
<b>932 143</b>	<b>8.44</b>									<b>932 143</b>		<b>05° - 06°</b>
812 686										812 686		06° 00 - 06° 30
611 998								9 442	123 892	478 664		06° 30 - 07° 00
<b>1 424 684</b>	<b>12.90</b>							<b>9 442</b>	<b>123 892</b>	<b>1 291 350</b>		<b>06° - 07°</b>
1 106 092									79	1 106 013		07° 00 - 07° 30
843 235							60 390	256 040	397 117	129 688		07° 30 - 08° 00
<b>1 949 327</b>	<b>17.65</b>						<b>60 390</b>	<b>256 040</b>	<b>397 195</b>	<b>1 235 701</b>		<b>07° - 08°</b>
931 653							92 125	193 153	211 365	435 010		08° 00 - 08° 30
641 784							160 339	128 605	276 603	76 236		08° 30 - 09° 00
<b>1 573 437</b>	<b>14.24</b>						<b>252 464</b>	<b>321 758</b>	<b>487 968</b>	<b>511 246</b>		<b>08° - 09°</b>
548 183							13 204	81 997	25 736	427 246		09° 00 - 09° 30
143 611							2 707	20 906	118 843	1 155		09° 30 - 10° 00
<b>691 794</b>	<b>6.26</b>						<b>15 911</b>	<b>102 903</b>	<b>144 579</b>	<b>428 401</b>		<b>09° - 10°</b>
94 639							8 692	20 246	50 611	15 091		10° 00 - 10° 30
392 362								214 611	144 181	33 570		10° 30 - 11° 00
<b>487 002</b>	<b>4.41</b>						<b>8 692</b>	<b>234 857</b>	<b>194 792</b>	<b>48 661</b>		<b>10° - 11°</b>
579 060							203 803	141 842	59 238	174 176		11° 00 - 11° 30
300 855							13 723	45 226	15 523	226 383		11° 30 - 12° 00
<b>879 915</b>	<b>7.97</b>						<b>217 526</b>	<b>187 068</b>	<b>74 761</b>	<b>400 560</b>		<b>11° - 12°</b>
162 840								17 781	52 715	92 344		12° 00 - 12° 30
214 797									23 854	190 943		12° 30 - 13° 00
377 637	3.42							<b>17 781</b>	<b>76 569</b>	<b>283 286</b>		<b>12° - 13°</b>
421 809							1 092	50 409	179 143	191 165		13° 00 - 13° 30
110 204							862	2 155	54 628	52 558		13° 30 - 14° 00
<b>532 013</b>	<b>4.82</b>						<b>1 954</b>	<b>52 564</b>	<b>233 772</b>	<b>243 723</b>		<b>13° - 14°</b>
523 079								103	53 442	469 535		14° 00 - 14° 30
167 787							632	3 021	4 881	159 253		14° 30 - 15° 00
<b>690 866</b>	<b>6.25</b>						<b>632</b>	<b>3 123</b>	<b>58 323</b>	<b>628 788</b>		<b>14° - 15°</b>
436 469				495	212		340	8 281	5 539	421 601		15° 00 - 15° 30
131 484								11 111	13 890	106 483		15° 30 - 16° 00
<b>567 953</b>	<b>5.14</b>			<b>495</b>	<b>212</b>		<b>340</b>	<b>19 392</b>	<b>19 429</b>	<b>528 085</b>		<b>15° - 16°</b>
157 777									51 861	105 916		16° 00 - 16° 30
330 931									26 121	304 809		16° 30 - 17° 00
<b>488 707</b>	<b>4.42</b>								<b>77 982</b>	<b>410 725</b>		<b>16° - 17°</b>
137 116					791				8 724	127 601		17° 00 - 17° 30
177 740					2 781					174 959		17° 30 - 18° 00
<b>314 856</b>	<b>2.85</b>				<b>2 781</b>	<b>791</b>			<b>8 724</b>	<b>302 560</b>		<b>17° - 18°</b>
136 698									24 616	112 082		18° 00 - 18° 30
<b>136 698</b>	<b>1.24</b>								<b>24 616</b>	<b>112 082</b>		<b>18° - 18°30'</b>
<b>TOTALES</b>				3 277	1 003			557 909	1 204 929	1 922 603	7 357 310	
<b>11 047 031</b>	<b>100</b>	0	0	0.03	0.01	0		5.05	10.91	17.40	66.60	<b>11 047 031</b>

En el crucero 2009-11 la biomasa fue estimada en 9.518 millones de toneladas con un límite de confianza de los valores NASC en 12,17%. La biomasa en la región norte-centro fue estimada en 8.423.057 toneladas y en la región sur en 1.095.150 toneladas. Las mayores abundancias fueron estimadas en los grados 8° y 7°S con toneladas de 2.172.119 (22,82%) y 1.129.012 (11,86%), respectivamente (Fig. 17). La estimación de biomasa por distancia a la costa estuvo concentrada principalmente en las franjas costeras de 0,1-10 y 20-30 mn, con toneladas de 3.040.342 (31,94%) y 1.679.951 (17,46%), respectivamente (Tabla 6).

Las biomasa de anchoveta obtenidas en ambos cruces por grados de latitud mostraron una tendencia lineal similar; es decir, se obtuvieron las mayores estimaciones en los grados 7 y 8°S, decreciendo hacia el sur (Fig. 17).

Otra metodología alterna en la estimación de biomasa de la anchoveta fue realizada por el método delta-geoestadístico que considera la autocorrelación espacial, resultando un estimado en 10.729 millones de toneladas en el crucero 2002-03 y de 10,365 millones de toneladas en el crucero 2009-11.

### Biomasa de otras especies pelágicas

Las biomasa de otras especies pelágicas investigadas mostraron variaciones en sus abundancias en ambos cruces.

En el crucero 2002-03, la biomasa de jurel fue de 365.419 toneladas con la mayor estimación en 17°S; la caballa fue estimada en 473.580 toneladas con alta abundancia en 8°S; la samasa fue estimada en 28.146 toneladas localizada principalmente en 6°S; el bagre fue la especie de menor biomasa con solo 8.438 toneladas con un alto porcentaje en 6°S; la múnida fue

Tabla 6.- Biomasa de la anchoveta por grado latitudinal y por distancia a la costa en el crucero de primavera 2009-11

TOTALES (t)	TOTAL (%)	Distancia de la costa (mn)										Grado de latitud sur			
		100-110	90-100	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20		05-10		
244 744	2.57					162 308	22 714	49 057	10 665				03° 30 - 04° 00		
244 744						162 308	22 714	49 057	10 665				03° - 04°		
123 146	5.36						52 541	46 826	12 549	11 230			04° 00 - 04° 30		
386 777								13 562	294 366	56 127	18 005	4 716	04° 30 - 05° 00		
509 922	4.36						66 103	341 192	68 677	29 234	4 716		04° - 05°		
227 030			60 828	13 677	2 607	8 962	46 366	6 800	20 748	46 598	20 446		05° 00 - 05° 30		
187 767	10.24		3 275	16 867	2 037	45 620	8 825	28 498	8 355	5 532	3 590	65 169	05° 30 - 06° 00		
414 797			64 102	30 544	4 644	54 581	55 191	35 298	29 103	52 130	3 590	85 615	05° - 06°		
296 514	11.86		27 560	9 982	11 502	14 518	16 793	155 254	30 241	2 959	3 990	23 715	06° 00 - 06° 30		
678 612			16	1 096	4 953	70 542	44 033	227 827	90 135	26 408	30 464	183 136	06° 30 - 07° 00		
975 125	4.59		27 577	11 078	16 455	85 060	60 826	383 081	120 376	29 366	34 454	206 851	06° - 07°		
668 961						39 177	66 112	36 309	11 066	27 616	18 179	470 501	07° 00 - 07° 30		
460 051	10.24					79 200	122 059	43 562	6 632	137 802	32 639	38 157	07° 30 - 08° 00		
1 129 012						118 378	188 171	79 871	17 698	165 418	50 818	508 658	07° - 08°		
1 246 988	11.86		57 620	75 026	53 450	18 110	37 684	39 991	241 007	409 216	30 860	284 024	08° 00 - 08° 30		
925 131			62 375	134 203	14 642	11 898	116 734	113 176	32 849	2 022	4 787	432 445	08° 30 - 09° 00		
2 172 119	22.82		119 995	209 229	68 092	30 009	154 418	153 167	273 855	411 238	35 647	716 469	08° - 09°		
248 836			45 147	1 896	3 135	12 549	18 520	3 285	31 545	6 550		65 854	09° 00 - 09° 30		
437 318	4.59				6 422		58 942	23 834	29 463	44 691		85 484	09° 30 - 10° 00		
114 228			45 147	1 896	3 135	18 971	18 520	62 227	55 379	36 013	44 691	151 338	09° - 10°		
116 700	2.43			275	4 524	8 546	20 812	11 125	787	25 271	12 348	41 778	10° 00 - 10° 30		
230 927					275	6 630	8 546	20 812	11 501	7 930	63 505	15 447	96 281	10° 30 - 11° 00	
130 012	6.49		7 562	77	218			104	17 092	23 442	23 154	58 363	11° 00 - 11° 30		
487 847			1 645	186	282			90 978	13 970	122 635	154 144	35 239	68 769	11° 30 - 12° 00	
617 859	9.84		9 207	263	500		90 978	14 074	139 727	177 586	58 392	127 132	11° - 12°		
175 017								38 043	7 914	56 802	354 434	95 893	207 931	12° 00 - 12° 30	
175 105	2.90						99 578	7 844		9 286	35 241	23 157	12° 30 - 13° 00		
936 122								137 621	15 758	56 802	363 720	131 133	231 087	12° - 13°	
194 442	4.79							14 573	8 495	40 117	17 909	113 349	13° 00 - 13° 30		
81 149										58 000	2 262	20 887	13° 30 - 14° 00		
275 591	0.24							14 573	8 495	98 117	20 171	134 236	13° - 14°		
228 048										15	165 161	62 872	14° 00 - 14° 30		
228 311	5.60									5	15 522	212 784	14° 30 - 15° 00		
456 359										20	180 683	275 656	14° - 15°		
11 895	1.62									17	2 225	9 653	15° 00 - 15° 30		
11 267										1 972	2 228	357	5 147	15° 30 - 16° 00	
23 162	4.28									1 972	2 228	373	7 372	11 217	15° - 16°
124 092										6 744	22 987	10 532	12 447	71 383	16° 00 - 16° 30
408 700	4.28									2 785	2 795	1 958	90 810	253 312	16° 30 - 17° 00
532 792										2 785	9 539	24 945	101 341	265 760	128 422
200 201	4.28									15 086	1 443	3 459	63 567	116 647	17° 00 - 17° 30
207 528											964	81 888	14 128	110 548	17° 30 - 18° 00
407 729	1.62									15 086	2 407	85 348	77 695	227 194	17° - 18°
154 629												7 756	11 403	135 470	18° 00 - 18° 30
154 629											7 756	11 403	135 470	18° - 18° 30'	
<b>TOTALES</b>		<b>54 354</b>	<b>213 832</b>	<b>254 761</b>	<b>114 793</b>	<b>315 094</b>	<b>935 337</b>	<b>878 116</b>	<b>1 109 828</b>	<b>1 679 951</b>	<b>921 798</b>	<b>3 040 343</b>			
<b>9 518 207</b>	<b>100</b>	<b>0.57</b>	<b>2.25</b>	<b>2.68</b>	<b>1.21</b>	<b>3.31</b>	<b>9.83</b>	<b>9.23</b>	<b>11.66</b>	<b>17.65</b>	<b>9.68</b>	<b>31.94</b>	<b>9 518 207</b>		



la segunda especie de mayor abundancia en la zona costera con 3.209.857 toneladas y con la mayor abundancia en 14°S; finalmente las especies mesopelágicas pota y vinciguerría, fueron estimadas en 975.024 y 472.994 toneladas, respectivamente; con las mayores abundancias en 13° y 10°S, respectivamente (Tabla 7).

En el crucero 2009-11, la biomasa de jurel fue de 18.130 toneladas con alto porcentaje en 16°S;

la caballa fue estimada en 158.264 toneladas con mayor abundancia en 8°S; las biomásas de samasa y bagre fueron de 26.740 y 36.231 toneladas, respectivamente, con mayores abundancias en 6°S para ambas especies; y las especies mesopelágicas pota y vinciguerría fueron estimadas en 1.073.364 y 999.726 toneladas, respectivamente, con mayores abundancias en 8° y 7°S, respectivamente (Tabla 8).

Tabla 7.- Biomasa de otras especies pelágicas evaluadas en el crucero de verano 2002-03

Grado de latitud	Especies						
	Jurel	Caballa	Samasa	Múnida	Bagre	Vinciguerría	Pota
03						2 425	29 829
04		2 491	175			5 241	45 561
05	316	24 540				57 311	46 464
06	377	7 181	27 971		5 601	5 380	46 565
07		10 353			2 837	42 339	124 658
08		143 546		3 867			55 223
09	18 713	880		3 811		8 587	102 325
10		64 334		84 600		119 957	35 432
11		127 432		483 999		110 068	12 426
12				365 095			60 884
13				379 005			148 411
14				995 972		15 424	61 095
15		78 839		263 536		9 642	62 815
16	44 023			338 926		62 343	58 427
17	301 990	13 984		219 804		34 277	78 722
18				71 242			6 187
TOTAL	365 419	473 580	28 146	3 209 857	8 438	472 994	975 024

Tabla 8.- Biomasa de otras especies pelágicas evaluadas en el crucero de primavera 2009-11

Grado de latitud (°S)	Especies						
	Jurel	Caballa	Samasa	Múnida	Bagre	Vinciguerría	Pota
03		3 851				5 710	
04		4 975				127 514	
05				190		1 000	148 212
06		13 843	22 133	45 511	21 970	8 392	256 097
07		3 183	2 357	148 138	3 975	185 583	8 073
08		75 992	2 249	223 959	8 097	51 281	417 139
09		4 168		66 588	2 189	56 067	57 126
10		10 894		46 727		116 301	61 279
11			942	269 786		144 202	111 757
12		39 480		184 300		16 119	411
13				215 785		27 654	593
14				165 129		22 508	7 052
15				94 221		97 216	3 421
16	12 594	798		57 668		111 477	1 135
17	4 401	138		23 088		27 421	979
18	1 135					1 281	90
TOTAL	18 130	158 264	26 740	1 541 090	36 231	999 726	1 073 364

**Estadística descriptiva de los descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta**

En el crucero 2002-03 fueron registrados 22.963 cardúmenes de anchoveta, cuya distribución fue costera debido a su acercamiento generando cardúmenes consistentes de mayores dimensiones y capacidades reflectivas altas; es decir, con características morfométricas y energéticas más altas que en la primavera, como:  $S_v$ , coeficientes de rugosidad, asimetría, altura, largo, área, volumen, perímetro, elongación, compacticidad de imagen. En la mayoría de descriptores de los cardúmenes el coeficiente de variación (CV) fue mayor que el crucero de la primavera.

En el crucero 2009-11 fueron registrados 39.129 cardúmenes de anchoveta. La distribución de anchoveta fue amplia que generó mayor dispersión de los cardúmenes, con características energéticas y morfométricas menores que el verano (Fig. 18). El CV de  $S_v$  media fue de 2,66 mayor que el obtenido en el crucero de verano (CV 1,96) (Tabla 9).

**Relación de la presencia de anchoveta con las variables oceanográficas superficiales**

En el crucero 2002-03 la anchoveta fue encontrada mayormente cuando la temperatura superficial del mar oscilaba entre 18,5 y 24,0 °C, la salinidad superficial del mar entre 34,76 y 35,20 ups y el oxígeno superficial del mar entre 3,5 y 7,4 mL/L. En el crucero 2009-11 se encontró principalmente cuando la temperatura superficial del mar varió entre 14,4 y 20,1 °C, la salinidad superficial del mar entre 34,80 y 35,18 ups y el oxígeno superficial entre 3,6 y 7,0 mL/L (Fig. 19).

Con respecto a la relación de la anchoveta con la clorofila-*a*, se encontró que en el crucero 2002-04 hubo alta asociación de las zonas de mayor concentración de clorofila-*a* con los altos valores NASC o altas abundancias de la anchoveta, principalmente entre Punta La Negra-Chimbote y Chancay-Pisco. En el crucero 2009-11 la distribución de anchoveta fue más amplia; sin embargo, los mayores valores NASC de anchoveta localizados entre Pacasmayo-Chimbote, Huacho-Pucusana y Atico-Ilo, tuvieron alta asociación con las zonas con alta presencia de clorofila-*a* con valores mayores a 3 mg/m<sup>3</sup> (Fig. 20).

Tabla 9.- Descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta registrados en los cruceros del 2020. CV es el coeficiente de variación

Descriptor	Crucero 2002-03 (n = 22.963 datos)				Crucero 2009-11 (n = 39.129 datos)			
	Mín.	Media	Máx.	CV	Mín.	Media	Máx.	CV
<b>1. Batimétrico</b>								
Profundidad cardumen (m)	1,29	9,75	84,66	0,79	1,23	11,92	75,60	0,71
Altitud (m)	0,51	156,44	500,03	0,92	0,43	256,58	499,08	0,74
<b>2. Energético</b>								
Sv media	-67,77	-44,61	-30,02	1,96	-67,97	-47,47	-30,02	2,66
Sv máximo	-63,05	-31,76	-20,00	2,08	-64,04	-35,58	-20,03	2,93
Sv mínimo	-68,00	-62,77	-43,82	3,69	-68,00	-64,87	-48,94	1,83
Coficiente de Rugosidad vertical	0,0000000097	0,00000454	0,00104	3,74	0,000000002	0,0000030	0,000593	3,17
Coficiente de Rugosidad horizontal	0,0000000064	0,0004127	0,0246	2,43	0,0000000002	0,000202	0,021327	3,38
Asimetría	-0,30	3,59	81,32	0,75	-0,91	2,89	55,02	0,72
Curtosis	-1,77	25,19	11.414,23	4,55	-1,94	14,56	3.664,24	3,36
<b>3. Morfométrico</b>								
Altura (m)	0,19	1,44	32,95	1,16	0,18	1,17	22,94	1,03
Largo (m)	0,79	54,62	9.158,32	3,36	0,67	35,84	5.697,92	3,15
Área (m <sup>2</sup> )	1,03	152,86	67.502,73	7,50	1,00	63,76	30.729,36	7,56
Volumen (m <sup>3</sup> )	0,50	605,94	748.739,00	15,17	0,50	150,24	326.786,45	17,15
Perímetro (m)	6,65	338,63	62.950,64	4,47	5,50	207,50	58.083,60	4,44
Elongación	0,23	16,41	1.089,70	1,17	0,11	14,09	1.085,24	1,23
Dimensión fractal	1,23	2,39	48,50	0,32	1,20	2,53	1.003,12	2,12
Circularidad	0,0000773	0,03	0,44	1,02	0,000069	0,03	0,58	1,01
Rectangularidad	1,07	2,80	18,72	0,37	1,08	2,99	24,55	0,39
Compacticidad de imagen	2,30	95,89	1.2933,17	2,70	1,74	77,00	14.475,36	2,69

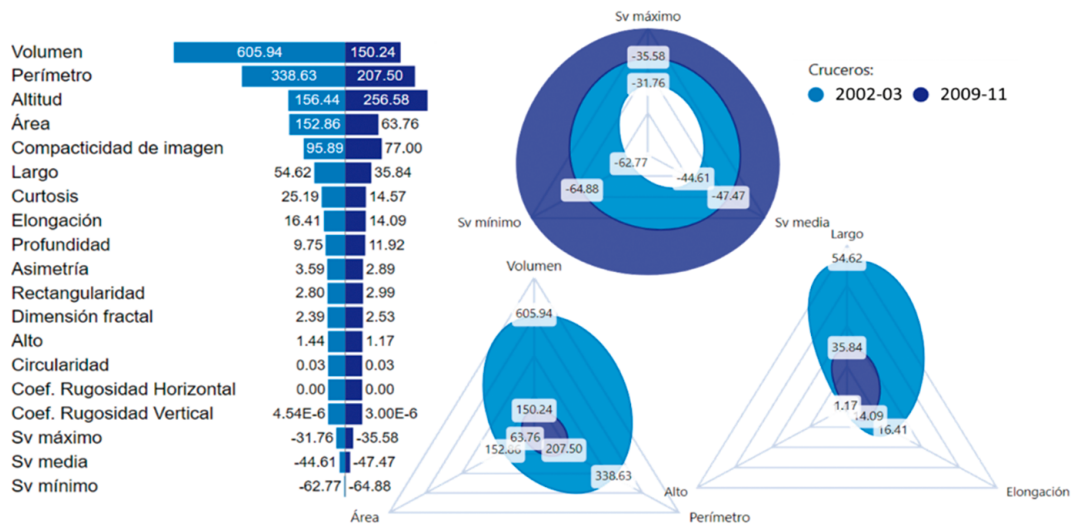


Figura 18.- Descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta registrados en los cruceros del 2020

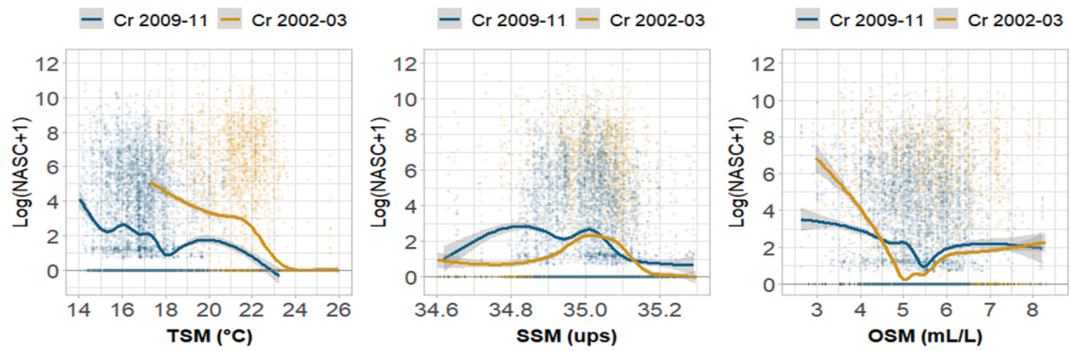


Figura 19.- Análisis de modelos aditivos generalizados (GAM) de los valores NASC de anchoveta con las variables oceanográficas superficiales de temperatura, salinidad y oxígeno, para los cruceros realizados en el 2020

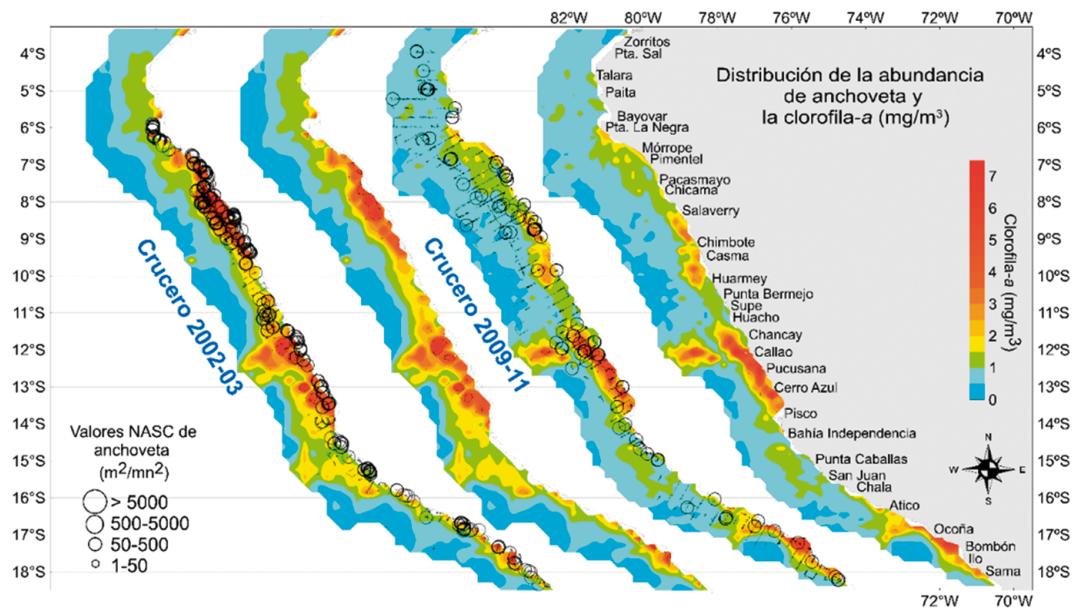


Figura 20.- Sobreposición de los valores de integración de la anchoveta con la imagen satelital de clorofila-a en los cruceros realizados en el 2020

#### 4. DISCUSIÓN

Las condiciones oceanográficas registradas en las masas de agua en la RNSCH, mostraron en casi todo el año 2020 condiciones normales a frías que favorecieron la alta abundancia de la población de anchoveta, obteniéndose en los cruceros hidroacústicos resultados con biomasa considerable y que fueron reflejados en altas capturas de anchoveta por la flota pesquera en las dos temporadas de pesca.

Las condiciones oceanográficas entre diciembre 2019 y febrero 2020 fueron anómalas por presencia de ondas kelvin ecuatoriales cálidas en la costa norte. CASTILLO *et al.* (2021) describen estos eventos ambientales transitorios que determinaron que la población de anchoveta realice migraciones horizontales y verticales en la búsqueda de condiciones frías. Los ejemplares adultos se profundizaron; mientras que, los ejemplares juveniles permanecieron en la capa superficial y fueron accesibles a la flota pesquera principalmente artesanal. Este hecho fue evidenciado en la “Prospección Biológica Pesquera de la Anchoveta” realizada por IMARPE en enero 2020 con alta presencia de juveniles en la zona costera (IMARPE, 2020j). Posteriormente, las condiciones oceanográficas se normalizaron y se mantuvieron frías en todo el año 2020, como se describió inicialmente.

Los resultados del crucero 2002-03 evidenciaron la alta biomasa de anchoveta en 11 millones de toneladas y la presencia de cardúmenes de ejemplares adultos en toda la distribución costera de anchoveta. Los resultados de la primera temporada de pesca por la flota pesquera alcanzó 98% del total de la cuota otorgada (2,41 millones de toneladas en la región norte-centro) en 79 días de pesca, en las cuales participaron 594 embarcaciones (en temporadas anteriores superaron las 700 unidades), los mayores desembarques fueron realizados en los puertos de: Chicama (28,8%), Chimbote (20,8%), Callao (12,6%) y Coischo (11,9%) (SNP, 2020), coincidentes con las áreas de alta abundancia ubicadas entre Punta La Negra-Chimbote, Punta Bermejo-Huacho y Chancay-Pisco, encontradas en el crucero 2002-03.

En el crucero 2009-11, la biomasa de anchoveta fue estimada en 9,5 millones de toneladas con altas concentraciones de cardúmenes de ejemplares adultos. Los resultados de la segunda temporada de pesca por la flota pesquera alcanzaron 90% del total de la cuota asignada (2,78 millones de toneladas en la región norte-centro) en 75 días de pesca, en las cuales participaron 709 embarcaciones, los mayores desembarques fueron en los puertos de: Chicama (32,2%), Chimbote (23,5%), Coishco (11,6%) y Callao (6,2%) (SNP, 2021), que también fueron coincidentes con los resultados de las áreas de alta

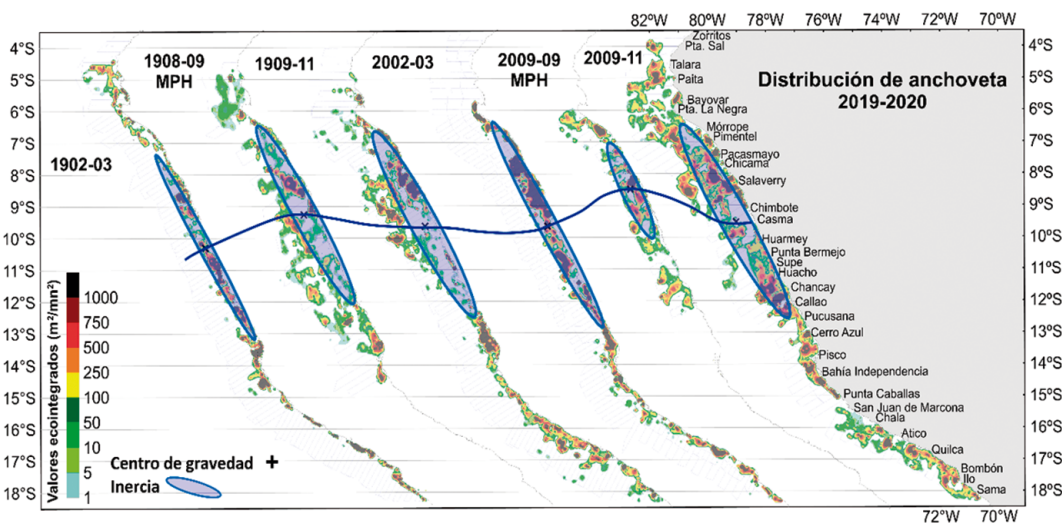


Figura 21.- Índices de distribución de la anchoveta (centro de gravedad e inercia) en los cruceros realizados en el 2019 y 2020

concentración principalmente entre Pacasmayo-Chimbote y Huacho-Pucusana, encontrados en el crucero 2009-11.

Al visualizar la distribución espacial de la anchoveta en el 2019 y 2020 (Fig. 21), observamos que la inercia en los cruceros de verano (1902-03 y 2002-03) y en los cruceros de primavera (1909-11 y 2009-11) mantienen las mismas características propias de la estación; es decir, en el verano con una distribución replegada hacia la costa que genera un diámetro longitudinal más angosto en la elipse y en la primavera con una distribución más amplia generando mayor diámetro. La inercia es la elongación y amplitud de la distribución. El centro de gravedad de la distribución de la anchoveta se mantiene entre los 9 y 10°S, registrándose la importancia de la región norte-centro por sus abundancias. El centro de gravedad de la distribución de los cruceros de biomasa desovante de anchoveta por el método de producción de huevos (MPH) 1908-09 y 2009-09, estuvieron ligeramente en menores latitudes debido a la cobertura de investigación en una parte de la costa peruana.

Los resultados estadísticos de los descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta también evidenciaron las diferencias entre las estaciones de verano y primavera. En el verano se concentran cerca de la costa generando cardúmenes más densos con alta capacidad de reflectividad (descriptores energéticos) y mayores dimensiones (descriptores morfométricos), siendo lo contrario en la primavera cuando los cardúmenes se disgregan en una amplia área de distribución. En cuanto a las características posicionales del cardumen (descriptores batimétricos) en ambos cruceros se mantuvieron principalmente en la capa superficial de los 40 m de profundidad como consecuencia de las condiciones oceanográficas normales o neutras de su hábitat. El CV de los descriptores acústicos no fueron significativos entre ambos cruceros debido a que la variancia no fue alta. Los rangos de temperatura, salinidad y oxígeno superficial del mar registrados en la distribución de la anchoveta en ambos cruceros, se encontraron dentro de los límites establecidos en CASTILLO *et al.* (2018).

La presencia de jurel y caballa estuvo asociada principalmente a los frentes oceánicos y aguas de mezcla entre las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y Aguas Costeras Frías (ACF), su distribución y biomasa no ha sido significativa y generalmente se encontraron en forma aislada. Las abundancias de estas especies disminuyeron después del evento El Niño 1997/1998 (GUTIÉRREZ *et al.*, 2012) y, se mantienen con menores biomásas.

La samasa y bagre, son especies costeras que generalmente habitan en la zona norte, su presencia en todo el año fue también esporádica con bajas biomásas comparadas con años anteriores.

La múnida es un crustáceo que habita en las ACF, es una especie que comparte su distribución con la anchoveta, y se encuentra en forma continua a lo largo de la costa. En el crucero de verano 2002-03, por las condiciones oceanográficas, fue registrada desde Chimbote hacia el sur con áreas de alta agregación; posterior al crucero, las condiciones oceanográficas en la zona marina costera fueron frías y, la múnida se desplazó hacia el norte manteniéndose en gran parte del año. En el crucero de primavera 2009-11 fue registrada desde Punta La Negra hacia el sur.

Las especies mesopelágicas como: la pota y vinciguerra, habitan generalmente en las aguas oceánicas principalmente en las ASS, cuando estas aguas se acercan hacia la costa se incrementa su abundancia. La población de estas especies es mayor a lo registrado en los cruceros hidroacústicos.

## 5. CONCLUSIONES

La anchoveta continuó siendo la especie de mayor abundancia comparada con otras en la zona pelágico nerítico, y su población se encontró en condiciones muy saludables. La abundancia fue favorecida por las condiciones oceanográficas normales en casi todo el año.

La distribución de la anchoveta en el 2020 mantuvo sus características estacionales, en el crucero 2002-03 estuvo cerca de la

costa registrándose hasta las 42 mn con una biomasa de 11,05 millones de toneladas y en el crucero 2009-11 se encontró más alejada de la costa, detectándose hasta las 110 mn de la costa con una biomasa total de 9,52 millones de toneladas.

La anchoveta es una especie importante a nivel económico y ecosistémico y constantemente se encuentra desplazándose por la variabilidad ambiental de la RNSCH, por el cual los gestores de la administración pesquera deben considerar e interpretar los reportes que constantemente emite el IMARPE para mantener una pesquería sostenible y proteger el stock de reclutas de anchoveta.

La anchoveta y la múnida continúan siendo las especies abundantes en la zona costera, y la pota y vinciguerría en la oceánica.

Las condiciones oceanográficas frías como las ACF favorecieron la presencia de la múnida; mientras que, las aguas oceánicas como las ASS favorecen la presencia de pota y vinciguerría, la biomasa de estas especies es mayor a lo estimado en los cruceros hidroacústicos realizados en el 2020, debido a su amplia distribución en áreas alejadas de la costa.

Las biomásas de jurel, caballa, samasa y múnida obtenidas en el crucero 2002-03 fueron mayores que en el crucero 2009-11, con valores de: 365.419, 473.580, 28.146 y 3.209.857 toneladas, respectivamente. Las biomásas de bagre, vinciguerría y pota fueron mayores que las obtenidas en el crucero de verano, con 36.231, 999.726 y 1.073.364 toneladas, respectivamente.

### Agradecimientos

Al personal participante en los cruceros hidroacústicos realizados en el 2020, a pesar de las dificultades suscitadas por el COVID-19 que mantuvieron responsabilidad y cumplimiento del protocolo establecido sobre las normas sanitarias en los buques de investigación. Así mismo, al personal de la DGIHSA: Ketty Ferrel, Jairo Calderón, German Chacón, Néstor Saavedra, William Calderón, Cynthia Gonzales, etc., por el apoyo logístico para la ejecución de los cruceros de investigación.

## 6. REFERENCIAS

- CASTILLO P R, PERALTILLA S, ALIAGA A, FLORES M, BALLON M, CALDERÓN J, GUTIÉRREZ M. 2009. Protocolo técnico para la evaluación acústica de las áreas de distribución y abundancia de recursos pelágicos en el mar peruano. Versión 2009. Inf Inst Mar Perú. 36(1-2): 7-28.
- CASTILLO R, DALLA ROSA L, GARCÍA DÍAZ W, *et al.* 2018. Anchovy distribution off Peru in relation to abiotic parameters: A 32-year time series from 1985 to 2017. Fish Oceanogr. 00:1-13. <https://doi.org/10.1111/fog.12419>.
- CASTILLO P R, ÑIQUEÑ M, LA CRUZ L, GUEVARA-CARRASCO R, CUADROS G. 2021. Migration behavior of anchoveta in the Northern Humboldt Current Marine Ecosystem between September 2019 and September 2020. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* En edición.
- CHAVEZ F, BERTRAND A, GUEVARA-CARRASCO R, SOLER P, CSIRKE J. 2008. The northern Humboldt Current System: brief history, present status and a view towards the future. Prog. Oceanogr. 79: 95-105.
- DEMER D A, BERGER L, BERNASCONI M, BETHKE E, BOSWELL K, CHU D, DOMOKOS R, *et al.* 2015. Calibration of acoustic instruments. ICES Cooperative Research Report No. 326: 133. Doi: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-185>.
- GIANNOULAKI M, SCHISMENOU E, PYROUNAKI M M, TSAGARAKIS K. 2014. Habitat Characterization and Migrations. In: Ganas K, editor. Biology and Ecology of Sardines and Anchovies. CRC Press; p. 190-241.
- GUTIÉRREZ M. 1999. Mediciones *in situ* de TS a finales del verano 1999. Crucero BIC José Olaya Balandra 9902-03. Inf Inst Mar Perú. 147: 7-10.
- GUTIÉRREZ M, MACLENNAN D. 1998. Resultados preliminares de las mediciones de fuerza de blanco *in situ* de las principales especies pelágicas. Inf Inst Mar Perú. 135: 16-19.
- GUTIÉRREZ M, CASTILLO R, SEGURA M, PERALTILLA S, FLORES M. 2012. Trends in Spatio - temporal distribution of Peruvian anchovy and other small pelagic fish biomass from 1966-2009. *Lat Am J. Aquat. Res.* 40: 633-48.
- HASTIE T, TIBSHIRANI R. 1990. Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London. 335 pp.
- IMARPE. 2020a. Informe de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras marzo 2020. Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático (DGIOCC). 77 pp.
- IMARPE. 2020b. Informe de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras junio 2020. Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático (DGIOCC). 86 pp.
- IMARPE. 2020c. Informe de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras setiembre 2020. Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático (DGIOCC). 89 pp.
- IMARPE. 2020d. Informe de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras diciembre 2020.

- Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático (DGIOCC). 74 pp.
- IMARPE. 2020e. Protocolo N° 003-2020-IMARPE/PE "Vigilancia, prevención y control a bordo de embarcaciones científicas del IMARPE durante la emergencia sanitaria COVID-19. Inf Inst Mar Perú. 14 pp.
- IMARPE. 2020f. informe sobre la "Situación del stock norte-centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) al mes de mayo del 2020 y perspectivas de explotación para la primera temporada de pesca del año". Oficio Nro. 330-2020-IMARPE/PE. Inf Inst Mar Perú. 57 pp.
- IMARPE. 2020g. informe sobre la "Situación del stock norte-centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) al mes de noviembre de 2020 y perspectivas de explotación para la segunda temporada de pesca del año 2020". Oficio Nro. 1118-2020-IMARPE/PE. Inf. Inst. Mar Perú. 62 pp.
- IMARPE. 2020h Informe "Crucero de Evaluación Hidroacústica de Anchoveta, Jurel, Caballa y otros pelágicos 2020 02-03". Tumbes-Tacna. 15 de febrero-29 de marzo, 2020. Inf. Inst. Mar Perú. 58 pp.
- IMARPE. 2020i. Informe "Crucero 2009-11 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos". Puerto Pizarro-Caleta Vila Vila. 22 de setiembre-13 de noviembre, 2020. Inf. Inst. Mar Perú. 67 pp.
- IMARPE. 2020j. Informe de la Prospección Biológica-Pesquera de la Anchoveta. Isla Lobos de Tierra-Ilo 4-12 de enero del 2020. Inf. Inst. Mar Perú. 26 pp.
- IMARPE. 2021. Informe anual 2020 de la actividad 3: Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño PpR 0068. Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático (DGIOCC). 42 pp.
- INEI. 2021. Informe técnico Comportamiento de la Economía Peruana en el Cuarto Trimestre de 2020. Producto Bruto Interno Trimestral. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 56 pp.
- JORDÁN R. 1971. Distribution of anchoveta (*Engraulis ringens* J.) in relation to the environment. Rev. Inv. Pesq. 35(1): 113-126.
- LA CRUZ L, CASTILLO R, ROBLES J, VALDEZ C, CORNEJO R. 2017. Pelagic species identification using multifrequency acoustic in the Northern Humboldt Current System off Peru. 1-5. 10.1109/RIOAcoustics.2017.8349744. Doi: 10.1109/rioacoustics.2017.8349744.
- MACLENNAN D N, GUTIÉRREZ M, CASTILLO R, GANOZA F, ALIAGA A, ESCUDERO L, GONZALES A, CHALÉN X. 1998. Fuerza de blanco de anchoveta (*Engraulis ringens*) utilizando frecuencias de 38 y 120 kHz. Inf Inst Mar Perú. 133: 15-25.
- MORÓN O. 2000. Características del ambiente marino frente a la costa peruana. Bol Inst Mar Perú. 19(1-2): 179-204.
- MURASE H, NAGASHIMA H, YONEZAKI S, MATSUKURA R, KITAKADO T. 2009. Application of a generalized additive model (GAM) to reveal relationships between environmental factors and distributions of pelagic fish and krill: a case study in Sendai Bay, Japan. ICES Journal of Marine Science. 66: 1417-1424.
- SANTANDER H, ZUZUNAGA J. 1984. Cambios en algunos componentes del ecosistema marino frente al Perú durante el fenómeno El Niño 1982-83. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur. (15): 311-331.
- SCALABRIN C, MASSÉ J. 1993. Acoustic detection of the spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour. 6: 269-283.
- SIMMONDS J, MACLENNAN D. 2005. Fisheries Acoustics. Theory and Practice. Second edition published by Blackwell Science. 436 pp.
- SNI. 2021. Panorama económico Evaluación del año 2020. SON. Instituto de Estudios Económicos y Sociales IEES. 38 pp.
- SNP. 2020. Boletín Informativo Primera Temporada de Pesca 2020-Zona Centro Norte. SNP. 5 pp. Web: <https://www.snp.org.pe/wp-content/uploads/2018/09/2020-Boletin-de-temporada.pdf>.
- SNP. 2021. Boletín Informativo Segunda Temporada de Pesca 2020-Zona Centro Norte. SNP. 5 pp. Web: <https://www.snp.org.pe/wp-content/uploads/2018/09/Boletin-SNP-Temporada-2020-II.pdf>.