

ABUNDANCIA DE ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) Y OTRAS ESPECIES PELÁGICAS EN EL ECOSISTEMA MARINO PERUANO DETERMINADOS POR ACÚSTICA EN 2021

ABUNDANCE OF *Engraulis ringens* AND OTHER PELAGIC SPECIES IN THE PERUVIAN MARINE ECOSYSTEM DETERMINED BY ACOUSTIC METHODS IN 2021

Pedro Ramiro Castillo¹ Daniel Grados¹ Luis La Cruz¹ Gustavo Cuadros¹
 Carlos Valdez¹ Marissela Pozada¹ Germán Chacón¹ Rodolfo Cornejo¹

<https://doi.org/10.53554/boletin.v38i1.385>

RESUMEN

CASTILLO, P. R., GRADOS, D., LA CRUZ, L., CUADROS, G., VALDEZ, C., POZADA, M., CHACÓN, G. & CORNEJO, R. (2023). Abundancia de anchoveta (*Engraulis ringens*) y otras especies pelágicas en el ecosistema marino peruano determinados por acústica en 2021. *Bol Inst Mar Perú*, 38(1), 131-166.- El 2021 se realizaron dos cruceros de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos en toda la costa peruana, teniendo como apoyo de investigación embarcaciones industriales de la Sociedad Nacional de Pesquería (SNP). El primer crucero 2102-07, se efectuó del 17 de febrero al 01 de abril, completado del 19 de junio al 13 de julio, el segundo crucero 2109-11 fue del 22 de setiembre al 03 de noviembre 2021. En este artículo se presenta la distribución y biomasa de la anchoveta, así como del: jurel, caballa, samasa, bagre, munida, pota y vinciguerría en la Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt (RNSCH). Los resultados mostraron que la anchoveta es la especie de mayor abundancia, su población se encontró saludable, favorecida por las condiciones oceanográficas ligeramente frías a neutras, manteniendo su comportamiento estacional; en el crucero 2102-07 se encontró hasta 80 mn de la costa con altas concentraciones y biomasa de 12,03 millones de toneladas; mientras que, en el crucero 2109-11 se detectó hasta 121 mn de la costa con mayor dispersión y biomasa de 8,03 millones de toneladas. Los descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta variaron en ambos cruceros debido a la agregación y disgregación por variabilidad ambiental y la concentración de clorofila-*a*. La munida, fue la segunda especie con mayor abundancia en la zona costera, que generalmente comparte distribución con anchoveta, su biomasa en los cruceros 2102-07 y 2109-11 fueron de 1,50 y 1,20 millones de toneladas, respectivamente. Las distribuciones de jurel y caballa se dieron en núcleos reducidos y aislados, solo en el crucero 2102-07 la caballa se estimó en 0,82 millones de toneladas por encontrarse en algunos núcleos de alta concentración de cardúmenes. La abundancia de las especies costeras samasa y bagre fue menor; mientras que, las mesopelágicas, pota y vinciguerría, se encontraron alejadas de la costa, solo la vinciguerría en el crucero 2109-11 tuvo biomasa de 1,06 millones de toneladas.

PALABRAS CLAVE: cruceros 2102-07 y 2109-11, descriptores acústicos de cardúmenes, distribución y biomasa

ABSTRACT

CASTILLO, P. R., GRADOS, D., LA CRUZ, L., CUADROS, G., VALDEZ, C., POZADA, M., CHACÓN, G. & CORNEJO, R. (2023). Abundance of *Engraulis ringens* and other pelagic species in the Peruvian marine ecosystem determined by acoustic methods in 2021. *Bol Inst Mar Perú*, 38(1), 131-166.- In 2021, two hydroacoustic cruises were conducted along the entire Peruvian coast to assess pelagic resources. The research was supported by industrial vessels from the Peru's National Fisheries Society. The first cruise, 2102-07, took place from February 17 to April 1, and was completed from June 19 to July 13. The second cruise, 2109-11, was carried out between September 22 and November 3, 2021. This article presents the distribution and biomass of *Engraulis ringens*, as well as *Trachurus murphyi*, *Scomber japonicus*, *Anchoa nasus*, *Galeichthys peruvianus*, *Pleuroncodes monodon*, *Dosidicus gigas*, and *Vinciguerria lucetia* in the Northern Region of the Humboldt Current System (NRHCS). The results indicate that *E. ringens* is the dominant species, with a healthy population benefiting from the slightly cool to neutral oceanographic conditions of the area. Its distribution showed seasonal patterns, with concentrations and a biomass of 12.03 million tons observed up to 80 nm offshore during cruise 2102-07, and a more scattered distribution with a biomass of 8.03 million tons observed up to 121 nm offshore during cruise 2109-11. Acoustic characteristics of *E. ringens* schools varied between surveys due to environmental variability and chlorophyll-*a* concentration. *P. monodon* was the second most abundant species in the coastal zone, sharing its distribution with *Engraulis ringens*. Its biomass during cruises 2102-07 and 2109-11 was 1.50 and 1.20 million tons, respectively. *T. murphyi* and *S. japonicus* had limited and isolated distributions, with *Scomber japonicus* estimated at 0.82 million tons during cruise 2102-07 in areas of high school aggregation. Abundance of coastal species *A. nasus* and *G. peruvianus* was lower, while mesopelagic species *D. gigas* and *V. lucetia* were found in offshore areas. Only *V. lucetia* during cruise 2109-11 had a biomass estimated at 1.06 million tons.

KEYWORDS: cruises 2102-07 and 2109-11, acoustic descriptors of schools, distribution and biomass

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

1. INTRODUCCIÓN

El 2021 ha sido un año complicado para el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) por la baja disponibilidad de las principales embarcaciones para el desarrollo de cruceros de investigación, entre los que se encontraron los dos cruceros planificados para Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos. Gracias al Convenio IMARPE-SNP (2017), previas coordinaciones, fue posible utilizar embarcaciones pesqueras como plataformas de investigación, en las que se instalaron equipos científicos para los muestreos acústicos y oceanográficos. Aunque el apoyo de la industria pesquera a la investigación se inició en la década de los 60 con las operaciones Eureka (utilizando gran número de embarcaciones de manera simultánea) para conocer en forma rápida la distribución por abundancia relativa y la estructura biológica de la anchoveta (GUTIÉRREZ, CASTILLO, SEGURA, PERALTILLA & FLORES, 2012). En diversos lugares en el mundo se han utilizado embarcaciones pesqueras como plataformas de investigación para realizar estudios de peces marinos, que han permitido conocer su comportamiento y abundancia, con fines de contribuir al conocimiento de su hábitat y/o para establecer medidas de gestión pesquera (DALEN *et al.*, 2007; FÄSSLER, BRUNEL, GASTAUER & BURGGRAAF, 2015; GARY, GERLOTTO, LANG, & TRILLO, 2016; MASSÉ, SANCHEZ, DELAUNAY, ROBERT, & PETITGAS, 2016).

En base a este apoyo, se planificó y realizó los dos cruceros, que permitieron efectuar las recomendaciones para las cuotas de pesca del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) en el 2021, lográndose el crecimiento anual en el sector pesca y acuicultura en 2,8 % del total de 13,3 % del Producto Bruto Interno (comparado con el 2007). El crecimiento en 6,2 % fue en la pesca marítima sustentada por la extracción de la anchoveta destinada al consumo humano indirecto (CHI), que tuvo sus mayores valores en el I semestre del año debido a la finalización de la segunda temporada de pesca del 2020 y de la primera temporada de pesca del 2021 en la región norte-centro del país. En tanto, la pesca continental en el 2021 tuvo una caída en -29,2 % (INEI, 2021a, b, c; 2022).

La abundancia de anchoveta encontrada en los últimos años, se debe a las buenas medidas de gestión aplicadas en cada temporada de pesca y a las condiciones oceanográficas favorables o frías registradas en el ecosistema marino peruano

1. INTRODUCTION

The year 2021 posed challenges for the *Instituto del Mar del Perú* (IMARPE) due to the limited availability of the main research vessels for conducting research cruises, including the two planned Hydroacoustic Cruises for Pelagic Resource Assessment. However, thanks to the agreement between IMARPE and Peru's National Fisheries Society (SNP in Spanish) held in 2017, and prior arrangements, fishing vessels were utilized as research platforms equipped with scientific equipment for acoustic and oceanographic sampling. While industry support for research began in the 1960s with Eureka operations to rapidly assess *Engraulis ringens* distribution and biological structure (GUTIÉRREZ, CASTILLO, SEGURA, PERALTILLA & FLORES, 2012) the use of fishing vessels as research platforms for studying marine fish behavior, abundance, and habitat has been widely adopted worldwide (DALEN *et al.*, 2007; FÄSSLER, BRUNEL, GASTAUER & BURGGRAAF, 2015; GARY, GERLOTTO, LANG, & TRILLO, 2016; MASSÉ, SANCHEZ, DELAUNAY, ROBERT, & PETITGAS, 2016). This collaboration provides valuable insights for fisheries management.

Based on this support, the planning and execution of the two cruises enabled the formulation of recommendations for fishing quotas of *Engraulis ringens* in 2021. This contributed to a 2.8% annual growth in the fishing and aquaculture sector, accounting for 13.3% of the Gross Domestic Product (compared to 2007). The growth was primarily driven by a 6.2% increase in marine fishing, specifically the extraction of *E. ringens* for indirect human consumption (IHC). This was particularly prominent in the first half of the year, coinciding with the conclusion of the second fishing season in 2020 and the commencement of the first fishing season in 2021 in the north-central region of the country. However, the inland fishing sector experienced a significant decline of -29.2% in 2021 (INEI, 2021a, b, c; 2022).

The abundance of *E. ringens* observed in recent years can be attributed to the successful implementation of management measures during each fishing season, as well as the favorable or cold oceanographic conditions present in the Peruvian marine ecosystem, specifically in the Northern Region of the Humboldt Current

o Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt (RNSCH) y que se caracterizan por sus zonas de surgencia o afloramientos de alta productividad a lo largo de la costa (MORÓN, 2000).

Las condiciones oceanográficas en el 2021 fueron “ligeramente frías” a “neutras”, registrándose los periodos más fríos con anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en febrero y abril (IMARPE², 2021a). Los comunicados oficiales de la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) informaron estas condiciones frías predominantes en toda la costa peruana, con algunas características de periodo corto, como lo registrado en los últimos días de enero en el norte, con anomalías de $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y desplazamiento de aguas cálidas hasta Chicama sobre 50 m de profundidad (ENFEN, 02-2021), en junio-julio aguas costeras frías (acf) de afloramiento con mayor proyección al sur de PISCO (ENFEN, 06-2021; 07-2021), en agosto las ATSM alcanzaron hasta $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el norte y centro hasta cerca de las 200 mn (ENFEN, 09-2021). Estas condiciones oceanográficas favorecieron a las especies costeras como anchoveta y múnida, considerando sus preferencias por el hábitat de las acf.

El primer Crucero 2102-04 de Evaluación Hidroacústica de Anchoveta y Otros Recursos Pelágicos, fue planificado para efectuarse de Tumbes a Tacna; sin embargo, por condiciones climáticas adversas y precaución sanitaria ante el COVID-19 del personal embarcado, fue cancelado en bahía Independencia. El trabajo se realizó entre el 17 de febrero y 1 de abril 2021, habiéndose cumplido el 90,97 % del área planificada de la región norte-centro. Con los resultados se elaboró el informe “Situación del stock norte-centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) a abril 2021 y perspectivas de explotación para la primera temporada de pesca del año” (IMARPE, 2021b), en el que se determinó la cuota de la primera temporada de pesca. El crucero 2106-07 se realizó entre Punta Infiernillos y Sama, del 19 de junio al 13 de julio 2021, los resultados no mostraron condiciones oceanográficas anómalas ni diferencias en la estructura y comportamiento de la anchoveta, por lo cual se consideró denominarlo como crucero 2102-07 (CASTILLO *et al.*, 2022).

System (NRHCS). This region is characterized by upwelling zones or areas of high productivity along the coastal areas (MORÓN, 2000).

In 2021, the oceanographic conditions were classified as “slightly cold” to “neutral,” with noticeable sea surface temperature anomalies (SSTA) recorded during specific periods. For instance, in February and April, SSTA reached as low as $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (IMARPE², 2021a). Official reports from the Multisectoral Commission responsible for the National Study of the El Niño Phenomenon (ENFEN in Spanish) confirmed the prevalence of these cold conditions along the entire Peruvian coast. Short-term variations were observed, such as in late January, when anomalies of $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ and the intrusion of warm waters down to a depth of 50 m near Chicama were recorded (ENFEN, 02-2021). In June-July, there were coastal upwelling events with cold waters (ccw) extending predominantly south of PISCO (ENFEN, 06-2021; 07-2021). Furthermore, in August, SSTA reached as low as $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ in the northern and central regions, extending to approximately 200 nm offshore (ENFEN, 09-2021). These oceanographic conditions favored coastal species such as *E. ringens* and *Pleuroncodes monodon*, known for their affinity towards ccw habitats.

The first hydroacoustic assessment cruise, Cruise 2102-04, aimed at evaluating *E. ringens* and other pelagic resources, was scheduled to take place from Tumbes to Tacna. However, due to adverse weather conditions and COVID-19 safety concerns, the cruise was canceled in Independencia Bay. The survey was conducted between February 17 and April 1, 2021, covering 90.97% of the planned area in the northern-central region. The findings of this survey were utilized to produce the report “Status of the northern-central stock of *Engraulis ringens* as of April 2021 and prospects for the first fishing season of the year” (IMARPE, 2021b), which determined the fishing quota for the initial fishing season. Subsequently, from June 19 to July 13, 2021, Cruise 2106-07 took place between Punta Infiernillos and Sama. The results of this cruise did not reveal any abnormal oceanographic conditions or variations in the behavior and structure of *E. ringens*. Therefore, it was considered an extension of Cruise 2102-07 (CASTILLO *et al.*, 2022).

2 IMARPE. 2021a. Informe de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras diciembre 2021. Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático (DGIACC). 94 pp.

El segundo Crucero 2109-11 de Evaluación Hidroacústica de Anchoqueta y Otros Recursos Pelágicos, fue realizado entre Punta Sal y Sama, del 22 de setiembre al 3 de noviembre 2021, cuyos resultados contribuyeron a la elaboración del informe Situación del stock norte-centro de la anchoqueta peruana (*Engraulis ringens*) al mes de noviembre de 2021 y perspectivas de explotación para la segunda temporada de pesca del año 2021 (IMARPE³, 2021c), con el que PRODUCE autorizó el inicio de la segunda temporada de pesca 2021.

Es importante mencionar que, los cruceros de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos representan a una actividad de investigación marina multidisciplinaria en la cual participan investigadores de las Áreas de Acústica-Pesca, Biología y Oceanografía, siguiendo los protocolos establecidos por la Institución y/o empresa pesquera referentes a las medidas sanitarias de prevención frente al COVID-19.

En el presente estudio, solo se describen los resultados acústicos relativos a la distribución por niveles de abundancia y los estimados de biomasa de las especies: anchoqueta (*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. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de investigación

El área geográfica de investigación comprendió de Tumbes a Tacna (Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt-RNSCH), desde 0,3 mn (priorizando la seguridad de la navegación) hasta distancias menores de 120 mn de distancia a la costa.

The second hydroacoustic assessment cruise, Cruise 2109-11, aimed at evaluating *E. ringens* and other pelagic resources was conducted between Punta Sal and Sama from September 22 to November 3, 2021. The results from this cruise contributed to the preparation of the report "Status of the northern-central stock of *Engraulis ringens* as of November 2021 and prospects for the second fishing season of 2021" (IMARPE³, 2021c). This report played a crucial role in obtaining the Peruvian Ministry of Production-PRODUCE's authorization to commence the second fishing season of 2021.

It should be noted that hydroacoustic assessment cruises of pelagic resources represent a multidisciplinary marine research endeavor involving scientists from the fields of Acoustic-Fisheries, Biology, and Oceanography. These cruises adhere to the protocols established by the institution and/or fishing company regarding COVID-19 preventive measures, ensuring the safety of the research personnel.

In this study, we exclusively present the acoustic results regarding the distribution by abundance levels and biomass estimates of the following species: *Engraulis ringens* Jenyns, 1842, *Trachurus murphyi* Nichols, 1920, *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782, *Anchoa nasus* Kner & Steindachner, 1867, *Galeichthys peruvianus* Lütken, 1874, *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837, *Dosidicus gigas* d'Orbigny, 1835, and *Vinciguerria lucetia* Garman, 1899. These findings, derived from both cruises, have contributed to the management reports aimed at achieving their sustainable management with an ecosystem-based approach.

2. MATERIALS AND METHODS

Research area

The research was conducted in the Northern Region of the Humboldt Current System (NRHCS), spanning from Tumbes to Tacna. The investigation covered a range of 0.3 nm (prioritizing navigational safety) to distances within 120 nm offshore.

3 IMARPE. 2021c. Informe "Situación del stock norte-centro de la anchoqueta peruana (*Engraulis ringens*) al 1 de noviembre de 2021 y perspectivas de explotación para la segunda temporada de pesca del año 2021. Inf Inst Mar Perú. 5 de noviembre 2021. 46 pp.

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 la presencia o ausencia de los recursos pelágicos (principalmente de la anchoveta) y/o condiciones adversas por mal tiempo o averías en las embarcaciones. En los cruceros de verano-otoño y primavera, se efectuaron 110 y 77 transectos, respectivamente. El muestreo fue realizado por zonas con respecto a la distancia de costa, los detalles se indican en la Tabla 1, Fig. 1. La L/P Imarpe IV apoyó en la zona costera de 0,3 a 8 mn de la costa, con transectos tipo "zig-zag".

Plataformas de investigación

En el crucero 2102-07, para el muestreo acústico y oceanográfico, participaron el BIC Flores Portugal, la L/P Imarpe IV del IMARPE y las EPs Ribar XVI y Andes 52, teniendo como apoyo a 9 EPs de la SNP para la realización de lances de pesca (muestreos biológicos). En el crucero 2109-11, para el muestreo acústico y oceanográfico participaron el BIC Flores Portugal y las EPs Tasa 314 e Incamar 1, teniendo como apoyo a 6 EPs de la SNP para la realización de lances de pesca. Las embarcaciones del IMARPE también efectuaron muestreos biológicos para la realización de lances de pesca (Tabla 1).

Sampling design

The sampling design employed a systematic approach using transects or perpendicular profiles to the coastline, parallel to each other (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005), with a separation of 10 to 15 nm. Transect length varied based on acoustic protocol, accounting for the presence/absence of pelagic resources (mainly *E. ringens*), adverse conditions, and vessel malfunctions. Summer-autumn and spring cruises conducted 110 and 77 transects, respectively. Sampling was categorized into coastal zones, as detailed in Table 1, Fig. 1. The Imarpe IV vessel conducted zig-zag transects, supporting coastal areas within 0.3 to 8 nm off the coast.

Research platforms

During the cruise 2102-07, the R/V Flores Portugal, L/P Imarpe IV, both belonging to IMARPE, and the F/V Ribar XVI and Andes 52 were involved in acoustic and oceanographic sampling. Nine F/Vs from SNP provided support for fishing operations (biological sampling). In the 2109-11 cruise, the R/V Flores Portugal and F/Vs Tasa 314 and Incamar 1 participated in acoustic and oceanographic sampling, with support from six F/Vs from SNP for fishing operations. IMARPE vessels also conducted biological sampling for fishing hauls (Table 1).

Tabla 1.- Zonas de muestreo acústico de las embarcaciones participantes en los cruceros realizados en el 2021

Table 1. Acoustic sampling zones of vessels participating in cruises during 2021

Embarcaciones	Esloza (m)	Crucero 2102-07				Crucero 2109-11				
		Norte		Sur		Norte		Sur		
		Distancia (mn)	Lugar de la zona	Distancia (mn)	Lugar de la zona	Distancia (mn)	Lugar de la zona	Distancia (mn)	Lugar de la zona	
IMARPE	BIC Flores Portugal	28,45	0 - 40	Punta Sal - Casma	0-52	Punta Infiernillos - Sama	0 - 40 (80)	Talara - Callao	0 - 40 (80)	Callao - Sama
	L/P Imarpe IV	16,60	0 - 8	Paita - Callao	0 - 8	Callao - Chala				
SNP	EP Ribar XVI	56,00	0 - 80	Zorritos - Punta Sal						
			40 - 80	Punta Sal - Callao						
	EP Andes 52	53,40	0 - 40	Casma - Callao	0 - 70	Callao - Punta Infiernillos				
	EP Tasa 314					40 - 80	Punta Sal - Callao	40 - 80	Callao - Ilo	
	EP Incamar 1	77,00				80 - 120	Punta Sal - Callao	80 - 120 (100)	Callao - Atico	
				* EP Región Chavin Ñ	32,69		** EP Chimbote I	44,00		
				* EP Tasa 111	25,04		** EP Chira	32,80		
			* EP Jadranka B	44,50		** EP Polar VI	37,50			
			* EP Atlántico I	43,00		** EP Dorado	37,57			
			* EP Dalmacia	40,10		** EP Casaca	40,00			
			* EP Ana Claudia	25,53		** EP Tasa 419	42,70			
			* EP Polar IV	43,64						
			* EP Tasa 23	31,05						
			* EP Tasa 27	27,70						

Embarcaciones pesqueras con esloza (m) que solamente realizaron lances de pesca en: * Crucero 2102-07 y ** Crucero 2109-11.

BIC: Buque de Investigación Científica, L/P: Lancha Pesquera, EP: Embarcación Pesquera

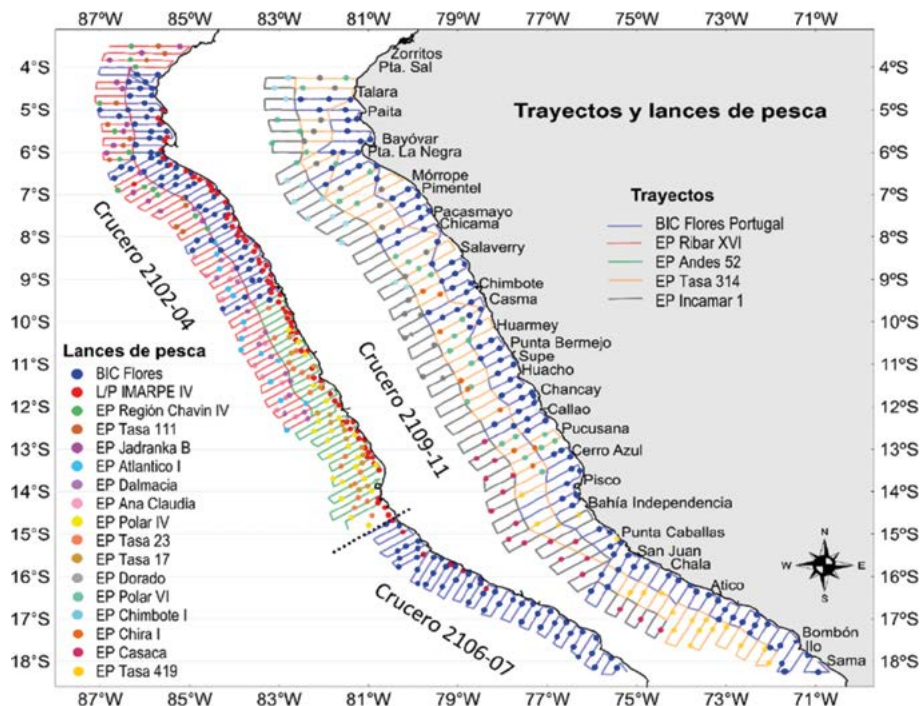


Figura 1.- Trayectos y lances de pesca realizados en los cruceros de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos, 2021

Los símbolos son los lances de pesca y las líneas son los trayectos realizados, cada color corresponde a una embarcación

Figure 1. Fishing trips and hauls made on pelagic hydroacoustic resource assessment cruises (2021)

The symbols are the fishing hauls and the lines are the routes taken; each color corresponds to a vessel

Equipos acústicos

El BIC Flores Portugal cuenta con un ecosonda científica multifrecuencia Simrad EK 80 (18, 38, 70, 120 y 200 kHz) y en la L/P Imarpe IV fue instalada un ecosonda portátil Simrad EY 60 (120 kHz). En el caso de las embarcaciones de la SNP que realizaron muestreos acústicos (EPs Ribar XVI, Andes 52, Tasa 314 e Incamar 1), fueron instaladas un ecosonda científica portátil modelo EK80 SIMRAD, con las frecuencias de emisión de sonido de 38, 70 y 120 kHz. Estos transductores estuvieron sostenidos por un blíster unidos a un tubo de soporte en la banda de babor de la EP.

Calibraciones acústicas

Para las calibraciones acústicas con blanco estándar, se aplicó la metodología ICES (*International Council for the Exploration of the Sea*) (DEMÉR *et al.*, 2015) y la utilizada por SIMMONDS y MACLENNAN (2005).

Las calibraciones de las ecosondas científicas usadas en los muestreos acústicos, fueron realizadas en lugares protegidos de las islas

Acoustic equipment

The R/V Flores Portugal was equipped with a Simrad EK 80 multifrequency scientific echo sounder (18, 38, 70, 120, and 200 kHz), while the L/P Imarpe IV had a portable Simrad EY 60 echo sounder (120 kHz). The SNP vessels involved in acoustic sampling (F/Vs Ribar XVI, Andes 52, Tasa 314, and Incamar 1) were equipped with a portable scientific echo sounder, the EK80 SIMRAD model, emitting sound at frequencies of 38, 70, and 120 kHz. These vessels had transducers mounted on a blister attached to a support tube on the port side of the vessel.

Acoustic calibrations

The acoustic calibrations with a standard target were conducted following the methodology outlined in the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) (DEMÉR *et al.*, 2015) and the one used by SIMMONDS & MACLENNAN (2005).

The calibrations of the scientific echosounders employed for acoustic sampling were carried out at protected locations near San Lorenzo (Callao)

San Lorenzo (Callao) y Lobos de Afuera, y en las bahías de Chimbote y Yasila (Paita).

Lances de pesca

Se usaron redes de arrastre pelágico tipo Granton con aberturas verticales de 8 m en el BIC Flores Portugal y de 6 m para L/P Imarpe IV, teniendo como tiempo de arrastre efectivo entre 8 y 20 min. Las EPs de la SNP, que participaron principalmente para los muestreos biológicos, utilizaron redes de cerco de malla anchovetera de 13 mm de tamaño de malla. El total de lances de pesca realizados en los cruceros 2102-07 y 2109-11 fueron de 348 y 217, respectivamente (Tabla 2).

Identificación de especies

La discriminación acústica fue realizada con el programa EchoView, identificándose 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, CASTILLO, ROBLES, VALDEZ & CORNEJO, 2017; CASTILLO *et al.*, 2009). La detección de cardúmenes de anchoveta fue clasificada en dos categorías: juvenil (ejemplares con modas menores a 12 cm de longitud total-LT) y adulta (ejemplares con modas mayores a 12 cm de LT), de acuerdo a la intensidad del registro del cardumen y por la estructura de talla de los ejemplares muestreados.

and Lobos de Afuera islands, as well as in the bays of Chimbote and Yasila (Paita).

Fishing hauls

The fishing gear used was Granton-type pelagic trawl nets with vertical openings of 8 m in the R/V Flores Portugal and 6 m for L/P Imarpe IV, with effective trawling time between 8 and 20 min. The SNP fishing vessels, primarily involved in biological sampling, utilized 13 mm anchovy mesh-size purse seine nets. A total of 348 and 217 fishing hauls were conducted during the 2102-07 and 2109-11 cruises, respectively (Table 2).

Species identification

Acoustic discrimination was conducted using the EchoView software, with species echo traces identified based on catch composition, echo type, and multifrequency analysis (acoustic frequency response plots of schools) (LA CRUZ, CASTILLO, ROBLES, VALDEZ & CORNEJO, 2017; CASTILLO *et al.*, 2009). *E. ringens* school detection was categorized into two groups: juvenile (individuals with modes smaller than 12 cm total in length, TL) and adult (individuals with modes larger than 12 cm TL), determined by the intensity of the school signal and the size structure of the sampled individuals.

Tabla 2.- Lances de pesca realizados por las embarcaciones participantes en los cruceros 2021

Table 2. Fishing hauls by vessels participating in the 2021 cruises

Embarcaciones	Crucero 2102-07		Crucero 2109-11		Total	Tipo de arte de pesca	
	Norte	Sur	Norte	Sur			
IMARPE	BIC Flores Portugal	74	47	60	50	231	Red de arrastre pelágica
	LP Imarpe IV	64	25			89	Red de arrastre pelágica
SNP	EP Ribar XVI						
	EP Andes 52						
	EP Tasa 314						
	EP Incamar 1						
	EP Región Chavin IV	13				13	Red de cerco anchovetera
	EP Tasa 111	12				12	Red de cerco anchovetera
	EP Jadranka B	16				16	Red de cerco anchovetera
	EP Atlántico I	14				14	Red de cerco anchovetera
	EP Dalmacia	13				13	Red de cerco anchovetera
	EP Ana Claudia	15				15	Red de cerco anchovetera
	EP Polar IV	5	18			23	Red de cerco anchovetera
	EP Tasa 23	8	8			16	Red de cerco anchovetera
	EP Tasa 27	5	11			16	Red de cerco anchovetera
	EP Chimbote 1			13		13	Red de cerco anchovetera
	EP Chira			6	3	9	Red de cerco anchovetera
	EP Polar VI			22	7	29	Red de cerco anchovetera
	EP Dorado			19		19	Red de cerco anchovetera
EP Casaca				18	18	Red de cerco anchovetera	
EP Tasa 419				19	19	Red de cerco anchovetera	
TOTAL	239	109	120	97	565		
	348		217				

Procesamiento acústico

El pos-procesamiento de información y almacenamiento, se efectuaron de acuerdo a los siguientes protocolos internos del Área Funcional Hidroacústica (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 (EDSU) fue de 1 mn, los valores del Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica por Área (NASC, por sus siglas en inglés), en m^2/mn^2 de cada cardumen, fueron medidos por ecointegración (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005).

El mapeo de gráficos de la distribución horizontal o espacial 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 fue realizada a partir de las exportaciones de las regiones trabajadas con el programa *EchoView* (*Myriax software Pty Ltd*) y graficado en el programa R. Para obtener la mejor descripción de los cardúmenes en la columna de agua, no fueron considerados los escasos valores atípicos. Estos valores atípicos fueron determinados mediante la exploración de diagrama de cajas y comparación de medias y medianas, (un valor atípico es una observación diferente al resto de datos que podría indicar pertenencia a poblaciones distintas). El S_v es la fuerza del volumen de retrodispersión acústica expresada en decibeles referidos a 1 metro ($\text{dB re } 1 \text{ m}^{-1}$), dada por la siguiente fórmula:

$$S_v = 10 \log_{10}(s_v)$$

Donde: s_v es el coeficiente del volumen de retrodispersión acústica expresado en m^{-1} , dada por: $S_v = \sum \sigma_{bs}/V$ que es la sumatoria de todos los blancos discretos (o también de la sección transversal de retrodispersión acústica) en el volumen (MACLENNAN, FERNANDES & DALEN, 2002).

Los estimados de abundancia o biomasa fueron obtenidos por el método de estratificación en áreas isoparalitorales de $10 \times 30 \text{ mn}$, descrito

Acoustic processing

The post-processing and storage of data followed the internal protocols of the Hydroacoustic Functional Area (HFA). These protocols include the "Protocol for Collection and Analysis of Echograms during Fishery Resource Assessment Surveys," "Protocol for Data Collection during Hydroacoustic Assessment Cruises of Pelagic Resources," and "Acoustic Protocol for Standardization of Information in Fishery Resource Assessment Cruises." Acoustic samples, referred to as Elementary Sampling Distance Units (ESDUs), were taken at a distance of 1 nautical mile. The Nautical Area Scattering Coefficient (NASC), measured in m^2/mn^2 , was used to quantify the acoustic scattering properties of each fish school using echo integration (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005).

The horizontal distribution mapping of each evaluated species was conducted by interpolating NASC values using the kriging method in the *Surfer* software. The vertical distribution of fish schools was determined based on exports of the processed regions using the *EchoView* software (*Myriax software Pty Ltd*) and visualized in the R software. Outliers, which are observations deviating significantly from the dataset, were excluded to ensure an accurate depiction of fish schools in the water column. Outliers were identified through exploratory analysis, including boxplots and a comparison of means and medians. The S_v represents the acoustic volume backscattering strength measured in decibels relative to 1 meter ($\text{dB re } 1 \text{ m}^{-1}$). It is calculated using the formula:

$$S_v = 10 \log_{10}(s_v)$$

Here, s_v corresponds to the coefficient of acoustic volume backscattering expressed in m^{-1} , given by: $S_v = \sum \sigma_{bs}/V$ which is the sum of all discrete targets (or acoustic backscattering cross-section) within the volume (MACLENNAN, FERNANDES & DALEN, 2002).

Abundance or biomass estimates were derived using the stratification method in $10 \times 30 \text{ nm}$ isoparalittoral areas, as outlined in CASTILLO *et al.*, 2009. Table 3 describes the target strength

en CASTILLO *et al.*, 2009. Las variables utilizadas como ecuaciones de fuerza de blanco (TS) y relación longitud-peso de cada especie esta descrita en la Tabla 3. La estimación de biomasa de la anchoveta fue realizada con la frecuencia de 120 kHz de emisión de sonido. En todas las frecuencias de las ecosondas se aplicaron duración de pulso de 512 μ s.

Para entender la dinámica y el comportamiento agregacional espacio-temporal de la anchoveta, fueron analizados 66.820 y 47.086 cardúmenes a través de los descriptores acústicos (SCALABRIN & MASSÉ, 1993) obtenidos en los cruceros 2102-07 y 2109-11, respectivamente. Los descriptores acústicos de los cardúmenes se presentan en la Tabla 9, con informaciones estadísticas y visualizados en el programa *Power BI Desktop*.

La relación de la presencia de anchoveta con las variables oceanográficas (temperatura, salinidad y oxígeno superficial del mar), fue elaborada 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, NAGASHIMA, YONEZAKI, MATSUKURA & KITAKADO, 2009). En el programa R. Para el análisis de los valores NASC de anchoveta con las imágenes satelitales de clorofila-*a*, fue utilizada la información del satélite del sensor VIIRS/NPP de 4 km, los cuales son recibidos y procesados por el sistema TERASCAN del IMARPE en las fechas correspondientes al desarrollo de los cruceros hidroacústicos.

(TS) equations and length-to-weight ratio (LWR) for each species. The biomass estimation for *E. ringens* relied on a sound emission frequency of 120 kHz. A pulse duration of 512 μ s was uniformly applied to all echo sounder frequencies

A comprehensive analysis of 66,820 and 47,086 *E. ringens* schools was conducted to explore the spatiotemporal dynamics and aggregational behavior. The acoustic descriptors (SCALABRIN & MASSÉ, 1993) derived from the cruises 2102-07 and 2109-11 were utilized. Table 9 presents detailed statistical information and visual representations of the school descriptors, with data visualized using the Power BI Desktop software.

Interpolation was used to obtain oceanographic data for each acoustic sample, enabling the examination of the relationship between the presence of *E. ringens* and oceanographic variables (temperature, salinity, and surface seawater oxygen). The analysis employed the Generalized Additive Model (GAM) approach (HASTIE & TIBSHIRANI, 1990; MURASE, NAGASHIMA, YONEZAKI, MATSUKURA & KITAKADO, 2009). In the R software. The NASC values of *Engraulis ringens* were analyzed in conjunction with chlorophyll-*a* satellite images obtained from the VIIRS/NPP sensor with a 4 km resolution. These satellite data, received and processed by IMARPE's TERASCAN system, corresponded to the dates of the hydroacoustic cruises.

Tabla 3.- Valores utilizados de los coeficientes de relación longitud-peso y ecuaciones de fuerza de blanco (TS) de las especies pelágicas utilizadas el 2021. La función de TS para una longitud del pez (L) es representado por $TS=20 \log L+20$

Table 3. Used values of the length-to-weight ratio coefficients and target strength (TS) equations of the pelagic species analyzed in 2021. The TS function for a fish length (L) is represented by $TS=20 \log L+20$

Especie	Crucero 2102-07 ($W=aL^b$)		Crucero 2109-11 ($W=aL^b$)		Frecuencia (kHz)	Rango (cm)	Promedio (cm)	b_{20}	Referencia
	a	b	a	b					
Anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>)	0,0049 (N-C)	3,1167 (N-C)	0,0033 (N-C)	3,2611 (N-C)	120	6,0 - 8,5	7,0	-81,8	Gutiérrez, 1999
	0,0024 (N-C)	3,359 (N-C)	C)	C)		10,0 - 13,0	11,3	-76,25	Gutiérrez y MacLennan, 1998
	0,0039 (S)	3,163 (S)	0,0023 (S)	3,4377 (S)		> 13,0	15,1	-77,5	MacLennan <i>et al.</i> , 1998
Jurel (<i>Trachurus murphyi</i>)	0,0136	2,802	0,0255	2,7243	120	27,0 - 38,0		-70,8	Gutiérrez <i>et al.</i> , 1999
	0,0186	2,6166						-69,6	Robles <i>et al.</i> , 2017
Caballa (<i>Scomber japonicus</i>)	0,0137	2,8649	0,0049	3,3126	120	26,0 - 30,0		-70,8	Gutiérrez y MacLennan, 1998
	0,0233	2,7757							
Samasa (<i>Anchoa nasus</i>)	0,0054	3,0695	0,0026	3,3857	120	10,0 - 14,5		-86,57	Gutiérrez y Herrera, 1999
Bagre (<i>Galeichthys peruvianus</i>)	0,0108	3,016	0,0192	2,0745	120			-74,1	Castillo <i>et al.</i> , 1998
Múnida (<i>Pleuroncodes monodon</i>)	0,0017	2,5735	0,00125	3,3903	120			-92,70	Gutiérrez, 1999
	0,0005	2,7289							
Pota (<i>Dosidicus gigas</i>)	0,0949	2,6333	0,0021	3,4328	38	12,0 - 24,0		-70,12	Gutiérrez, 2000
	0,0021	3,4328							
Vinciguerra (<i>Vinciguerra lucetia</i>)	0,0061	2,9507	0,0092	2,061	38	3,5 - 6,5		-82,4	Gutiérrez y Herrera, 1999
	0,0200	2,6824							

Datos biológicos

Se colectaron 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 colectaron datos oceanográficos de las variables temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la superficie del mar.

3. RESULTADOS

Calibraciones acústicas de ecosondas científicas

Las variables oceanográficas de temperatura y salinidad en la columna de agua, fueron determinadas en el lugar de calibración y utilizadas en el programa EK80 de las ecosondas científicas que permitieron determinar la velocidad del sonido en el agua de mar, que oscilaron entre 1.509,5 y 1.521,2 m/s en los cruceros realizados.

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 o excelentes ($RMS < 0,2$ dB) en casi todas las embarcaciones (Tabla 4).

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DE RECURSOS PELÁGICOS

Anchoveta

En el crucero 2102-07, su distribución estuvo principalmente concentrada y un poco costera, con las siguientes características: *i*) continuidad entre Paita y Sama, *ii*) entre Chicama-Chimbote y frente a Punta Bermejo fue amplia (0,5 a 80 mn de la costa), *iii*) muy costera o replegada a la costa (0,5 a 30 mn de la costa) entre San Juan de Marcona-Sama y Paita-Mórrope, y *iv*) abundante en la franja costera de las 55 mn con importantes áreas de alta concentración distribuidos entre Mórrope y Atico. La distribución por estructura de talla, indicó que los ejemplares adultos se localizaron principalmente entre Mórrope-Bahía Independencia y los ejemplares juveniles entre Mórrope-Salaverry, Callao-Pucusana y Punta

Biological data

Size structure and LWR data were collected for the various pelagic species under evaluation. In the case of *Engraulis ringens*, the size structure was assessed by weighing the detected integration values (three values before and after each haul with the presence of *E. ringens*).

Oceanographic data

Oceanographic data including temperature, salinity, and dissolved oxygen at the sea surface were collected.

3. RESULTS

Acoustic calibrations of scientific echo sounders

Oceanographic variables, including temperature and salinity in the water column, were measured at the calibration site and used in the EK80 program of the scientific echo sounders to determine the speed of sound in seawater. The recorded values ranged from 1,509.5 to 1,521.2 m/s during the conducted cruises.

The Root Mean Square (RMS) values for acoustic measurements with standard targets, as per the calibration manual scale, were generally classified as highly acceptable or excellent ($RMS < 0.2$ dB across most vessels (Table 4).

HORIZONTAL AND VERTICAL DISTRIBUTION OF PELAGIC RESOURCES

Engraulis ringens

During cruise 2102-07, the distribution of *E. ringens* exhibited distinct patterns, primarily concentrated near the coast. The following characteristics were observed: *i*) continuous presence along the Paita-Sama coast, *ii*) a wide distribution ranging from 0.5 to 80 nm off the coast between Chicama-Chimbote and off Punta Bermejo, *iii*) a close-to-coast or nearshore distribution ranging from 0.5 to 30 nm off the coast between San Juan de Marcona-Sama and Paita-Mórrope, and *iv*) abundant presence in the coastal zone within 55 nm, with significant areas of high concentration between Mórrope and Atico. Analysis of size structure revealed that adult specimens were predominantly found between Mórrope- Independencia Bay, while juvenile specimens were observed between Mórrope-Salaverry, Callao-Pucusana, and Punta

Tabla 4.- Resultado de los datos de desviación de modelos aplicados en las calibraciones acústicas cruceros en el 2021

Table 4. Result of model deviation data applied in acoustic calibrations for research cruises in 2021

Embarcación	Modelo Ecosonda Simrad	Frecuencia (kHz)	Modelo de transductor	Crucero 2102-07			Crucero 2109-11			
				RMS (dB)	Ganancia (dB)	S _A corregido (dB)	RMS (dB)	Ganancia (dB)	s _A corregido (dB)	
IMARPE	BIC Flores Portugal	EK 80	18	ES18	0,27	22,39	-0,13			
			38	ES38-7	0,04	26,84	-0,17	0,11	27,14	-0,28
			70	ES70-7C	0,05	27,74	-0,04	0,17	27,79	-0,04
					0,08	27,84	-0,07			
			120	ES120-7C	0,08	27,13	0,05	0,14	27,22	-0,06
					0,08	27,00	-0,15			
		200	ES200-7C	0,25	27,36	0,07	0,25	26,98	-0,03	
				0,25	26,98	-0,03				
	LP Imarpe IV	EY 60	120	ES120-7C	0,26	24,30	-0,59			
	EP Ribar XVI	EK 80	38	ES38-10	0,07	24,59	0,11			
70			ES70-7C	0,09	27,70	-0,33				
120			ES120-7C	0,12	27,68	-0,08				
	EP Andes 52	EK 80	38	ES38-10	0,07	24,59	-0,08			
70			ES70-7C	0,09	27,70	-0,16				
120			ES120-7C	0,12	27,71	-0,12				
	EP Tasa 314	EK 80	38	ES38-10			0,07	26,91	-0,12	
70			ES70-7C			0,30	27,05	-0,21		
120			ES120-7C			0,05	26,64	0,09		
	EP Incamar 1	EK 80	38	ES38-10			0,07	24,63	0,07	
70			ES70-7C			0,06	27,71	-0,02		
120			ES120-7C			0,28	26,95	-0,05		

RMS (Root Mean Square). Escala de valores del modelo: RMS <0,20 Muy aceptables, RMS 0,20-0,40 aceptables, RMS >0,40 deficientes. La Ganancia y s_A corregido son valores de corrección que el modelo reajusta en el equipo. En el crucero 2102-07 hay dos valores de RMS, ganancia y s_A corregido, que corresponden a los cruceros 2102-04 y 2105-07.

Caballas-Ilo; aunque, la presencia de juveniles fue en casi toda la distribución.

En el crucero 2109-11, su distribución fue más amplia y dispersa, mostrando: *i*) continuidad en casi toda la costa, registrados entre Paita-Atico y Quilca-Sama, *ii*) muy amplia (0,5 a 121 mn de la costa) encontrada entre Mórrope-Cerro Azul, específicamente en Mórrope y entre Huarmey-Cerro Azul, y *iii*) distribución generalmente dispersa con pequeños núcleos de alta concentración localizados entre 1 y 22 mn de Punta La Negra-Mórrope, entre 1 y 20 mn de Pimentel-Chicama, en dos áreas entre Salaverry-Chimbote (entre 1 y 20 mn, y entre 40-70 mn de la costa), en un núcleo entre 20 y 40 mn frente al Callao, entre 1 y 30 mn de Pucusana-Pisco, entre 10 y 42 mn frente a Punta Caballas, y entre 22 y 40 mn de Chala-Atico. En cuanto a la distribución por estructura de tallas, en la zona norte principalmente entre Talara-Pucusana predominaron los ejemplares adultos por las mayores áreas de extensión; mientras que, en el sur (Chancay-Chala) predominaron ejemplares juveniles con importante área de alta concentración cerca de la costa (0,5 a 30 mn de la costa) entre Callao-Pisco, frente a Punta Caballas y en Chala. Los ejemplares adultos se localizaron más distantes a la costa en este crucero (Fig. 2).

Caballas-Ilo. Notably, juveniles were distributed throughout the study area.

During cruise 2109-11, *E. ringens* exhibited a wider and more scattered distribution, characterized by the following: *i*) continuous presence along the entire coast, observed between Paita-Atico and Quilca-Sama, *ii*) extensive distribution (0.5 to 121 nm offshore), particularly between Mórrope-Cerro Azul and Huarmey-Cerro Azul, and *iii*) generally dispersed distribution with small high-concentration nuclei located between 1 and 22 nm from Punta La Negra-Mórrope, between 1 and 20 nm from Pimentel-Chicama, in two areas between Salaverry-Chimbote (between 1 and 20 nm and between 40-70 nm offshore), in a nucleus between 20 and 40 nm off Callao, between 1 and 30 nm from Pucusana-Pisco, between 10 and 42 nm off Punta Caballas, and between 22 and 40 nm from Chala-Atico. Regarding size structure distribution, adult specimens predominated in the northern zone, mainly between Talara-Pucusana, due to larger areas of extension. In the southern zone (Chancay-Chala), juvenile specimens predominated, with a significant high-concentration area near the coast (0.5 to 30 nm offshore) between Callao-Pisco, off Punta Caballas, and in Chala. Adult specimens were located farther offshore during this cruise (Fig. 2).

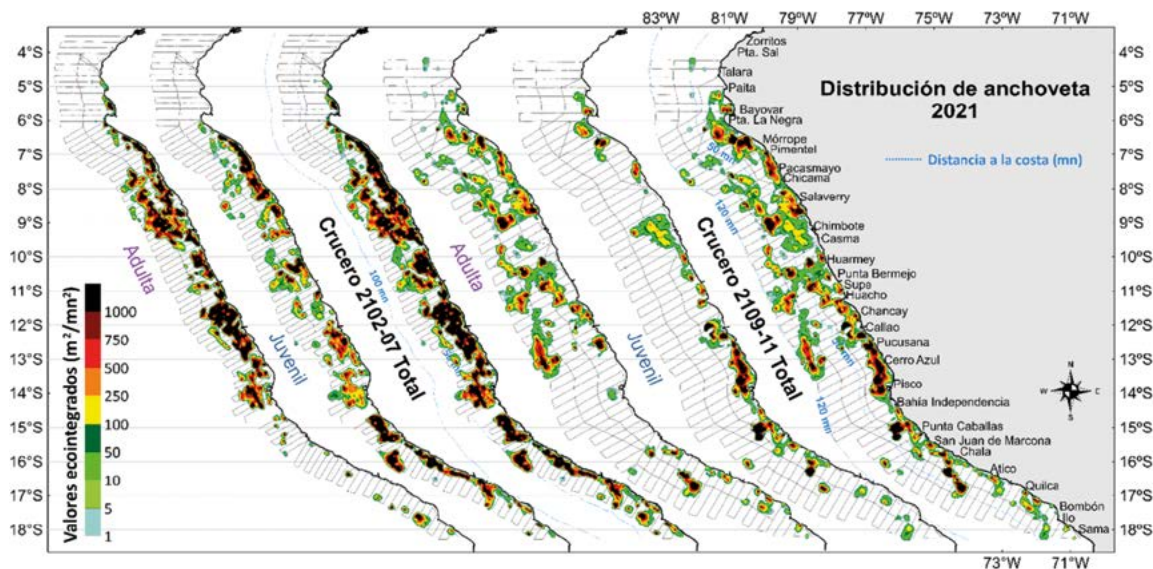


Figura 2.- Distribución espacial de anchoveta de acuerdo a niveles de ecointegración, cruceros 2102-07 y 2109-11. Se indica para cada crucero la distribución de ejemplares adultos (moda: > 12 cm), distribución de juveniles (moda: < 12 cm) y distribución total

Figure 2. Spatial distribution of *E. ringens* based on echo integration levels in cruises 2102-07 and 2109-11. The distribution of adult specimens (mode: > 12 cm), juvenile distribution (mode: < 12 cm), and overall distribution are provided for each cruise

A nivel vertical, en el crucero 2102-07, los cardúmenes de anchoveta se registraron entre 0,89 y 77,09 m con promedio en 9,42 m. Los cardúmenes principalmente se registraron en la capa superficial de 30 m entre Paita-Punta Infiernillos y Atico-Sama; mientras que, los más profundos se encontraron entre bahía Independencia-Atico. Se observó mayor abundancia en gran parte del litoral (valores muy densos entre -41 y -46 dB). Los valores de volumen de retrodispersión acústica (S_v) que indican niveles de abundancia, mostraron que en las horas diurnas (S_v promedio en -42,04 dB) esta fue mayor con respecto a las horas nocturnas (S_v promedio en -44,30 dB), disminuyendo paulatinamente a mayores profundidades (Fig. 3).

Verticalmente, en el crucero 2109-11 los cardúmenes se encontraron a 14,80 m de profundidad media, con rango entre 1,23 y 99,06 m. Los más someros se registraron frente a Punta Sal, entre Paita-Bayóvar y entre Ocoña-Sama, los más profundos entre bahía Independencia-Atico. Las mayores abundancias fueron detectadas en horas del día (S_v promedio -43,78 dB), que en la noche (S_v promedio -48,62 dB); en ambos casos, las mayores abundancias decrecieron ligeramente hasta los 60 m, para luego incrementarse hasta los 100 m (Fig. 4).

Vertically, during cruise 2102-07, the *E. ringens* schools were recorded between 0.89 and 77.09 m, with an average depth of 9.42 m. The schools were primarily concentrated in the surface layer up to 30 m depth, spanning from Paita to Punta Infiernillos and Atico to Sama. Deeper schools were observed between Independencia Bay and Atico. Along the coast, there was a notable abundance of *E. ringens*, with dense values ranging from -41 y -46 dB. The acoustic volume backscattering values (S_v) which serve as an indicator of abundance, revealed higher levels during daylight hours (average S_v at -42.04 dB) compared to nighttime hours (average S_v at -44.30 dB). The abundance gradually decreased with increasing depth (Fig. 3).

At the vertical level, during cruise 2109-11, the *E. ringens* schools were found at a mean depth of 14.80 m, ranging from 1.23 to 99.06 m. The shallower schools were observed off Punta Sal, between Paita and Bayóvar, and between Ocoña and Sama, while the deeper ones were detected between Independencia Bay and Atico. The highest abundances were recorded during daylight hours (mean S_v -43.78 dB), compared to nighttime hours (mean S_v -48.62 dB). In both cases, the highest abundances slightly decreased until 60 m in depth and then showed an increasing trend up to 100 m (Fig. 4).

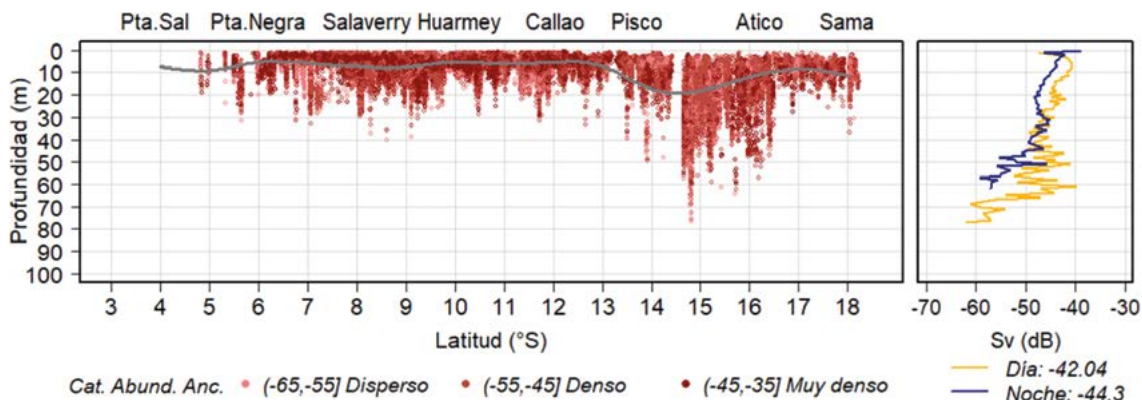


Figura 3.- Distribución vertical de cardúmenes de anchoveta en categorías de abundancia por grado de latitud. A la derecha: distribución vertical del Sv con respecto al día y la noche. Crucero 2102-07

Figure 3. Vertical distribution of *E. ringens* schools in abundance categories by degree of latitude. Right side: the vertical distribution of Sv in relation to day and night. Cruise 2102-07

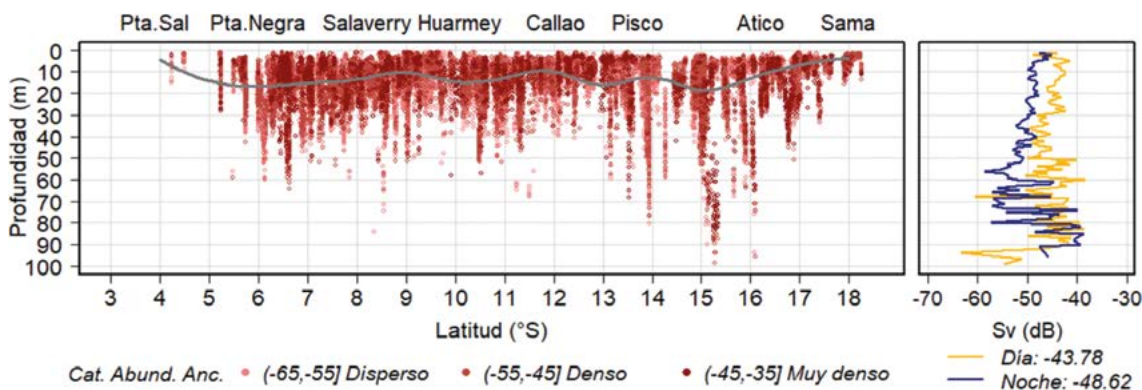


Figura 4.- Distribución vertical de cardúmenes de anchoveta en categorías de abundancia por grado de latitud. A la derecha: distribución vertical del Sv con respecto al día y la noche. Crucero 2109-11

Figure 4. Vertical distribution of *E. ringens* schools in abundance categories by degree of latitude. Right side: the vertical distribution of Sv in relation to day and night. Cruise 2109-11

Jurel y caballa

La presencia del jurel fue escasa en todo el año, en el crucero 2102-07 en la zona norte se registraron en núcleos reducidos y aislados con características muy dispersas, mientras que en el sur se detectó entre 33-52 mn de San Juan de Marcona con características densas o alta concentración, entre 2-20 mn de la costa de Atico, y entre 19-40 mn frente a Ocoña. En el crucero 2109-11, fue registrado en diversas áreas localizadas entre 20 y 120 mn de distancia a la costa de Cerro Azul-Sama, los núcleos reducidos de alta abundancia se encontraron entre 100 y 120 mn frente a Pisco y entre 30 y 45 mn de la costa de Punta Caballas. En ambos cruceros, tuvo mayor presencia y abundancia en la zona sur (Fig. 5).

Trachurus murphyi and *Scomber japonicus*

The presence of *T. murphyi* was limited throughout the year. During cruise 2102-07, it exhibited scattered distribution with isolated clusters and low abundance in the northern zone, while in the southern zone, it was more concentrated between 33-52 nm off San Juan de Marcona, 2-20 nm off Atico, and 19-40 nm off Ocoña. In cruise 2109-11, *T. murphyi* was recorded in various areas between 20 and 120 nm off Cerro Azul-Sama, with higher abundance observed between 100 and 120 nm off Pisco and 30 and 45 nm off Punta Caballas. The southern zone exhibited a greater presence and abundance of *T. murphyi* in both cruises (Fig. 5).

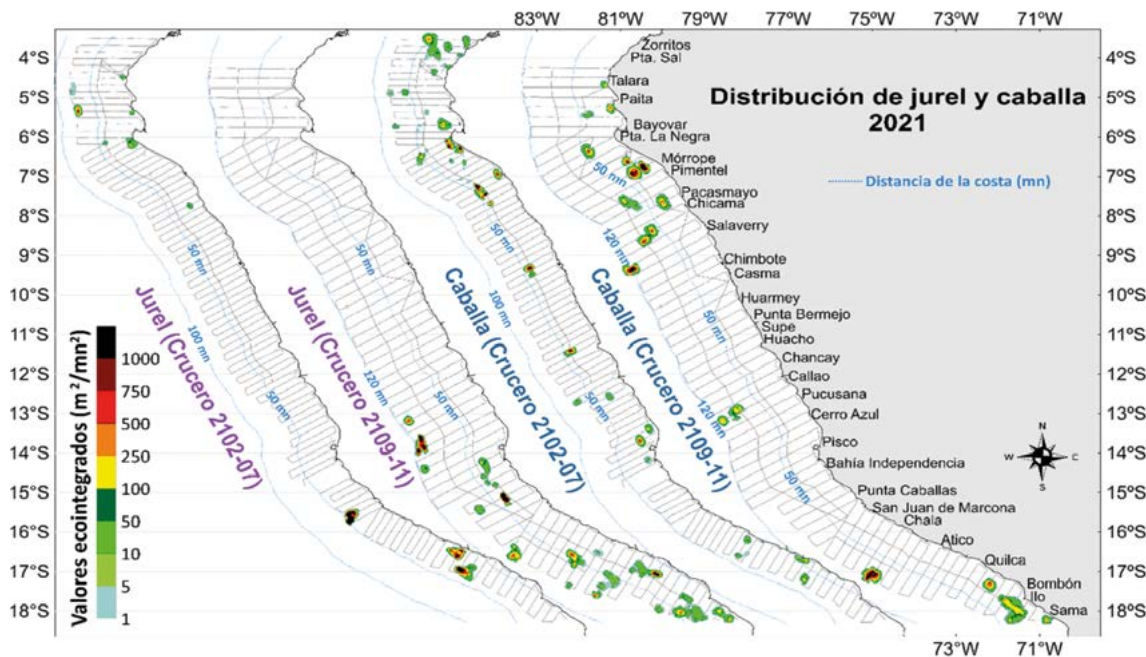


Figura 5.- Distribución espacial del jurel y la caballa de acuerdo a niveles de ecointegración, cruceros 2102-07 y 2109-11

Figure 5. Spatial distribution of *T. murphyi* and *S. japonicus* according to echo integration levels, cruises 2102-07 and 2109-11

En cuanto a la caballa tuvo las mismas características que el jurel, fue registrada en pequeñas áreas aisladas. En el crucero 2102-07, fue encontrada en diversos núcleos pequeños distribuidos entre Zorritos-Ocoña, con mayor presencia entre Zorritos-Pacasmayo. En el crucero 2109-11 se observó un ligero desplazamiento hacia el sur, registrándose en pequeños núcleos aislados distribuidos entre 1 y 120 mn de la costa, principalmente entre Talara-Chimbote, otros núcleos fueron localizados frente a Pucusana, Atico y entre Ocoña-Sama; los núcleos de alta concentración de caballa fueron registrados entre Mórrope-Pimentel, en un área alejada de la costa de Salaverry y de Atico (Fig. 5).

En cuanto a la distribución vertical las dos especies se visualizaron en el ecograma a través de ecotrazos en forma de plumas en la capa superficial. En el crucero 2102-07 el jurel se detectó entre 1,37 y 47,74 m, con profundidad promedio en 11,28 m; mientras que, la caballa se registró entre 1,29 y 55,75 m, con promedio en 8,86 m. La mayor abundancia de jurel se registró entre 20 y 36 m de profundidad frente a San Juan de Marcona con un valor de S_v que alcanzó a -34,00 dB, el promedio en toda la columna de agua fue -42,74 dB. En el caso de la

Regarding *S. japonicus*, it exhibited similar characteristics to *T. murphyi*, being observed in small, isolated areas. During cruise 2102-07, it was found in scattered small clusters distributed between Zorritos and Ocoña, with a higher presence observed between Zorritos and Pacasmayo. In cruise 2109-11, a slight southward shift was observed, with *S. japonicus* recorded in isolated clusters distributed between 1 and 120 nm offshore, primarily between Talara and Chimbote. Additional clusters were located off Pucusana, Atico, and between Ocoña and Sama. Notably, high-concentration clusters of *S. japonicus* were identified between Mórrope and Pimentel, in an offshore area distant from the coasts of Salaverry and Atico (Fig. 5).

In terms of vertical distribution, both species exhibited feather plume-like echo traces in the echogram within the surface layer. During cruise 2102-07, *T. murphyi* was detected at depths ranging from 1.37 to 47.74 m, with an average depth of 11.28 m. *S. japonicus*, on the other hand, was recorded between 1.29 and 55.75 m, with an average depth of 8.86 m. The highest abundance of *T. murphyi* was observed between 20 and 36 m off San Juan de Marcona, with an S_v value of -34.00 dB. The average S_v for the species across the water column was -42.74 dB. As for *S. japonicus*,

caballa, la mayor abundancia estuvo entre 8 y 34 m de profundidad (S_v entre -42,00 y 48,00 dB, con promedio en -45,80 dB) (Fig. 6).

the greatest abundance was found between 8 and 34 m (S_v ranging from -42.00 to 48.00 dB, with an average S_v of -45.80 dB) (Fig. 6).

Durante el crucero 2109-11, el jurel se encontró entre 1,47 y 119,27 m con profundidad promedio en 14,55 m; mientras que, la caballa se registró entre 1,48 y 106,15 m con promedio en 31,43 m. Para ambas especies, la distribución de sus abundancias a nivel vertical fue casi constante en la columna de agua, la caballa tuvo mayor abundancia (S_v promedio en -44,47 dB) con respecto al jurel (S_v promedio en -47,81 dB). Los cardúmenes de jurel más profundos se encontraron entre Chala-Quilca y los más profundos de caballa entre Mórrope-Pimentel (Fig. 7).

During cruise 2109-11, *T. murphyi* exhibited a depth range of 1.47 to 119.27 m, with an average depth of 14.55 m. *S. japonicus*, on the other hand, displayed a depth range of 1.48 to 106.15 m, with an average depth of 31.43 m. Both species showed relatively constant vertical distribution of abundance throughout the water column. *Scomber japonicus* displayed higher abundance (mean S_v : -44.47 dB) compared to *Trachurus murphyi* (mean S_v : -47.81 dB). Deeper schools of *T. murphyi* were found between Chala and Quilca, while deeper schools of *S. japonicus* were observed between Mórrope and Pimentel (Fig. 7).

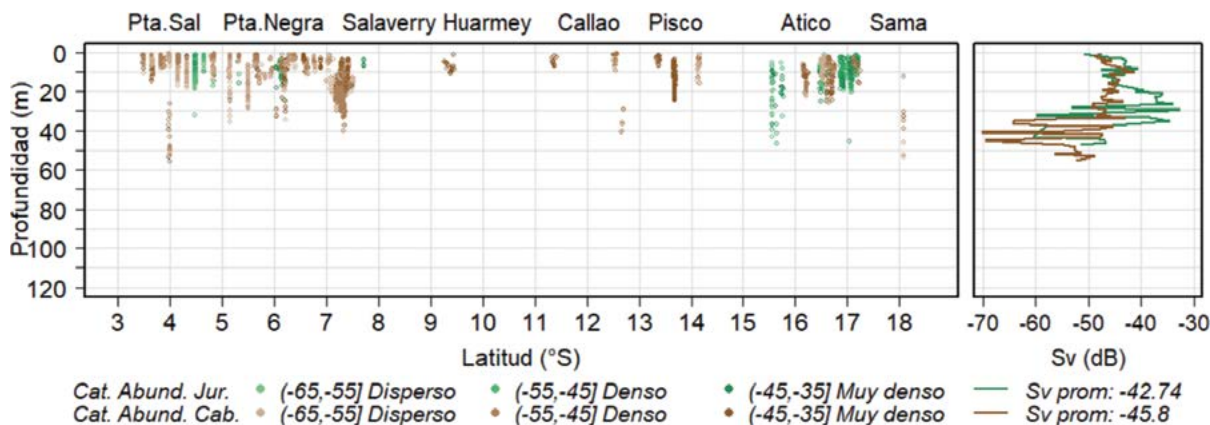


Figura 6.- Distribución vertical de cardúmenes de jurel y caballa en categorías de abundancia por grado de latitud. A la derecha: distribución vertical del S_v de cada especie. Crucero 2102-07

Figure 6. Vertical distribution of *T. murphyi* and *S. japonicus* schools in abundance categories by degree of latitude, on the right side the vertical distribution of S_v for each species. Cruise 2102-07

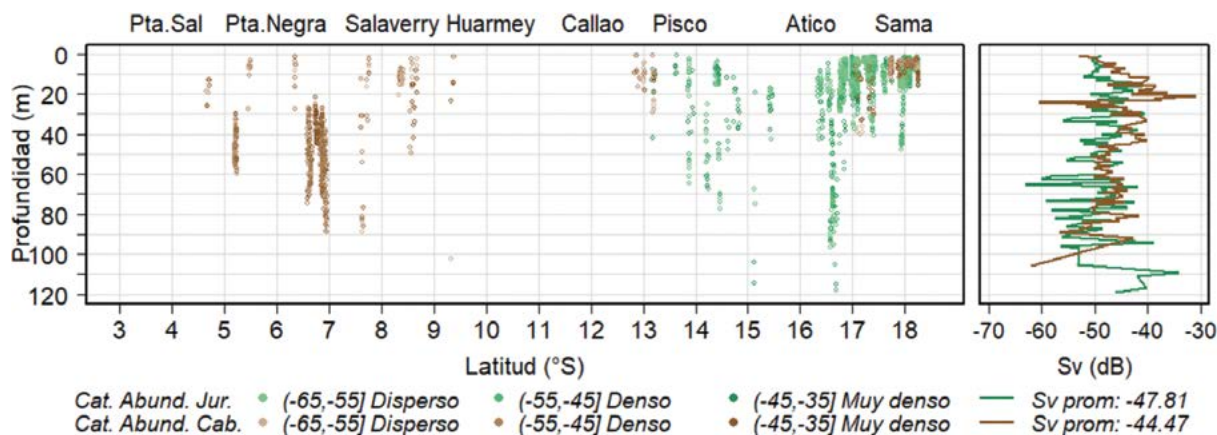


Figura 7.- Distribución vertical de cardúmenes de jurel y caballa en categorías de abundancia por grado de latitud. A la derecha: distribución vertical del S_v de cada especie. Crucero 2109-11

Figure 7. Vertical distribution of *T. murphyi* and *S. japonicus* schools in abundance categories by degree of latitude, on the right side the vertical distribution of S_v for each species. Cruise 2109-11

Samasa y bagre

Estas especies costeras en ese año estuvieron casi ausentes, principalmente la samasa. En el crucero 2102-07, la samasa fue localizada frente a Punta la Negra y frente a Mórrope a distancias menores de 12 mn de la costa; mientras que el bagre se encontró en dos zonas, la primera fue continua en la franja costera de las 20 mn entre Mórrope-Chimbote, en esta misma área se encontraron dos núcleos alejados entre Chicama-Chimbote ubicadas entre 34 y 51 mn de la costa, y la segunda en un área costera en la bahía de Pisco (Fig. 8).

En el crucero 2109-11, la samasa se encontró en un área reducida al sur de Punta La Negra (entre 0,2 y 13 mn de la costa), y el bagre fue detectado en la franja costera de las 15 mn entre Punta La Negra-Pimentel y entre Chancay-Callao (Fig. 8).

Verticalmente ambas especies se encontraron en la capa superficial de 46 m de profundidad. En el crucero 2102-07 la samasa se registró entre 1,28 y 22,54 m de profundidad, con media en 6,99 m y S_v promedio de -47,27 dB; mientras que, las agregaciones de bagre se encontraron entre 1,11 y 44,80 m de profundidad, con media en 11,04 m y S_v promedio de -46,66 dB. La abundancia del bagre decreció a nivel de la profundidad, predominando la categoría de abundancia dispersa (Fig. 9).

Anchoa nasus and Galeichthys peruvianus

In 2021, these coastal species, particularly *A. nasus*, were scarce. During cruise 2102-07, *A. nasus* was primarily found near Punta la Negra and Mórrope, within 12 nm offshore. *G. peruvianus* exhibited a different distribution, with one continuous zone along the coastal strip within 20 nm between Mórrope and Chimbote. Additionally, two isolated nuclei were observed between Chicama and Chimbote, ranging from 34 to 51 nm offshore. Another coastal area of *G. peruvianus* presence was identified within Pisco Bay (Fig. 8).

During cruise 2109-11, *A. nasus* was found in a restricted area south of Punta La Negra (0.2 to 13 nm offshore), while *G. peruvianus* was detected along the coastal strip within 15 nm between Punta La Negra-Pimentel and Chancay-Callao (Fig. 8).

Vertically, both species were primarily observed within the surface layer at a depth of 46 m. In cruise 2102-07, *A. nasus* was recorded at depths ranging from 1.28 to 22.54 m, with an average depth of 6.99 m and an average S_v of -47.27 dB. Meanwhile, aggregations of *G. peruvianus* occurred between depths of 1.11 and 44.80 m, with a mean depth of 11.04 m and an average S_v of -46.66 dB. The abundance of *G. peruvianus* decreased with increasing depth, with a predominance of the scattered abundance category (Fig. 9).

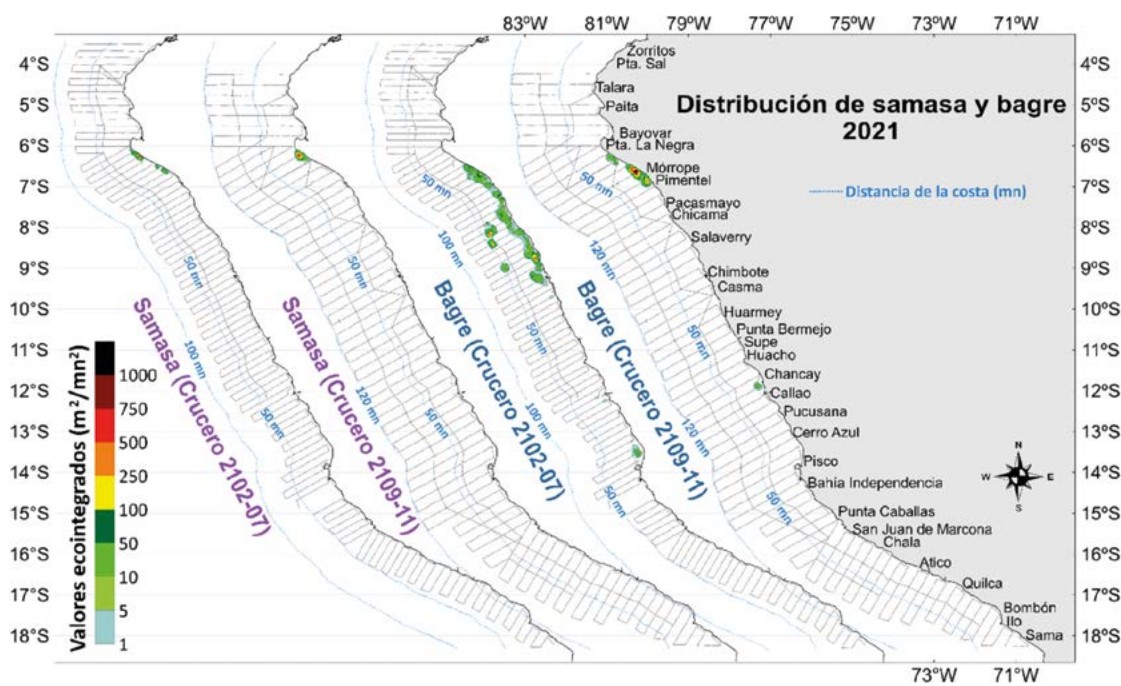


Figura 8.- Distribución espacial de samasa y bagre de acuerdo a niveles de ecointegración, cruceros 2102-07 y 2109-11

Figure 8. Spatial distribution of *A. nasus* and *G. peruvianus* according to echo integration levels, cruises 2102-07 and 2109-11

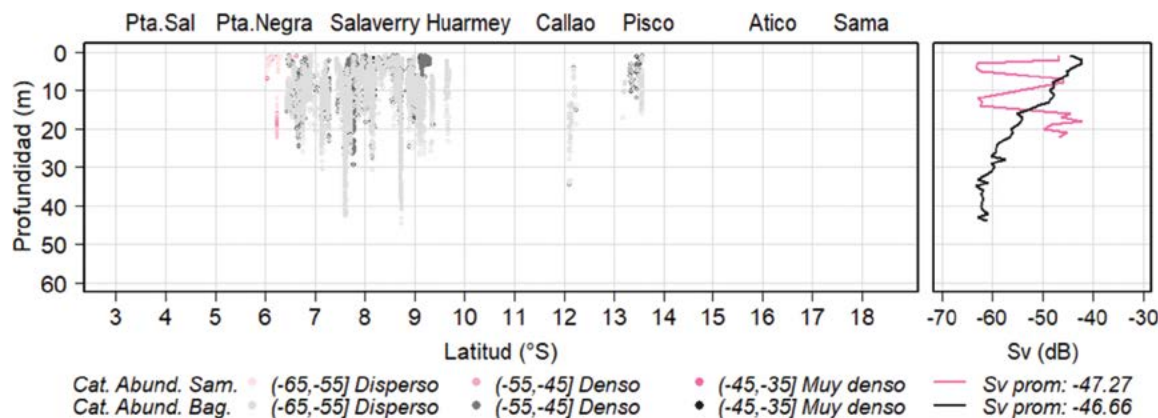


Figura 9.- Distribución vertical de cardúmenes de samasa y bagre en categorías de abundancia por grado de latitud. A la derecha: distribución vertical del S_v de ambas especies. Crucero 2102-07

Figure 9. Vertical distribution of *A. nasus* and *G. peruvianus* schools in abundance categories by degree of latitude, on the right side the vertical distribution of S_v for both species. Cruise 2102-07

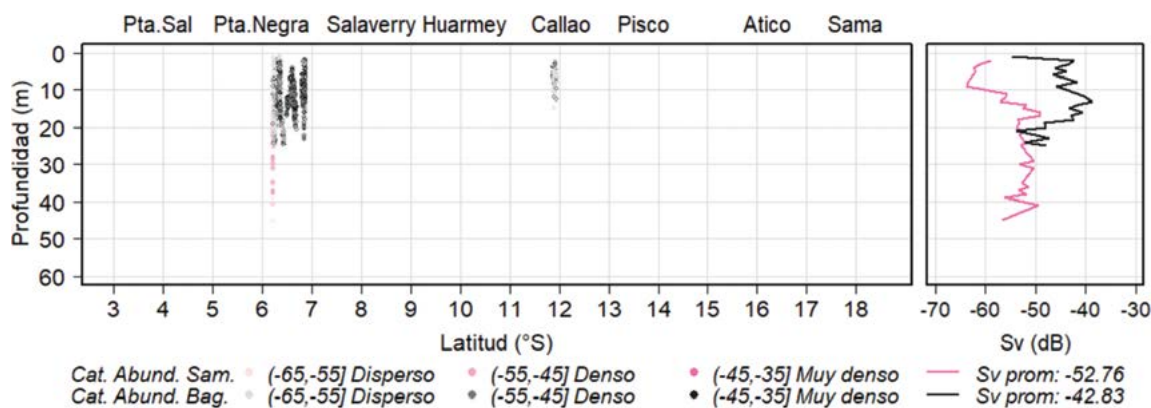


Figura 10.- Distribución vertical de cardúmenes de samasa y bagre en categorías de abundancia por grado de latitud. A la derecha: distribución vertical del S_v de ambas especies. Crucero 2109-11

Figure 10. Vertical distribution of *A. nasus* and *G. peruvianus* schools in abundance categories by degree of latitude, on the right side the vertical distribution of S_v for both species. Cruise 2109-11

En el crucero 2109-11 la samasa estuvo localizada entre 2,54 y 45,57 m de profundidad con media en 20,75 m y S_v promedio a nivel vertical de -52,76 dB, las mayores abundancias se localizaron entre 18 y 41 m de profundidad; mientras que, las agregaciones de bagre se registraron entre 1,24 y 25,19 m de profundidad con media en 10,35 m, la mayor abundancia fue registrada en la capa superficial de los 20 m, siendo el S_v promedio de -42,83 dB en la columna de agua (Fig. 10).

Múnida

La múnida es un crustáceo abundante en la zona costera, cuya distribución generalmente es compartida con la anchoveta. En el crucero 2102-07 tuvo distribución continua de Chicama a bahía Independencia entre 0,5 y 60 mn de la costa con núcleos de concentración en Salaverry, Chimbote y Chancay; entre Punta Infiernillos-

During cruise 2109-11, *A. nasus* was found within the depth range of 2.54 to 45.57 m, with a mean depth of 20.75 m and a vertical average S_v of -52.76 dB. The highest abundances were observed between 18 and 41 m in depth. Conversely, *G. peruvianus* aggregations were recorded between depths of 1.24 and 25.19 m, with a mean depth of 10.35 m. The highest abundance was observed within the surface layer of 20 m, with an average S_v of -42.83 dB throughout the water column (Fig. 10).

Pleuroncodes monodon

P. monodon, a plentiful crustacean in the coastal area, commonly shares its distribution with *E. ringens*. During cruise 2102-07, it exhibited a continuous distribution from Chicama to Independencia Bay, spanning 0.5 to 60 nm offshore, with concentrated nuclei observed in Salaverry, Chimbote, and Chancay. Along the

Ocoña generalmente en la franja costera de las 18 mn con algunos núcleos de alta agregación, y entre Ocoña-Sama tuvo mayor extensión en la distribución, que alcanzó hasta 38 mn con dos núcleos de alta agregación localizados de Bombón a Ilo.

En el crucero de primavera 2109-11 fue encontrada en forma continua entre la isla Lobos de Tierra-Ilo, distribuida en la franja costera de 50 mn, con dos zonas de alta concentración ubicadas entre Pacasmayo-Salaverry y entre bahía Independencia-Punta Caballas (Fig. 11).

Distribución vertical de múnida: en las horas del día forma agregaciones representando cordones ondulados continuos y en las horas nocturnas se dispersa en la capa superficial del mar. En el crucero 2102-07 fue detectada entre 1,41 y 147,64 m de profundidad, con promedio en 17,50 m. En la zona comprendida entre Chicama-bahía Independencia, se registró principalmente en la capa superficial de 25 m, con media en 9,97 m. Se observaron agregaciones densas mayores de -45 dB principalmente entre Salaverry-Pisco; en la zona comprendida entre Punta Infiernillos-Sama

Punta Infiernillos-Ocoña stretch, it predominantly occurred within the 18 nm coastal zone, displaying some high aggregation nuclei. Furthermore, its distribution extended up to 38 nm between Ocoña and Sama, with two notable highly aggregated nuclei located from Bombón to Ilo.

In the spring cruise 2109-11, *P. monodon* exhibited a continuous distribution along a 50 nm coastal strip between Lobos de Tierra Island and Ilo. Notably, two areas of high concentration were identified: one between Pacasmayo and Salaverry, and another between Independencia Bay and Punta Caballas (Fig. 11).

Vertical distribution of *P. monodon* exhibits continuous undulating aggregations during daylight hours while dispersing in the surface layer of the sea at night. In cruise 2102-07, it was found between depths of 1.41 and 147.64 m, with an average depth of 17.50 m. Along the Chicama-Independencia Bay zone, it mainly occurred in the 25 m surface layer, with a mean depth of 9.97 m. Denser aggregations, with values below -45 dB, were observed primarily between Salaverry and Pisco. In the Punta Infiernillos-Sama zone,

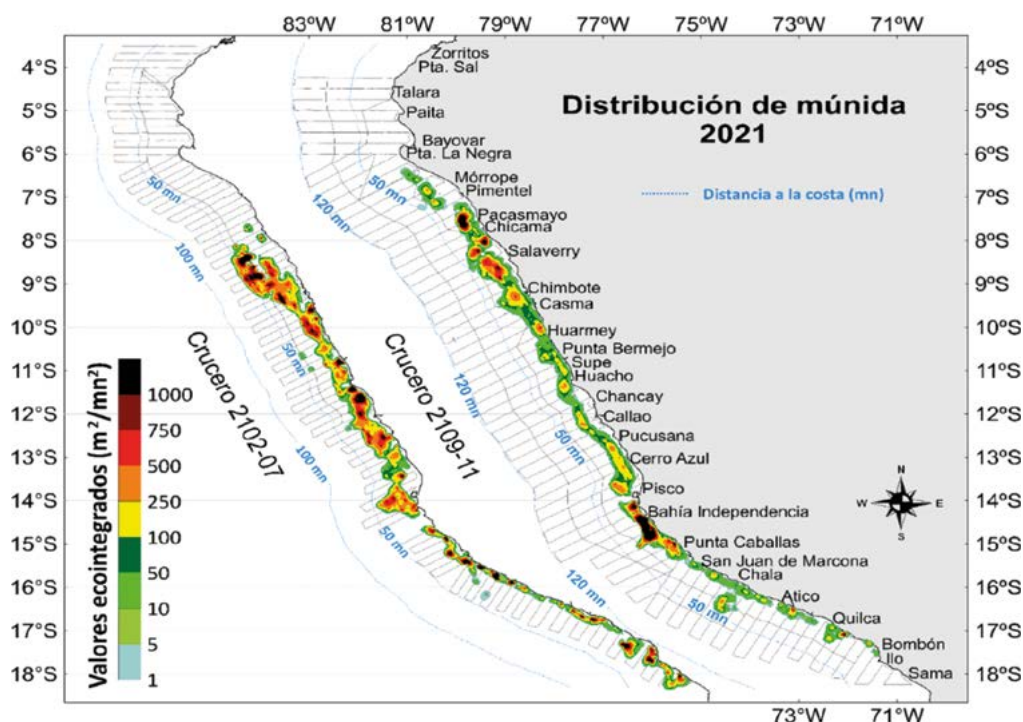


Figura 11.- Distribución espacial de la múnida de acuerdo a niveles de eointegración, cruceros 2102-07 y 2109-11

Figure 11. Spatial distribution of *P. monodon* according to echo integration levels, cruises 2102-07 and 2109-11

se registró a mayores profundidades con media de 26,22 m. Los registros de energía de Sv promedio fueron casi similares en horas diurnas (Sv promedio 50,43 dB) y nocturnas (Sv promedio en -52,12 dB) con un mismo tipo de comportamiento a nivel vertical; hubo leve disminución en su abundancia a mayores profundidades (Fig. 12).

it extended to greater depths, with an average depth of 26.22 m. Average Sv energy values were similar during daylight (mean Sv: 50.43 dB) and nighttime (mean Sv: -52.12 dB) hours, indicating consistent vertical behavior. A slight decrease in abundance was observed at greater depths (Fig. 12).

En el crucero 2109-11, la múnida se distribuyó entre 1,41 y 116,39 m de profundidad con promedio 22,73 m, los registros más profundos se localizaron entre Pisco-Punta Caballas, las agregaciones más superficiales se registraron entre la isla Lobos de Tierra-Pimentel, frente a Huarmey y a Cerro Azul. Los registros de energía de Sv fueron casi similares en las horas diurnas como nocturnas, con un mismo tipo de comportamiento a nivel vertical y con una ligera disminución de su abundancia a mayores profundidades (Fig. 13).

During cruise 2109-11, *P. monodon* exhibited a vertical distribution ranging from 1.41 to 116.39 m, with an average depth of 22.73 m. The deepest concentrations were observed between Pisco and Punta Caballas, while shallower aggregations were found between Lobos de Tierra Island and Pimentel, off the coast of Huarmey and Cerro Azul. Sv energy records showed a consistent pattern both during daylight and nighttime hours, with a slight decrease in abundance at greater depths (Fig. 13).

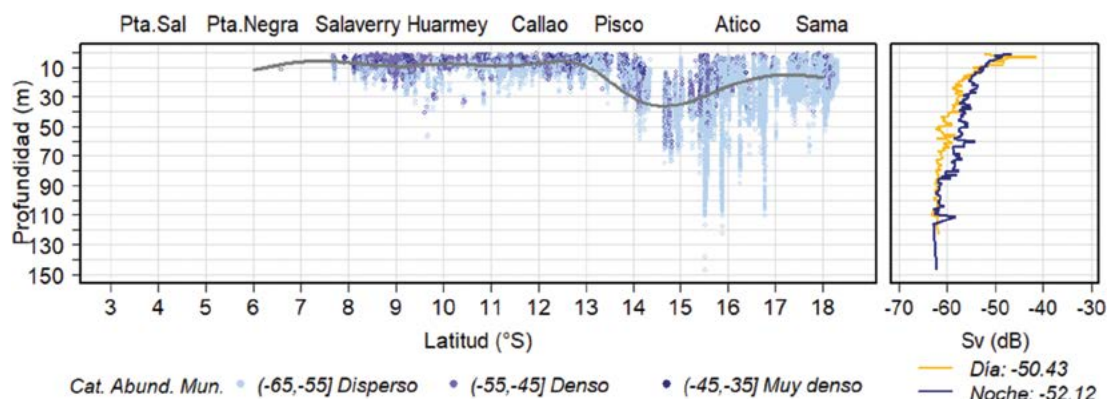


Figura 12.- Distribución vertical de agregaciones de múnida en categorías de abundancia por grado de latitud. A la derecha: distribución vertical del Sv con respecto al día y la noche. Crucero 2102-07

Figure 12. Vertical distribution of *P. monodon* aggregations in abundance categories by degree of latitude, on the right side the vertical distribution of Sv in relation to day and night. Cruise 2102-07

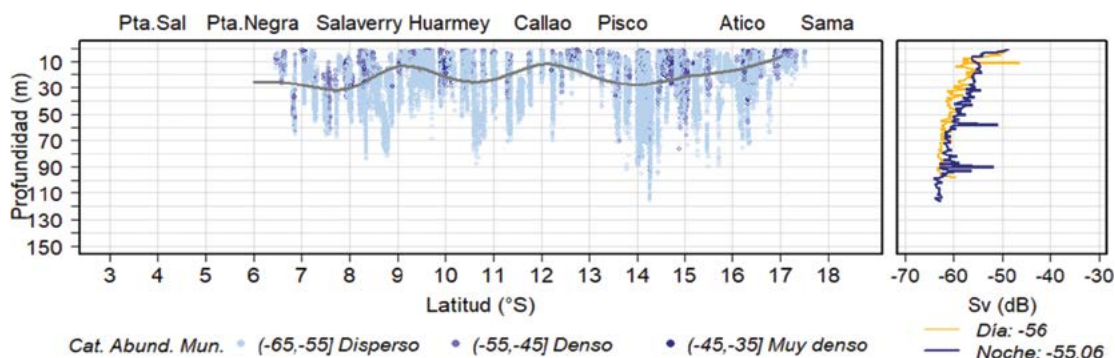


Figura 13.- Distribución vertical de agregaciones de múnida en categorías de abundancia por grado de latitud. A la derecha: distribución vertical del Sv con respecto al día y la noche. Crucero 2109-11

Figure 13. Vertical distribution of *P. monodon* aggregations in abundance categories by degree of latitude, on the right side the vertical distribution of Sv in relation to day and night. Cruise 2109-11

Pota y vinciguerría

Estas especies mesopelágicas son propias de las aguas oceánicas que se acercan hacia la costa junto con las mencionadas aguas.

En el crucero 2102-07, el cefalópodo pota o calamar gigante se registró en pequeños núcleos o áreas reducidas con agregaciones muy dispersas, generalmente alejados de la costa. Se encontró principalmente en dos zonas, la primera, entre 4 y 80 mn de la costa entre Zorritos-Chicama, y la segunda, entre 36-80 mn de la costa de Huarney a Chala. En tanto, la vinciguerría se detectó en pequeños núcleos aislados distribuidos en toda la costa; en la zona comprendida entre Punta Sal-Pimentel se halló entre 1 y 80 mn de la costa, y en la zona comprendida entre Casma-Ilo se registró entre 15 y 80 mn de la costa (Fig. 14).

En el crucero 2109-11, la pota mostró principalmente agregaciones dispersas, entre 25 y 72 mn de la costa de Punta Sal a Paita, entre 2 y 32 mn a la costa de Punta La Negra, entre 25 y 40 mn de Punta Bermejo-Pucusana, entre 40 y 55 mn de San Juan de Marcona y entre 15 y 30 mn de Atico-Ocoña. La vinciguerría se encontró principalmente entre Punta Sal-Pimentel, Casma-San

Dosidicus gigas and *Vinciguerría lucetia*

These mesopelagic species are characteristic of oceanic waters that approach the coast along with the aforementioned waters.

During cruise 2102-07, the cephalopod *D. gigas* was observed in small, sparsely distributed clusters located at a distance from the coast. It exhibited two main distribution zones: the first extended from 4 to 80 nm offshore, encompassing the area between Zorritos and Chicama, while the second spanned from Huarney to Chala, ranging from 36 to 80 nm offshore. In contrast, *V. lucetia* was detected in isolated clusters scattered along the entire coastline. Its presence was recorded between 1 and 80 nm from the coast in the Punta Sal-Pimentel area, and between 15 and 80 nm offshore in the Casma-Ilo area (Fig. 14).

During cruise 2109-11, *D. gigas* was predominantly observed in scattered aggregations situated between 25 and 72 nm offshore, ranging from Punta Sal to Paita, 2 to 32 nm from Punta La Negra, 25 to 40 nm from Punta Bermejo to Pucusana, 40 to 55 nm off San Juan de Marcona, and 15 to 30 nm from Atico to Ocoña. In contrast, *V. lucetia* exhibited a primary presence between Punta Sal and Pimentel, Casma and San Juan de

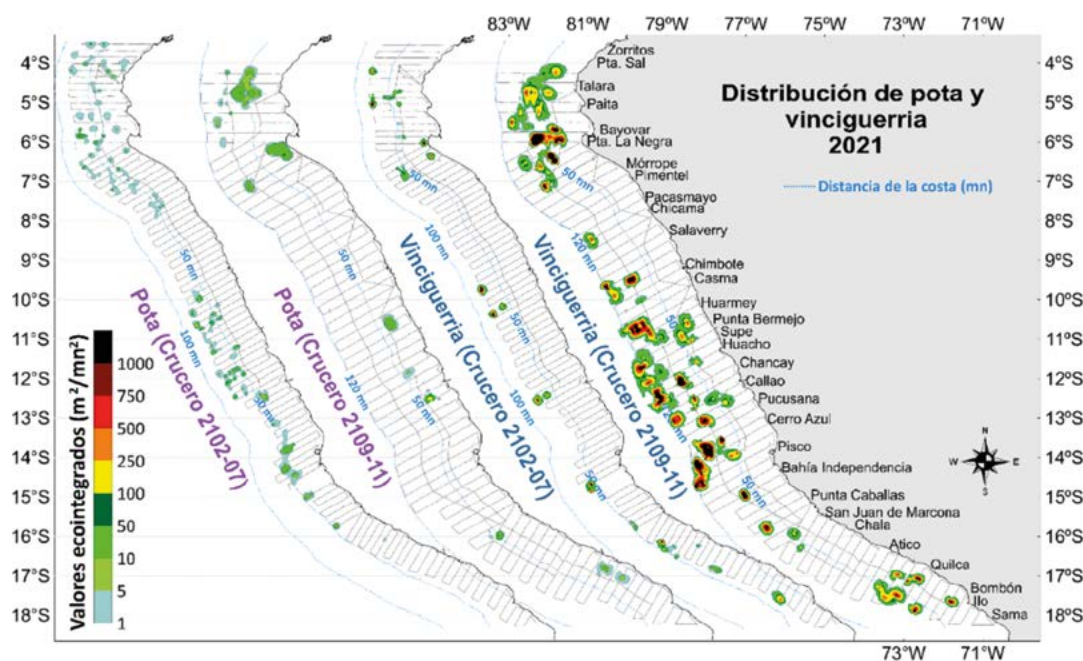


Figura 14.- Distribución espacial de la pota y vinciguerría de acuerdo a niveles de ecointegración, cruceros 2102-07 y 2109-11

Figure 14. Spatial distribution of *D. gigas* and *V. lucetia* according to echo integration levels, cruises 2102-07 and 2109-11

Juan de Marcona y Ocoña-Ilo, desde 20 hasta 119 mn de distancia a la costa, en esas zonas se registraron áreas de alta concentración frente a Punta La Negra, Callao y Pisco. Otros núcleos de alta concentración y menor tamaño fueron localizados frente a Chicama, Chimbote, Punta Caballas y Chala. Esta especie tuvo mayor abundancia y presencia en este crucero de primavera del 2021 (Fig. 14).

En el nivel vertical, estas especies oceánicas están muy relacionadas y tienen comportamiento nictameral; es decir, en horas del día se encuentran más profundas que en horas de la noche. En el crucero 2102-07 la pota se encontró entre 1,38 y 365,06 m de profundidad con media en 32,11 m y S_v promedio de -56,21 dB en la columna de agua; mientras que, la vinciguerría se detectó entre 3,30 y 318,96 m de profundidad con media en 117,41 m y S_v promedio de -51,93 dB a nivel vertical. Ambas especies tuvieron las mismas características de la distribución de abundancia en la columna de agua (Fig. 15).

En el crucero 2109-11, la pota se encontró entre 2,87 y 370,72 m de profundidad con promedio en 43,86 m, la abundancia fue menor que la vinciguerría y tuvo S_v promedio de -59,80 dB, con mayor presencia en la capa superficial de los 30 m. La vinciguerría se encontró entre 2,55 y 458,85 m de profundidad, con promedio en 149,56 m y fue más abundante después de 50 m de profundidad, tuvo un S_v promedio en -51,59 dB en la columna de agua (Fig. 16).

Marcona, and Ocoña and Ilo, spanning distances of 20 to 119 nm offshore. These areas featured significant concentration zones near Punta La Negra, Callao, and Pisco, while additional smaller clusters were identified off Chicama, Chimbote, Punta Caballas, and Chala. *V. lucetia* displayed heightened abundance and prevalence during this spring 2021 cruise (Fig. 14).

Vertically, these oceanic species exhibit a strong relationship and display nycthemeral behavior, with their distribution varying between day and night. During cruise 2102-07, *D. gigas* was found at depths ranging from 1.38 to 365.06 meters, with an average depth of 32.11 meters and an average S_v of -56.21 dB across the water column. Similarly, *V. lucetia* was detected at depths ranging from 3.30 to 318.96 meters, with an average depth of 117.41 meters and an average S_v of -51.93 dB vertically. Both species exhibited comparable abundance patterns within the water column (Fig. 15).

During cruise 2109-11, *D. gigas* was found at depths ranging from 2.87 to 370.72 m, with an average depth of 43.86 m. Its abundance was lower compared to *V. lucetia*, and the average S_v was -59.80 dB. *D. gigas* was primarily found in the upper 30 m of the water column. *V. lucetia*, on the other hand, exhibited a wider depth range, ranging from 2.55 to 458.85 m, with an average depth of 149.56 m. It displayed higher abundance beyond 50 m, with an average S_v of -51.59 dB throughout the water column (Fig. 16).

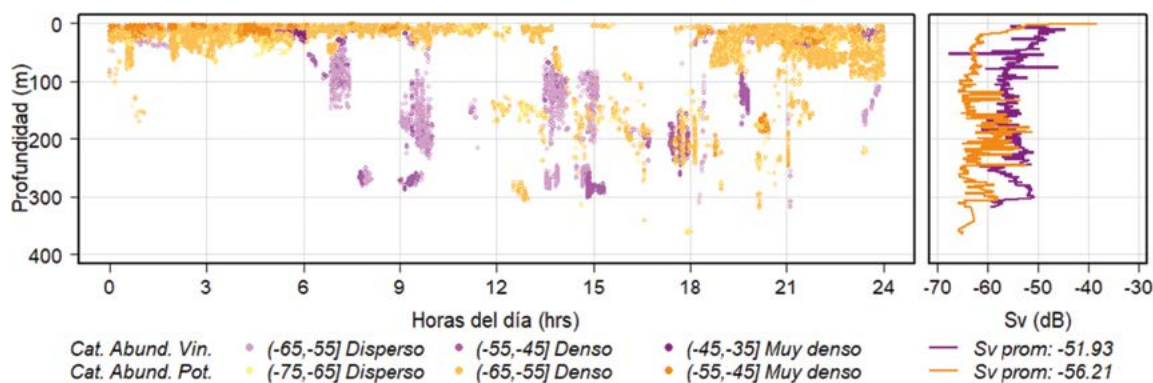


Figura 15.- Distribución vertical de agregaciones de pota y cardúmenes de vinciguerría en categorías de abundancia por horas del día, en el lado derecho la distribución vertical del S_v para cada especie. Crucero 2102-07

Figure 15. Vertical distribution of *D. gigas* aggregations and *V. lucetia* schools in abundance categories by time of day, on the right side the vertical distribution of S_v for each species. Cruise 2102-07

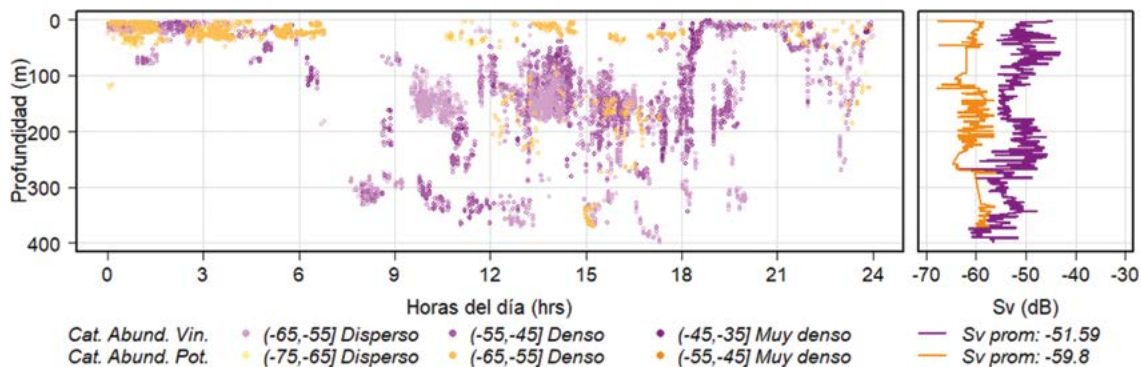


Figura 16.- Distribución vertical de agregaciones de pota y cardúmenes de vinciguerría en categorías de abundancia por horas del día, en el lado derecho la distribución vertical del Sv para cada especie. Crucero 2109-11

Figure 16. Vertical distribution of *D. gigas* aggregations and *V. lucetia* schools in abundance categories by time of day, on the right side the vertical distribution of Sv for each species. Cruise 2109-11

Estimados de biomasa de las especies pelágicas

Biomasa de anchoveta

La biomasa total de anchoveta en el crucero 2102-07 estimada por el método hidroacústico mediante la técnica de estratificación en áreas isoparalitorales de 10 x 30 mn, fue de 12,03 millones de toneladas, se establecieron dos límites de confianza de los valores NASC; entre Puerto Pizarro-bahía Independencia fue de 6,55 % (Cr. 2102-04) y entre Punta Infiernillos-Sama de 14,94 % (Cr. 2106-07). Las mayores abundancias se estimaron en 11°S y 8°S con 1.577.514 y 1.491.441 toneladas, respectivamente; lo que, representó el 13,11 % y 12,39 % del total, respectivamente (Fig. 17). La biomasa en la región norte-centro fue estimada en 10.994.147 toneladas y en la región sur en 1.041.628 toneladas. En cuanto a la biomasa por distancia de la costa, se concentró principalmente en las franjas costeras de las 0-10 mn y 10-20 mn, con biomásas de 4.067.963 (33,80 %) y 2.771.893 toneladas (23,03 % de la biomasa total), respectivamente (Tabla 5).

En el crucero 2109-11, la biomasa de anchoveta fue de 8,03 millones de toneladas, con límite de confianza de los valores NASC de 18,97 %. Mayores abundancias fueron estimadas en 15°S y 12°S con 1.454.002 (18,10 %) y 1.322.792 (16,47 %) toneladas, respectivamente (Fig. 17). La biomasa en la región norte-centro fue estimada en 7,01 millones de toneladas y en la región sur 1,02 millones de toneladas. Por distancia a la costa, se encontró que esta

Biomass estimates for pelagic species

Engraulis ringens biomass

The total biomass of *E. ringens* during cruise 2102-07, estimated using hydroacoustic methods and stratification technique in isoparalittoral areas of 10 x 30 nm, amounted to 12.03 million tons. Two confidence intervals for NASC values were established, yielding 6.55% (Cr. 2102-04) between Puerto Pizarro and Independencia Bay, and 14.94% (Cr. 2106-07) between Punta Infiernillos and Sama. The highest abundances were observed at 11°S and 8°S, with 1,577,514 and 1,491,441 tons, respectively, representing 13.11% and 12.39% of the total biomass (Fig. 17). The northern-central region exhibited a biomass estimate of 10,994,147 tons, while the southern region accounted for 1,041,628 tons. Along the coastline, biomass was predominantly concentrated in the 0-10 nm and 10-20 nm coastal zones, with biomasses of 4,067,963 tons (33.80%) and 2,771,893 tons (23.03% of the total biomass), respectively (Table 5).

In cruise 2109-11, the *E. ringens* biomass was estimated to be 8.03 million tons, with a confidence limit for NASC values of 18.97%. The highest abundances were observed at 15°S and 12°S, totaling 1,454,002 and 1,322,792 tons, respectively, which accounted for 18.10% and 16.47% of the total biomass (Fig. 17). The biomass in the northern-central region was estimated at 7.01 million tons, while the southern region contributed 1.02 million tons. Regarding proximity to the coast, the biomass

Tabla 5.- Biomasa de la anchoveta por grado latitudinal y por distancia a la costa en el crucero 2102-07

Table 5. *E. ringens* biomass by latitudinal extent and by distance from shore on cruise 2102-07

TOTALES (t)	TOTAL (%)	Distancia de la costa (mn)							Grado de latitud sur
		70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	
0	0,00								03° 30' - 04° 00'
0									03° - 04°
5.709	0,05							5.709	04° 00' - 04° 30'
40.204								40.204	04° 30' - 05° 00'
238.379								238.379	05° 00' - 05° 30'
278.883	2,37							278.883	05° 30' - 06° 00'
224.326								5.810	06° 00' - 06° 30'
540.052							281	42.597	06° 30' - 07° 00'
764.378	6,35						281	48.407	06° - 07°
481.387				19.646	1.663	92.148	143.866	224.064	07° 00' - 07° 30'
565.961		2.550	85.801	134.644	45.063	30.683	124.633	142.587	07° 30' - 08° 00'
1.047.348	8,70	2.550	85.801	154.290	46.726	122.831	268.499	366.651	07° - 08°
660.279		21.484	4.460	31.879	158.616	96.759	84.869	166.401	08° 00' - 08° 30'
831.161		35.105	38.167	118.788	153.946	68.696	134.797	200.051	08° 30' - 09° 00'
1.491.441	12,30	56.589	42.627	150.667	312.562	165.455	219.667	366.452	08° - 09°
972.242		16.771	46.691	120.455	106.157	202.366	134.441	233.367	09° 00' - 09° 30'
413.831					31.965	46.455	13.081	21.839	09° 30' - 10° 00'
1.386.073	11,52	16.771	46.691	120.455	138.122	248.822	147.523	255.226	09° - 10°
847.356				5.161	63.145	27.139	261.185	205.778	10° 00' - 10° 30'
390.329				12.932	10.618	17.632	138.747	63.830	10° 30' - 11° 00'
1.227.684	10,20			12.932	15.779	80.776	165.887	325.016	10° - 11°
650.474					9.599	17.843		164.073	11° 00' - 11° 30'
927.040					933	56.142	216.124	346.130	11° 30' - 12° 00'
1.577.514	13,11				933	65.701	233.967	346.130	11° - 12°
798.515				3.601	33.441	113.264	163.547	248.413	12° 00' - 12° 30'
520.227				350	9.083	52.421	301.833	116.414	12° 30' - 13° 00'
1.278.742	10,62			3950	42.524	165.685	465.380	364.827	12° - 13°
300.022				13.885	7.198	17.945	65.492	127.521	13° 00' - 13° 30'
278.309					23.734	122.165	85.017	29.615	13° 30' - 14° 00'
578.330	4,81			13.885	30.932	140.110	150.509	157.136	13° - 14°
244.863			253	1.903	13.196	82.083	92.869	37.768	14° 00' - 14° 30'
323.500							33.565	214.942	14° 30' - 15° 00'
568.363	4,72			253	1.903	13.196	82.083	126.434	14° - 15°
320.088						15.575	120.462	132.387	15° 00' - 15° 30'
469.894						27.646	127.933	95.137	15° 30' - 16° 00'
789.982	6,56					27.646	143.508	215.599	15° - 16°
455.872						61.875	5.587	243.801	16° 00' - 16° 30'
213.075							138	572	16° 30' - 17° 00'
668.947	5,56					61.875	5.725	572	16° - 17°
195.976							43.649	33.854	17° 00' - 17° 30'
148.526							8.982	76.892	17° 30' - 18° 00'
344.802	2,86						82.631	110.746	17° - 18°
28.179								15.221	18° 00' - 18° 30'
28.179	0,23							925	18° - 18° 30'
TOTALES		73.360	105.054	393.373	927.623	1.450.599	2.245.909	2.771.893	4.067.963
12.035.775	100,00	0,61	0,87	3,27	7,71	12,05	18,66	23,03	33,80

Latitud (°S)	Biomasa (toneladas)	
	Crucero 2102-07	Crucero 2109-11
3	0	0
4	5.709	2.024
5	278.583	119.828
6	764.378	500.559
7	1.047.348	394.388
8	1.491.441	467.006
9	1.386.073	382.369
10	1.227.684	908.511
11	1.577.514	517.136
12	1.278.742	1.322.792
13	578.330	432.301
14	568.363	506.982
15	789.982	1.454.002
16	668.947	903.434
17	344.502	108.662
18	28.179	12.354
TOTAL	12.035.775	8.032.348

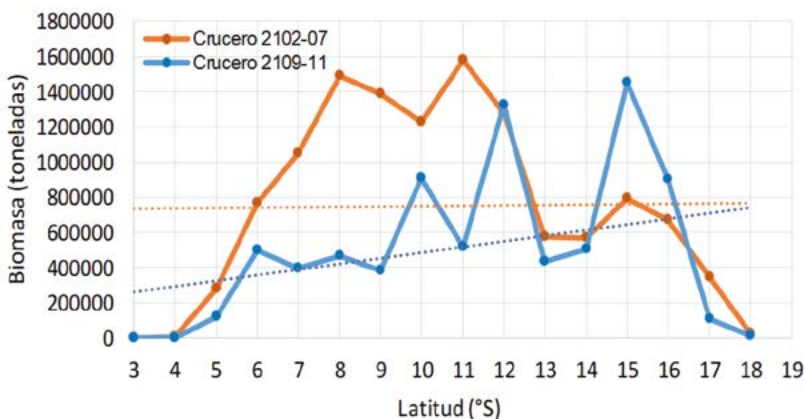


Figura 17.- Biomasa por grados de latitud de la anchoveta con su tendencia lineal en los cruceros realizados en el 2021

Figure 17. *E. ringens* biomass by degrees of latitude with its linear trend in the cruises carried out in 2021

biomasa estuvo principalmente en la franja costera de las 30-40 y 20-30 mn con el 26,01 % y 23,03 %, respectivamente de la biomasa total (2.089.396 y 1.849.327 toneladas) (Tabla 6).

was predominantly concentrated in the 30-40 nm and 20-30 nm coastal zones, representing 26.01% and 23.03% of the total biomass, respectively (2,089,396 and 1,849,327 tons) (Table 6).

Tabla 6.- Biomasa de la anchoveta por grado latitudinal y por distancia a la costa en el crucero 2109-11

Table 6. *E. ringens* biomass by latitudinal extent and by distance from shore on cruise 2109-11

TOTALES (t)	TOTAL (%)	Distancia de la costa (mm)											Grado de latitud sur		
		120-130	110-120	100-110	90-100	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30		10-20	0-10
0	0,00														03°-04°
2.024	0								1.324	576		124			04°00'-04°30'
2.024	0,03								1.324	576		124			04°30'-05°00'
114.490									181		2	335	4.766	7.134	05°00'-05°30'
279.898		69.664	8.173		3.537	1.243	94.739	22.015	8.725	200		2.644	1.028	103.738	05°30'-06°00'
394.388	1,49	69.664	8.173		3.537	5.958	96.805	29.517	8.747	2.477	11.687	6.612	94.482	110.872	05°-06°
182.281								122	32		42.018	61.204	74.365	4.550	06°00'-06°30'
318.278											24.434	25.179	170.503	98.162	06°30'-07°00'
500.559	6,23					4.715	2.067	7.501	23	2.277	66.453	86.383	244.858	102.712	06°-07°
114.490						351	200	274.594	1.528	7.259	11.687	1.572	39.526	45.122	07°00'-07°30'
279.898						24.319	10.963	167	3.357	9.119		5.040	54.966	11.606	07°30'-08°00'
394.388	4,91	69.664	8.173		3.537	5.958	96.805	29.517	8.747	2.477	11.687	6.612	94.482	56.729	07°-08°
188.414				4.240	7.956	1.971	26.409	10.805	17.088	2.573	6.485	13.770	79.598	17.518	08°00'-08°30'
278.592						2.251	23.830	51.689	20.203	27.253	9.999	5.011	52.333	86.024	08°30'-09°00'
467.006	5,81			4.240	7.956	4.221	50.239	62.494	37.291	29.826	16.484	18.781	131.932	103.541	08°-09°
306.056						351	200	274.594	1.528	7.259	4.474	13.573	3.406	672	09°00'-09°30'
76.312						24.319	10.963	167	3.357	9.119	2.358	11.549	675	13.806	09°30'-10°00'
382.369	4,76					24.670	11.163	274.761	4.885	16.377	6.832	25.122	4.881	14.478	09°-10°
547.202				35	29.965	13.387	2.166	177.520	16.733	686	1.769	284.086	2.189	18.666	10°00'-10°30'
351.310				102	8.221	73	17.102	3.182	24.832	104.844	56.989	11.094	63.994	70.877	10°30'-11°00'
908.511	11,31		0	137	30.186	13.460	19.258	180.702	41.565	105.530	58.758	295.480	66.182	89.543	10°-11°
293.995				1.999	11.853	51.227	16.656	37.187		3.399	44.096	47.307	25.367	53.903	11°00'-11°30'
223.142				14.803	36.100	253	3.729	22.685			9	80.107	65.657	11.300	11°30'-12°00'
517.136	6,44			16.602	11.853	87.327	16.909	40.916	22.685	3.399	44.096	47.316	106.473	119.560	11°-12°
1.101.292					25.338	6.244	14.010	59	52	636	398.395	509.848	52.364	94.346	12°00'-12°30'
221.501				64.004				83			1.692	331		155.491	12°30'-13°00'
1.322.792	16,47			64.004	25.338	6.244	14.093	59	52	636	399.987	510.178	52.364	249.837	12°-13°
197.818												91.241	94.632	12.044	13°00'-13°30'
234.483												134.388	74.258	25.837	13°30'-14°00'
432.301	5,38											225.629	168.790	37.881	13°-14°
19.709												449	4.222	15.038	14°00'-14°30'
487.273												271.169	95.713	120.391	14°30'-15°00'
506.982	6,31											271.618	99.935	135.429	14°-15°
1.284.477												883.728	297.532	27.639	15°00'-15°30'
169.525												28.012	13.807	66.401	15°30'-16°00'
1.454.001	18,10											911.740	311.339	94.040	15°-16°
645.249						19.409	3.891					530.420	17.647	30.714	16°00'-16°30'
258.185									9.131	163.679	35.188	7.286	9.624	33.278	16°30'-17°00'
903.434	11,25					19.409	3.891		9.131	163.679	565.608	24.933	40.338	76.447	16°-17°
75.884									1.876		4.140	11.940	20.611	37.317	17°00'-17°30'
32.778											900	9.665		22.213	17°30'-18°00'
108.662	1,35								1.876		5.040	21.604	20.611	59.531	17°-18°
12.354	0,15										1.365	2.710	1.526	4.318	18°00'-18°30'
12.354											1.365	2.710	1.526	4.318	18°-18°30'
TOTALES		69.664	24.775	80.234	162.344	90.870	236.375	670.339	105.084	323.866	2.089.396	1.849.327	1.134.197	1.295.878	
8.032.349	100,00	0,87	0,31	1,00	2,02	1,13	2,94	7,10	1,31	4,03	26,01	23,02	14,12	16,13	8.032.349

Las biomásas de anchoveta obtenidas en ambos cruceros por grados de latitud mostraron tendencias lineales diferentes, en el crucero 2102-07 tuvo tendencia estable en la región central con biomásas en 7,50 millones de toneladas; mientras que, en el crucero 2109-11 la tendencia lineal fue creciente, es decir, con mayor abundancia hacia la región sur (15°S). Esto denota que hubo cierta migración de la anchoveta registrada en las estaciones de verano-otoño hacia el sur, por lo encontrado en la primavera del 2021 (Fig. 17).

Biomasa de otras especies pelágicas

Otras especies diferentes a la anchoveta son: jurel, caballa, samasa, bagre, múnida, pota y vinciguerría; y en ambos cruceros, sus biomásas estimadas mostraron variaciones en sus abundancias.

En el crucero 2102-07, la biomasa de jurel fue de 258.209 toneladas con la mayor estimación en 15°S con 149.323 toneladas; la caballa fue estimada en 823.908 toneladas con alta abundancia en 6° y 7°S con 303.533 y 186.412

The *E. ringens* biomass obtained in both cruises showed different linear trends based on latitude. In cruise 2102-07, a stable trend was observed in the central region, with a biomass of 7.50 million tons. Conversely, cruise 2109-11 revealed an increasing linear trend, indicating higher abundance towards the southern region (15°S). This suggests a noteworthy migration of *E. ringens* during the summer-autumn seasons, as evidenced by the findings in the spring of 2021 (Fig. 17).

Biomass of other pelagic species

Additional species apart from *E. ringens* include *Trachurus murphyi*, *Scomber japonicus*, *Anchoa nasus*, *Galeichthys peruvianus*, *Pleuroncodes monodon*, *Dosidicus gigas*, and *Vinciguerria lucetia*. The estimated biomásas of these species showed variations in their abundance during both cruises.

During cruise 2102-07, *T. murphyi* biomass was estimated at 258,209 tons, with the highest estimation at 15°S (149,323 tons). *S. japonicus* exhibited an estimated biomass of 823,908

toneladas, respectivamente; la samasa fue la especie con menor biomasa que fue estimada en 7.579 toneladas localizada en 6°S; el bagre fue registrado cerca de la costa con biomasa total de 24.771 toneladas, con la mayor biomasa en 8°S (12.025 toneladas); la múnida fue la segunda especie de mayor abundancia en la zona costera con 1.504.517 toneladas, siendo 8° y 9°S donde se encontraron las mayores abundancias (324.798 y 240.912 toneladas, respectivamente); finalmente, las especies mesopelágicas pota y vinciguerría, fueron estimadas en 79.375 y 220.149 toneladas, respectivamente; con mayores abundancias en 10° y 16°S, respectivamente (Tabla 7).

En el crucero 2109-11, la biomasa de jurel fue estimada en 294.783 toneladas con alto porcentaje en 17°S (90.461 toneladas); la caballa fue estimada en 103.948 toneladas con mayores abundancias en 17° y 9°S (37.050 y 34.478 toneladas, respectivamente); las biomásas de samasa y bagre fueron las más bajas y solamente se encontraron en 6°S con 10.690 y 23.100 toneladas, respectivamente; finalmente pota y vinciguerría fueron estimadas en 70.205 y 1.064.954 toneladas, respectivamente. La mayor abundancia de pota fue encontrada en 4°S con 26.217 toneladas; mientras que, la vinciguerría tuvo importantes biomásas en los 5°S y entre los 12°-14°S con 185.144 y 463.403 toneladas, respectivamente (Tabla 8).

tons, with noticeable abundances at 6°S and 7°S (303,533 and 186,412 tons, respectively). *A. nasus* displayed the lowest biomass, estimated at 7,579 tons and predominantly found at 6°S. *G. peruvianus* was observed near the coast, with a total biomass of 24,771 tons and the highest concentration at 8°S (12,025 tons). *P. monodon* ranked as the second most abundant coastal species, with a biomass of 1,504,517 tons, with peak abundances at 8°S and 9°S (324,798 and 240,912 tons, respectively). Lastly, the mesopelagic species *D. gigas* and *V. lucetia* were estimated at 79,375 and 220,149 tons, respectively, with higher concentrations at 10°S and 16°S (Table 7).

In cruise 2109-11, the biomass of *T. murphyi* was estimated at 294,783 tons, with a significant portion located at 17°S (90,461 tons). *S. japonicus* exhibited an estimated biomass of 103,948 tons, with higher abundances observed at 17°S and 9°S (37,050 and 34,478 tons, respectively). *A. nasus* and *G. peruvianus* had the lowest biomasses, being restricted to 6°S with 10,690 and 23,100 tons, respectively. *D. gigas* and *V. lucetia* were estimated at 70,205 and 1,064,954 tons, respectively. The highest abundance of *D. gigas* was recorded at 4°S with 26,217 tons, while *V. lucetia* exhibited significant biomasses at 5°S and between 12°-14°S, totaling 185,144 and 463,403 tons, respectively (Table 8).

Tabla 7.- Biomasa de otras especies pelágicas evaluadas en el crucero 2102-07

Table 7. Biomass of other pelagic species evaluated on cruise 2102-07

Grado de latitud (°S)	Especies						
	Jurel	Caballa	Samasa	Bagre	Múnida	Pota	Vinciguerría
03							
04	91						9 553
05	3 251	62 310				15 209	436
06	1 724	303 533	7 579	4 496		5 376	24 030
07	178	186 412		5 773	7 959	2 440	
08				12 025	324 798		
09		94 442		1 640	240 912	1 434	35 757
10					155 556	19 825	21 362
11		68 589			202 736	12 965	
12		27 085		66	162 472	9 058	29 607
13		73 467		772	76 302	7 063	
14		1 000			96 450	5 727	31 654
15	149 323				121 855	270	2 272
16	97 884	4 902			30 599	10	42 737
17	5 758	2 170			61 552		22 742
18					23 326		
TOTAL	258 209	823 908	7 579	24 771	1 504 517	79 375	220 149

Tabla 8.- Biomasa de otras especies pelágicas evaluadas en el crucero 2109-11

Table 8. Biomass of other pelagic species evaluated on cruise 2109-11

Grado de latitud (°S)	Especies						
	Jurel	Caballa	Samasa	Bagre	Múnida	Pota	Vinciguerra
03							
04		651				26 217	30 274
05		1 341				2 660	185 144
06		19 866	10 690	23 100	13 124	17 852	115 418
07		2 350			183 837	2 104	14 781
08		3 204			164 076		4 957
09		34 478			58 365		38 354
10					30 285	3 279	95 628
11					23 924	560	24 287
12		1 020			40 077	8 335	150 738
13	77 765	1 691			45 226		165 753
14	11 486				513 041		146 912
15	26 692				48 730	6 840	23 968
16	58 795				48 473	1 422	5 480
17	90 461	37 050			28 677	936	63 260
18	29 584	2 297					
TOTAL	294 783	103 948	10 690	23 100	1 197 835	70 205	1 064 954

Estadística descriptiva de los descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta

En el crucero 2102-07 fueron analizados 66.820 cardúmenes de anchoveta, que estuvieron localizados cerca de la costa por el repliegue de las aguas frías, lo que generó cardúmenes de mayores dimensiones (morfométricas) y mayores capacidades reflectivas por la alta concentración (energéticas); mientras que, en el crucero 2109-11 fueron analizados 47.086 cardúmenes que estuvieron distribuidos en mayores áreas de extensión, es decir, fueron más dispersos, que generaron cardúmenes de menores dimensiones morfométricas con bajos valores energéticos.

La anchoveta normalmente habita en la capa superficial del mar, en las características batimétricas en ambos cruceros (2102-07 y 2109-11) los cardúmenes se ubicaron a profundidades promedios de 9,42 y 14,80 m, respectivamente. En cuanto al descriptor de altitud, el valor obtenido es relativo, porque la altitud es la distancia del tope inferior del cardumen hacia el fondo del mar, a mayor distancia la profundidad es mayor a 500 m, y la precisión de la detección es hasta los 700 m de profundidad.

En las características energéticas, los valores obtenidos en cada descriptor del crucero de verano-otoño 2102-07 fueron mayores con respecto al

Descriptive statistics of acoustic descriptors of *Engraulis ringens* schools

During cruise 2102-07, a total of 66,820 *E. ringens* schools were analyzed, predominantly located near the coastal areas due to the occurrence of cold water. This proximity resulted in larger-sized schools with greater morphometric dimensions and higher reflectivity, indicating higher energetic concentrations. Nonetheless, in cruise 2109-11, 47,086 schools were analyzed, and they exhibited a more scattered distribution over larger areas. Consequently, these schools displayed smaller morphometric dimensions and lower energetic values compared to those observed in the earlier cruise.

E. ringens typically inhabits the surface layer of the ocean. In both cruises (2102-07 and 2109-11), the schools were found at average depths of 9.42 and 14.80 m, respectively, based on the bathymetric characteristics. It should be noted that the altitude descriptor is relative, as it represents the distance from the lower edge of the school to the seafloor. At greater distances, where the depth exceeds 500 m, the detection accuracy is limited to depths up to 700 m.

crucero de primavera 2109-11. Los descriptores: S_v media (promedio -7,29), coeficiente de rugosidad vertical (promedio 0,0000019) y coeficiente de rugosidad horizontal (promedio 0,0001117), tuvieron coeficientes de variación (CV) menores, que en el crucero 2109-11; indicando mayor variabilidad de los descriptores energéticos en el crucero 2109-11. La asimetría y curtosis, son estadísticos de mediciones internas del cardumen de la energía y de la concentración de S_v , respectivamente; los valores promedios fueron de 2,18 y 7,50 en el crucero 2102-07, menores al crucero 2109-11, indicando que la densidad o abundancia en los cardúmenes densos no fue uniforme, existiendo núcleos de alta concentración disminuyendo hacia los extremos dentro del cardumen.

En las características morfométricas, en el crucero 2102-07 hubo cardúmenes más extensos o más largos registrándose hasta 8.425,60 m (crucero 2109-11 en 3.523,33 m); sin embargo, en promedio fue menor con 23,77 m y tuvo mayor variabilidad con CV de 2,80. Otras mediciones como: altura, área, volumen, perímetro y elongación, los valores promedios fueron menores que en el crucero 2109-11, que indicaría que en el crucero de primavera hubo cardúmenes de anchoveta con altas dimensiones (pequeños núcleos densos descritos en la distribución) y cuyos promedios son mayores debido a la menor cantidad de cardúmenes. La dimensión fractal, circularidad, rectangularidad y compacticidad de imagen son mediciones de las formas del cardumen (cuadrado, circular, rectangular y estadístico a la tendencia de forma redonda), encontrándose que en el crucero 2102-07 la dimensión fractal (promedio en 3,02) y circularidad (promedio en 0,07) fueron mayores que en el crucero 2109-11; mientras que, el CV de la circularidad (1,16), rectangularidad (0,38) y compacticidad de imagen (2,79) fue más variable en el crucero 2109-11 (Tabla 9).

Si visualizamos estas características en ambos cruces, notamos diferencias comportamentales de la anchoveta en el crucero de verano-otoño 2102-07, encontrándose valores energéticos S_v más altos de los cardúmenes con el mayor promedio de largo, debido a las altas concentraciones; mientras que, en el crucero de primavera 2109-11 los promedios de los valores morfométricos de área, perímetro y volumen de los cardúmenes fueron mayores, debido a que se encontraron algunos núcleos de alta concentración y el número total de cardúmenes fue menor (Fig. 18).

In terms of energetic characteristics, the values obtained for each descriptor in the summer-autumn cruise 2102-07 were higher compared to the spring cruise 2109-11. The average S_v (mean -7,29), vertical roughness coefficient (mean 0.0000019), and horizontal roughness coefficient (mean 0.0001117) had lower coefficients of variation (CV) than in cruise 2109-11, indicating greater variability in the energy descriptors during cruise 2109-11. Asymmetry and kurtosis, representing internal measurements of energy and S_v concentration within the school, respectively, showed average values of 2.18 and 7.50 in cruise 2102-07, which were lower than those in cruise 2109-11, suggesting non-uniform density or abundance within dense schools, with high-concentration cores decreasing towards the periphery of the school.

During cruise 2102-07, the *E. ringens* schools exhibited greater length, reaching up to 8,425.60 m (3,523.33 m in cruise 2109-11). Nevertheless, the average length was lower at 23.77 m with higher variability (CV = 2.80). Measurements such as height, area, volume, perimeter, and elongation were lower on average compared to cruise 2109-11, indicating that the spring cruise featured *E. ringens* schools with larger dimensions (dense cores in the distribution) and higher average values due to a lower number of schools. The fractal dimension (average 3.02) and circularity (average 0.07) in cruise 2102-07 were higher than in cruise 2109-11. Conversely, circularity (CV = 1.16), rectangularity (CV = 0.38), and image compactness (CV = 2.79) exhibited greater variability in cruise 2109-11 (Table 9).

When examining these characteristics in both cruises, distinct behavioral differences of *E. ringens* can be observed. In the summer-autumn cruise 2102-07, schools exhibited higher S_v energy values and a greater average length, attributed to elevated concentrations. Conversely, in the spring cruise 2109-11, schools displayed higher average morphometric values for area, perimeter, and volume, indicating the presence of concentrated cores and a lower overall number of schools (Fig. 18).

Tabla 9.- Descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta registrados en los cruceros del 2021

Table 9. Acoustic descriptors of *E. ringens* schools recorded on the cruises in 2021

Descriptores acústicos	Crucero 2102-07 (n = 66.820 cardúmenes)				Crucero 2109-11 (n = 47.086 cardúmenes)			
	Min.	Promedio	Máx.	CV	Min.	Promedio	Máx.	CV
1. Batimétrico								
Profundidad del cardumen (m)	0,89	9,42	77,09	0,82	1,23	14,80	99,06	0,67
Altitud (m)	0,41	240,48	578,47	0,76	0,48	381,50	998,68	1,00
2. Energético								
Sv media	-68,00	-47,29	-35,45	1,30	-67,96	-50,79	-37,17	1,56
Sv máximo	-65,33	-38,67	-31,51	1,22	-65,44	-41,36	-31,51	1,60
Sv mínimo	-68,00	-62,57	-46,40	2,33	-68,00	-65,66	-48,27	0,99
Coefficiente de Rugosidad vertical	0,00000000151	0,00000019	0,000063	1,41	0,0000000016	0,0000010	0,0000622	1,88
Coefficiente de Rugosidad horizontal	0,00000000007	0,0001117	0,0090044	1,98	0,0000000001	0,0000563	0,005409	2,50
Asimetría	-1,45	2,18	31,81	0,71	-2,11	2,27	27,44	0,74
Curtosis	-1,83	7,50	1.253,20	2,77	-1,85	8,56	875,32	2,94
3. Morfométrico								
Altura (m)	0,20	1,11	21,42	0,86	0,21	1,29	31,34	0,98
Largo (m)	1,06	23,77	8.425,60	2,80	1,02	31,45	3.523,33	2,34
Área (m ²)	1,00	36,80	16.567,16	6,00	1,00	58,67	36.434,04	6,82
Volumen (m ³)	0,05	64,37	62.043,51	12,12	0,07	134,05	211.996,12	14,99
Perímetro (m)	4,31	114,37	32.776,97	3,66	4,57	181,27	59.316,75	3,90
Elongación	0,20	13,11	1.811,50	1,06	0,17	15,29	318,05	0,83
Dimensión fractal	1,03	3,02	4.583,06	10,25	0,83	2,87	2.903,48	7,68
Circularidad	0,000086	0,07	0,73	0,99	0,0000605	0,05	1,18	1,16
Rectangularidad	1,00	2,20	11,52	0,37	1,00	2,27	10,26	0,38
Compacidad de imagen	1,36	40,66	11.565,70	2,73	0,65	62,15	16.528,13	2,79

CV: Coeficiente de variación.

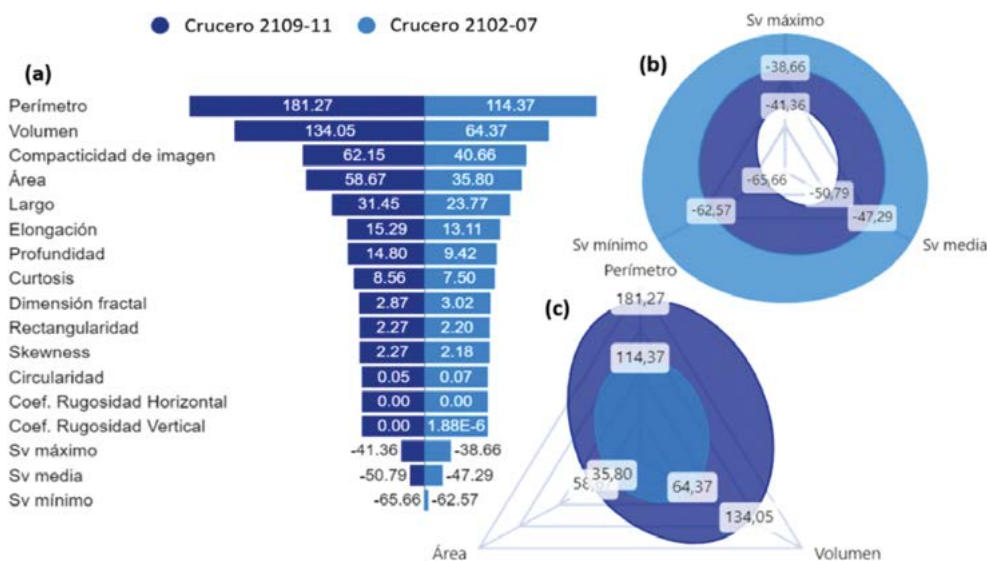


Figura 18.- Descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta registrados en los cruceros del 2021:

- a) Promedio de los descriptores por crucero, b) Gráfico polar de Sv, descriptores energéticos, y
- c) Gráfico polar de área, perímetro y volumen, descriptores morfométricos

Figure 18. Acoustic descriptors of *E. ringens* schools recorded in the 2021 cruises: a) Average of descriptors per cruise, b) Polar plot of Sv, energetic descriptors, and c) Polar plot of area, perimeter and volume, morphometric descriptors

Relación de presencia de anchoveta con las variables oceanográficas superficiales

La relación del hábitat de la anchoveta con las variables oceanográficas es estacional, en el crucero 2102-07 fue encontrada principalmente en temperatura superficial de 15,1 a 23,6 °C, salinidad entre 34,74 y 35,12, oxígeno de 3,2 a 7,3 mL/L y clorofila-*a* entre 3,0 y 7,2 mg/m³.

Relationship between the occurrence of *Engraulis ringens* and surface oceanographic variables

The association between *Engraulis ringens* habitat and oceanographic variables is seasonally dependent. During cruise 2102-07, the species was primarily observed in surface temperatures ranging from 15.1 to 23.6 °C, salinity levels between 34.74 and 35.12, oxygen concentrations of 3.2 to 7.3 mL/L, and

En el crucero 2109-11, el recurso se encontró en temperatura de 14,3 a 19,0 °C, salinidad entre 34,87 y 35,20, oxígeno de 3,4 a 6,3 mL/L y clorofila-*a* entre 3,5 y 6,5 mg/m³ (Fig. 19).

Espacialmente, en la relación de la especie con la imagen satelital de clorofila-*a*, se encontró que en el crucero 2102-07 hubo alta asociación en zonas de mayor concentración de clorofila-*a* (> 4 mg/m³) con altos valores NASC o altas abundancias de la anchoveta (> 5 000 m²/mn²), principalmente entre Bayóvar-bahía Independencia dentro de las 55 mn de la costa y, hacia el sur entre bahía Independencia-Sama se encontraron altas abundancias con altas concentraciones de clorofila-*a* en áreas replegadas hacia la costa. En el crucero 2109-11, la distribución de anchoveta fue más amplia y dispersa, las mayores abundancias de anchoveta (> 5000 m²/mn²) registradas entre Chancay-Atico tuvieron alta asociación con mayores valores de clorofila-*a* (> 4 mg/m³), y entre Punta La Negra-Chancay se encontraron pequeños núcleos de alta concentración en forma dispersa con menores valores de clorofila-*a* (< 4 mg.m⁻³) (Fig. 20).

chlorophyll-*a* concentrations ranging from 3.0 to 7.2 mg/m³. In cruise 2109-11, *E. ringens* was found within temperature ranges of 14.3 to 19.0 °C, salinity levels between 34.87 and 35.20, oxygen concentrations of 3.4 to 6.3 mL/L, and chlorophyll-*a* concentrations ranging from 3.5 to 6.5 mg/m³ (Fig. 19).

Spatially, regarding the relationship between the species and satellite-derived chlorophyll-*a* imagery, cruise 2102-07 exhibited a strong association between high chlorophyll-*a* concentrations (> 4 mg/m³) and elevated NASC values or high abundances of *E. ringens* (> 5,000 m²/nm²). This association was primarily observed within 55 nm offshore, specifically between the Bayóvar-Independencia Bay region. Additionally, areas with high *E. ringens* abundances and concentrated chlorophyll-*a* levels were found along the coast from Independencia Bay to Sama. Conversely, cruise 2109-11 displayed a more extensive and scattered distribution of *E. ringens*. Its highest abundances (> 5,000 m²/nm²) recorded between Chancay-Atico exhibited a strong association with elevated chlorophyll-*a* values (> 4 mg/m³). Furthermore, smaller dispersed clusters of high concentration with lower chlorophyll-*a* values (< 4 mg.m⁻³) were observed between Punta La Negra and Chancay (Fig. 20).

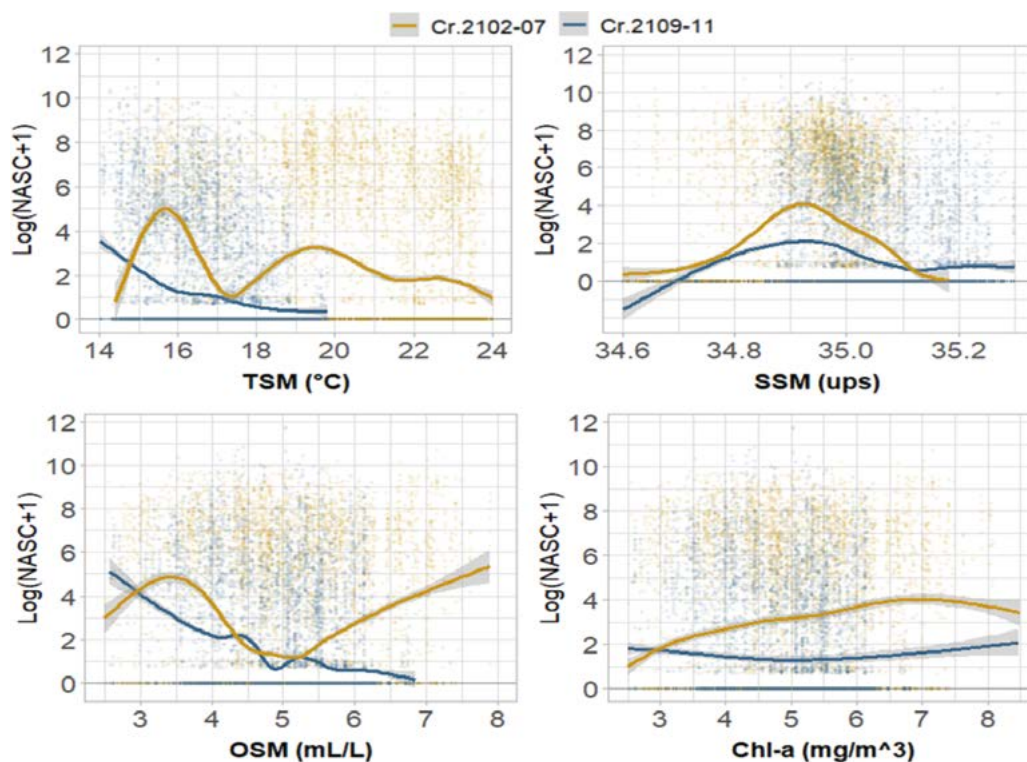


Figura 19.- Análisis de modelos aditivos generalizados (GAM) de los valores NASC de anchoveta con las variables oceanográficas superficiales de temperatura, salinidad, oxígeno y clorofila-*a*, cruceros realizados el 2021

Figure 19. Generalized additive model (GAM) analysis of NASC values of *E. ringens* with surface oceanographic variables of temperature, salinity, oxygen and chlorophyll-*a*, cruises conducted in 2021

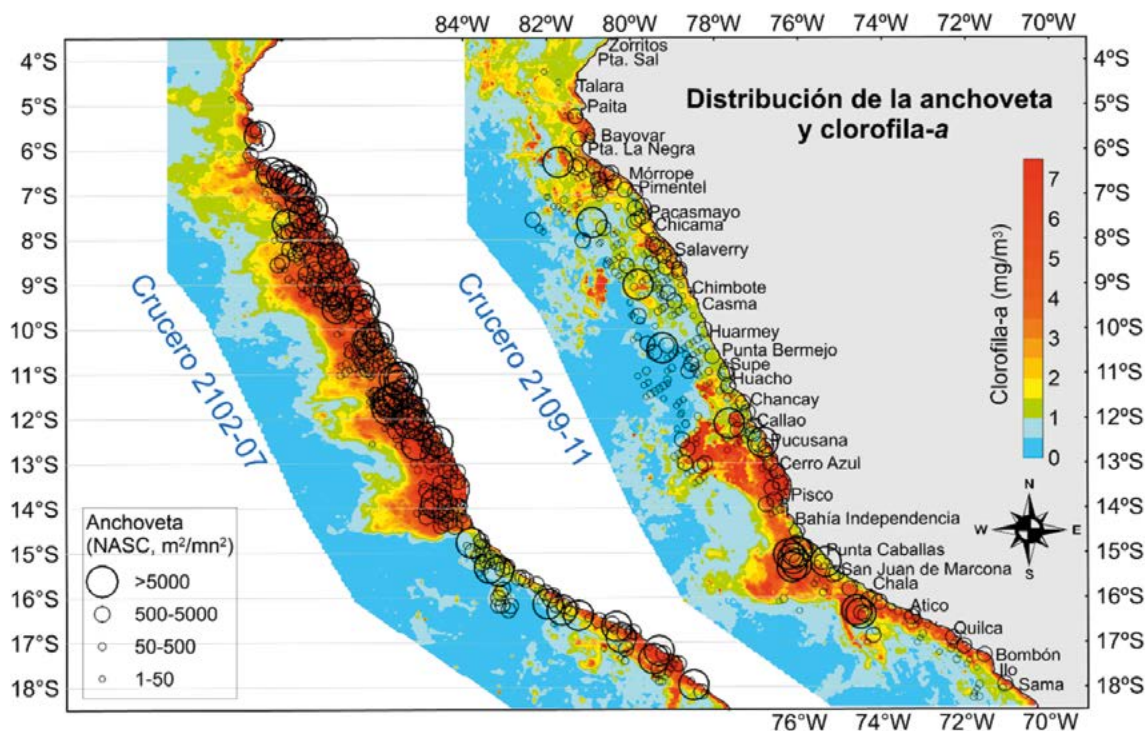


Figura 20.- Sobreposición de los valores de integración de la anchoveta con la imagen satelital de clorofila-a en los cruceros realizados el 2021

Figure 20. Overlay of *E. ringens* integration values with the satellite image of chlorophyll-a in the 2021 cruises

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en ambos cruceros demuestran que la anchoveta continúa siendo la especie de mayor presencia y abundancia, ante las mayores biomásas obtenidas en la Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt (RNSCH).

El comportamiento de la agregación y disgregación de los cardúmenes de anchoveta por las condiciones oceanográficas, principalmente debido a la amplitud o reducción de las aguas costeras frías, genera las características de la distribución (JORDÁN, 1971; SANTANDER & ZUZUNAGA, 1984; CHAVEZ, BERTRAND, GUEVARA-CARRASCO, SOLER & CSIRKE, 2008; CASTILLO *et al.*, 2018), y también de las características de los descriptores acústicos de los cardúmenes. Las condiciones oceanográficas el 2021, que se caracterizaron por ser **ligeramente frías a neutras**, fueron favorables para la distribución de anchoveta, lo que permitió que se encuentre en amplias áreas de extensión (distribución longitudinal); en el verano fue detectada hasta las 80 mn y en la primavera hasta las 121 mn de distancia a la costa.

4. DISCUSSION

The findings from both cruises provide evidence that *Engraulis ringens* remains the species with the greatest occurrence and abundance, as indicated by the higher biomasses observed in the Northern Region of the Humboldt Current System (NRHCS).

The behavior of *E. ringens* schools in relation to oceanographic conditions, particularly the expansion or contraction of cold coastal waters, influences their aggregation and dispersion patterns (JORDÁN, 1971; SANTANDER & ZUZUNAGA, 1984; CHAVEZ, BERTRAND, GUEVARA-CARRASCO, SOLER & CSIRKE, 2008; CASTILLO *et al.*, 2018). These conditions also impact the acoustic descriptors of the schools. In 2021, the oceanographic conditions, characterized as **slightly cold to neutral**, provided favorable distribution for the resource, allowing it to occupy extensive areas along the coast (longitudinal distribution). During the summer, it was detected up to 80 nm offshore, and during the spring, up to 121 nm.

La eliminación de datos atípicos de los cardúmenes de anchoveta permitió tener una mejor descripción de la distribución de los valores S_v en la columna de agua, los cardúmenes más profundos en ambos cruceros fueron registrados entre 14° y 16°S (bahía Independencia-Atico) precisamente por la buena oxigenación encontrada en estas profundidades con valores menores de 5 mL.L⁻¹, lo que indicó alta actividad fotosintética (IMARPE, 2021b; IMARPE⁴, 2021d).

La inercia es la elongación y amplitud de la distribución. Si visualizamos la distribución espacial de la anchoveta en la región norte-centro (03°-16°S) entre el 2019 y 2021 (Fig. 21), observamos la inercia en los cruceros de verano (1902-03 y 2002-03) y verano-otoño (2102-07) cuando la mayor abundancia de la anchoveta se encontró cerca de la costa por la mayor concentración, se generó una inercia delgada o una elipse con diámetro longitudinal más angosto; mientras que, en los cruceros de primavera (1909-11, 2009-11 y 2109-11) la inercia fue más ancha, la elipse tuvo mayor diámetro longitudinal por la mayor dispersión de los cardúmenes en áreas alejadas de la costa. El centro de gravedad de la distribución de la anchoveta se mantuvo entre 09° y 10°S hasta el crucero 2102-07, y en el crucero 2109-11 se registró frente al Callao (12°S), lo que indicó que una parte de la población de anchoveta migró hacia el sur.

En el crucero de verano 2102-04 (Mórrope-bahía Independencia), se estimó alta biomasa de anchoveta, que alcanzó a 9,88 millones de toneladas, (IMARPE, 2021b) resultado que se tomó en cuenta para la determinación de cuota en la primera temporada de pesca del recurso el 2021, en la región norte-centro. La cuota fue de 2.509.000 toneladas, capturándose 98,11 % del total entre el 23 de abril y 13 de agosto 2021. Los puertos con mayor desembarque fueron Malabrigo (27%), Chimbote (23%), Coishco (11%) y Callao (11%), que precisamente fueron las áreas de altas abundancias de anchoveta adulta encontrada en el crucero entre Mórrope-bahía Independencia. Se cerraron 109 áreas por alta incidencia de juveniles. En mayo, junio y julio las aguas costeras frías, principalmente en la región norte, se ampliaron originando mayor dispersión de la anchoveta.

Removing outliers from *E. ringens* schools enhanced the characterization of S_v values distribution in the water column. Deeper schools in both cruises were observed between 14° and 16°S (Independencia Bay-Atico), likely due to favorable oxygenation levels below 5 mL.L⁻¹ at these depths, indicating heightened photosynthetic activity (IMARPE, 2021b; IMARPE⁴, 2021d).

Inertia refers to the elongation and amplitude of the distribution. When examining the spatial distribution of *E. ringens* in the northern-central region (03°-16°S) between 2019 and 2021 (Fig. 21), the summer cruises (1902-03 and 2002-03) and summer-autumn cruise (2102-07) displayed a narrow inertia, indicated by a slender or elliptical shape with a narrower longitudinal diameter. This was attributed to the higher abundance of *E. ringens* near the coast resulting from increased concentration. In contrast, the spring cruises (1909-11, 2009-11, and 2109-11) showed wider inertia, with a larger longitudinal diameter of the ellipse due to the greater dispersion of schools in areas farther from the coast. The center of gravity of the *E. ringens* distribution remained between 09° and 10°S until cruise 2102-07, but in cruise 2109-11, it shifted to off Callao (12°S), suggesting a southward migration of a portion of its population.

During the summer cruise 2102-04 (Mórrope-Independencia Bay), a substantial biomass of *E. ringens* was estimated at 9.88 million tons (IMARPE, 2021b). This finding played a key role in determining the quota for the resource's first fishing season in 2021 within the northern-central region. The allocated quota amounted to 2,509,000 tons, with a catch rate of 98.11% between April 23 and August 13, 2021. Notably, the ports of Malabrigo (27%), Chimbote (23%), Coishco (11%), and Callao (11%) recorded the highest landings, aligning with areas of high adult *E. ringens* abundance observed during the cruise from Mórrope to Independencia Bay. Additionally, 109 areas were closed due to elevated juvenile presence. The expansion of cold coastal waters, particularly in the northern region, during May, June, and July resulted in increased dispersal of the resource.

En el crucero de primavera 2109-11, al norte-centro, se estimó una biomasa de 7,01 millones de toneladas de anchoveta, determinándose una cuota de 2.047.000 toneladas para la segunda temporada de pesca del 2021, cifra 29 % menor a la biomasa observada durante el verano de 2021 y 17 % menor a la observada en primavera de 2020. Esta segunda temporada fue iniciada el 22 de noviembre 2021 y finalizada el 15 de enero 2022, con participación de 697 embarcaciones industriales, capturándose 98,14 % de la cuota asignada en la región norte-centro. Los puertos con mayor desembarque fueron Malabrigo, Chimbote y Coishco, precisamente en las áreas de mayor extensión de la distribución de anchoveta adulta entre Talara-Pucusana.

El 2021, también se determinaron cuotas de pesca de anchoveta para el sur, en dos temporadas por un valor de 409.000 toneladas (enero-junio y julio-diciembre 2021, respectivamente), ocurriendo los mayores desembarques, ambas temporadas, en los puertos de Ilo y Mollendo.

Estas estimaciones de biomasa de la anchoveta obtenida en los cruceros hidroacústicos en el 2021 reflejan la condición saludable de esta especie y que se mostraron en los altos porcentajes de las cuotas asignadas en las dos temporadas de pesca.

Los valores de las variables oceanográficas de temperatura, salinidad y oxígeno superficial del mar encontrados en la distribución de anchoveta en los cruceros del 2021, estuvieron dentro de los límites establecidos en CASTILLO *et al.* (2018), y sus valores fueron casi similares a los obtenidos en los cruceros realizados en el 2020.

En cuanto a los resultados de la investigación de otras especies, como jurel y caballa, su distribución y biomasa no ha sido significativa y generalmente se encontraron en forma aislada, estando asociadas principalmente a los frentes oceánicos y aguas de mezcla entre las aguas subtropicales superficiales (ASS) y aguas costeras frías, sus abundancias se mantienen en niveles menores. Samasa y bagre, son especies costeras que generalmente habitan en la zona norte, sus abundancias también continuaron siendo muy bajas. En cambio, la múnida, que es un crustáceo que habita en las aguas costeras

In the spring cruise 2109-11, to the north-center, a biomass of 7.01 million tons of *E. ringens* was estimated. Resulting in a quota of 2,047,000 tons for the second fishing season of 2021. This quota was 29% lower than the observed biomass during the summer of 2021 and 17% lower than the biomass observed in the spring of 2020. The second fishing season took place from November 22, 2021, to January 15, 2022, with the participation of 697 industrial vessels. A total of 98.14% of the allocated quota in the northern-central region was caught. The ports of Malabrigo, Chimbote, and Coishco had the highest landings, coinciding with the areas of greater distribution of adult individuals between Talara and Pucusana.

In 2021, fishing quotas for *E. ringens* were established for the south in two seasons, totaling 409,000 tons (January-June and July-December 2021, respectively). The ports of Ilo and Mollendo recorded the highest landings during both seasons.

The biomass estimates of *E. ringens* derived from hydroacoustic surveys in 2021 indicate the species' robust condition, as evidenced by the high fulfillment rates of the allocated fishing quotas in both fishing seasons.

The oceanographic variables of sea surface temperature, salinity, and surface dissolved oxygen values found in the distribution of *E. ringens* during the 2021 cruises fell within the ranges established by CASTILLO *et al.* (2018), and they were comparable to the values obtained during the 2020 cruises.

Regarding other species investigated, such as *Trachurus murphyi* and *Scomber japonicus*, their distribution and biomass were generally insignificant, often occurring in isolation. They were primarily associated with oceanic fronts and the mixing zones between subtropical surface waters (SSW) and cold coastal waters (CCW), displaying consistently lower abundances. Coastal species like *Anchoa nasus* and *Galeichthys peruvianus*, predominantly found in the northern region, also exhibited consistently low abundances. In contrast, *Pleuroncodes monodon*, a crustacean inhabiting

frías, es la segunda especie de mayor abundancia y comparte su distribución con la anchoveta, se encuentra en forma continua a lo largo de la costa, en el crucero 2102-07 fue encontrada desde Chicama hacia el sur y en el crucero 2109-11 desde la isla Lobos de Tierra hacia el sur, debido a las condiciones oceanográficas más frías registradas en la estación. Finalmente, las especies mesopelágicas *potia* y *vinciguerria*, habitan generalmente en las aguas oceánicas principalmente en las ASS, cuando estas aguas se acercan hacia la costa sus abundancias se incrementan. La población de estas especies es mayor a lo registrado en los cruceros hidroacústicos, debido al área investigada preferencialmente en la zona costera.

5. CONCLUSIONES

La distribución espacial de la anchoveta en el 2021 mantuvo su comportamiento estacional, en el crucero 2102-07 se encontró hasta 80 mn de la costa con altas concentraciones y biomasa de 12,03 millones de toneladas; mientras que, en el crucero 2109-11 se encontró hasta 121 mn de la costa con mayor dispersión y biomasa de 8,03 millones de toneladas.

En los dos cruceros de evaluación hidroacústica realizados en ese año, los cardúmenes más profundos se localizaron entre 14° y 16°S por la buena oxigenación en esas profundidades.

Los descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta variaron en ambos cruceros debido a la agregación y disgregación por la variabilidad ambiental y otras variables como la concentración de clorofila-*a*.

Para el 2021 la anchoveta continuó siendo la especie de mayor abundancia en la RNSCH y su población se encontró en condiciones saludables favorecida por las condiciones oceanográficas ligeramente frías a neutras de las aguas costeras frías.

El crustáceo *múnida* fue la segunda especie de mayor abundancia en la zona costera, generalmente comparte su distribución con la anchoveta, su biomasa en los cruceros 2102-

CCW, emerged as the second most abundant species and shared its distribution with *E. ringens*. It displayed a continuous presence along the coast, ranging from Chicama southward in cruise 2102-07 and from Lobos de Tierra Island southward in cruise 2109-11, owing to the colder oceanographic conditions recorded during the season. Finally, mesopelagic species *Dosidicus gigas* and *Vinciguerria lucetia*, typically dwelling in oceanic waters, particularly within the SSW, exhibited increased abundances as these waters approached the coast. Their populations exceeded the records obtained from hydroacoustic surveys, likely due to the coastal focus of the investigation area.

5. CONCLUSIONS

In 2021, the spatial distribution of *E. ringens* exhibited its seasonal behavior. During cruise 2102-07, it was found up to 80 nm offshore, characterized by high concentrations and a biomass of 12.03 million tons. Conversely, in the 2109-11 cruise, it exhibited a wider dispersion, reaching up to 121 nm offshore, with a biomass of 8.03 million tons.

In the two hydroacoustic assessment cruises conducted that year, the deepest schools were found between 14° and 16°S due to the favorable oxygenation in those depths.

The acoustic descriptors of the *E. ringens* schools varied in both cruises due to aggregation and dispersion influenced by environmental variability and other factors such as chlorophyll-*a* concentration.

In 2021, *E. ringens* remained the most abundant species in the NRHCS, and its population thrived under the favorable oceanographic conditions of slightly cold to neutral coastal waters, indicating a healthy status.

The crustacean *P. monodon* was the second most abundant species in the coastal zone, often sharing its distribution with *E. ringens*. Its biomass in the cruises 2102-07 and 2109-11 was estimated at 1.50 and 1.20 million tons, respectively.

07 y 2109-11 fueron de 1,50 y 1,20 millones de toneladas, respectivamente.

Las distribuciones del jurel y la caballa han sido en núcleos reducidos y aislados, solo en el crucero 2102-07 la caballa fue estimada en 0,82 millones de toneladas por encontrarse en algunos núcleos alta concentración de cardúmenes.

Las abundancias de las especies costeras samasa y bagre fueron menores; las mesopelágicas pota y vinciguerría se encontraron alejadas de la costa, solo vinciguerría en el crucero 2109-11 tuvo biomasa de 1,06 millones de toneladas.

Las especies pelágicas investigadas reflejan variabilidad en su abundancia y distribución, cada especie tiene una particularidad en su detección y tienen sus propios rangos de variables oceanográficas de su hábitat para su normal desarrollo, lo cual los gestores de la administración pesquera deben considerar para un manejo adecuado.

Agradecimientos

Un reconocimiento especial al personal eventual de la DGIHSA que participaron en los cruceros; así como, al personal de la Dirección como: Naldi Herrera, Jairo Calderón, Ketty Ferrel, Néstor Saavedra, Ángel Espíritu, Luis Escudero y Cynthia Gonzales, que apoyaron presencialmente a las actividades logísticas para el desarrollo de los cruceros de investigación a pesar de las dificultades suscitadas por el COVID-19. Así mismo, al personal logístico de las diversas empresas pesqueras de la SNP, que en algún momento de su etapa profesional estuvieron laborando en la DGIHSA.

The distributions of *T. murphyi* and *S. japonicus* have been observed in small and isolated clusters. Only during cruise 2102-07, *Scomber japonicus* biomass was estimated at 0.82 million tons, indicating the presence of high-density schools in certain areas.

The abundances of coastal species *A. nasus* and *G. peruvianus* were relatively low, while the mesopelagic species *D. gigas* and *V. lucetia* were primarily found in offshore areas. In cruise 2109-11, *V. lucetia* exhibited a biomass of 1.06 million tons.

The pelagic species investigated show variability in their abundance and distribution, with each species exhibiting specific detection characteristics and distinct ranges of oceanographic variables within their habitat for optimal development. Therefore, fisheries management authorities must consider these factors for effective management strategies.

Acknowledgments

Special recognition goes to the temporary staff of the Directorate-General for Hydroacoustic Research, Remote Sensing, and Fishing Techniques (DGIHSA in Spanish) who actively participated in the research cruises. Additionally, sincere appreciation is extended to the dedicated individuals from the Directorate, including Naldi Herrera, Jairo Calderón, Ketty Ferrel, Néstor Saavedra, Ángel Espíritu, Luis Escudero, and Cynthia Gonzales, for their valuable on-site support in overcoming the logistical challenges posed by the COVID-19 pandemic. Furthermore, acknowledgment is due to the logistical personnel from various fisheries companies associated with Peru's National Fisheries Society, who have contributed their expertise and experience during their tenure at DGIHSA.

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. <https://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2001>
- CASTILLO, R., DALLA, L., GARCÍA, W., MADUREIRA, L., GUTIERREZ, M., VASQUEZ, L. & KOPPELMANN, R. (2018). Anchovy distribution off Peru in relation to abiotic parameters: A 32-year time series from 1985 to 2017. *Fish Oceanogr.*, 28(4), 389-401. <https://doi.org/10.1111/fog.12419>
- CASTILLO, P. R., VALDEZ, C., GRADOS, D., POZADA, M., CUADROS, G., PAZ, A., CORNEJO, R. & ESCUDERO, L. (2022). Distribución y biomasa de los principales recursos pelágicos determinados por acústica, verano-otoño 2021. *Inf Inst Mar Perú*, 49(2), 175-192. <https://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/4777>
- 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(2-4), 95-105. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.012>
- DALEN, J., KARP, W., KLOSER, R., MACAULAY, G., MELVIN, G., MITSON, R., O'DRISCOLL, R., PEÑA, H. & RYAN, T. (2007). Collection of acoustic data from fishing vessels. *ICES Cooperative Research Report*, (287), 1-84. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.5452>
- DEMER, D. A., BERGER, L., BERNASCONI, M., BETHKE, E., BOSWELL, K., CHU, D., DOMOKOS, R., DUNFORD, A., FASSLER, S., GAUTHIER, S., HUFNAGLE, L., JECH, J. M., BOUFFANT, N., LEBOURGES-DHAUSSY, A., LURTON, X., MACAULAY, G. J., PERROT, Y., RYAN, T., PARKER-STETTER, S., STIENESSEN, S., WEBER, T. & WILLIAMSON, N. (2015). Calibration of acoustic instruments. *ICES Cooperative Research Report*, (326), 1-133. <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-185>
- ENFEN. (2021). Comunicado oficial Nro. 2-2021. Estado del sistema de alerta: No Activo. Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, ENFEN, 12 de febrero 2021. 6 pp. [Comunicado Of ENFEN N° 02-2021.pdf](http://www.gob.pe/Comunicado_Of_ENFEN_N%02-2021.pdf) (www.gob.pe)
- ENFEN. (2021). Comunicado oficial Nro. 6-2021. Estado del sistema de alerta: No Activo. Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, ENFEN, 14 de junio 2021. 6 pp. [Comunicado Of ENFEN N° 06-2021.pdf](http://www.gob.pe/Comunicado_Of_ENFEN_N%06-2021.pdf) (www.gob.pe)
- ENFEN. (2021). Comunicado oficial Nro. 7-2021. Estado del sistema de alerta: No Activo. Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, ENFEN, 12 de julio 2021. 6 pp. [Comunicado Of ENFEN N° 07-2021.pdf](http://www.gob.pe/Comunicado_Of_ENFEN_N%07-2021.pdf) (www.gob.pe)
- ENFEN. (2021). Comunicado oficial Nro. 9-2021. Estado del sistema de alerta: No Activo. Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, ENFEN, 13 de setiembre 2021. 6 pp. [Comunicado Of ENFEN N° 09-2021.pdf](http://www.gob.pe/Comunicado_Of_ENFEN_N%09-2021.pdf) (www.gob.pe)
- FÄSSLER, S. M. M., BRUNEL, T., GASTAUER, S. & BURGGRAAF, D. (2015). Acoustic data collected on pelagic fishing vessels throughout an annual cycle: Operational framework, interpretation of observations, and future perspectives. *Fish. Res.*, 178, 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.10.020>
- GARY, D. M., GERLOTTO, F., LANG, C. & TRILLO, P. (2016). Fishing vessels as scientific platforms: An introduction. *Fish. Res.*, 178, 1-3. <https://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2016.02.022>
- 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(3), 633-648. <https://doi.org/10.3856/vol40-issue3-fulltext-12>
- HASTIE, T. & TIBSHIRANI, R. (1990). *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall.
- IMARPE. (2021). Informe Situación del stock norte-centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) a abril 2021 y perspectivas de explotación para la primera temporada de pesca del año. *Inf Inst Mar Perú*. 16 de abril 2021. 59 pp. Web: [Anexo - Proyecto de Oficio 339-2021-IMARPE.pdf](http://www.gob.pe/Anexo-Proyecto-de-Oficio-339-2021-IMARPE.pdf) (www.gob.pe)
- IMARPE. (2022). Informe Ejecutivo. Crucero 2202-04 de Evaluación Hidroacústica de Anchoveta y Otros Recursos Pelágicos. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3084651/INFORME%20EJECUTIVO%202202-04.pdf>
- INEI. (2021a). Informe Técnico Producto Bruto Interno Trimestral. Comportamiento de la Economía Peruana en el Primer Trimestre de 2021. *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. 56 pp. [02-informe-tecnico-pbi-i-trim-2021.pdf](http://inei.gob.pe/02-informe-tecnico-pbi-i-trim-2021.pdf) (inei.gob.pe)
- INEI. (2021b). Informe Técnico Producto Bruto Interno Trimestral. Comportamiento de la Economía Peruana en el Segundo Trimestre de 2021. *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. 56 pp. [03-informe-tecnico-pbi-ii-trim-2021.pdf](http://inei.gob.pe/03-informe-tecnico-pbi-ii-trim-2021.pdf) (inei.gob.pe)
- INEI. (2021c). Informe Técnico Producto Bruto Interno Trimestral. Comportamiento de la Economía Peruana en el Tercer Trimestre de 2021. *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. 56 pp. [04-informe-tecnico-pbi-iii-trim-2021.pdf](http://inei.gob.pe/04-informe-tecnico-pbi-iii-trim-2021.pdf) (inei.gob.pe)
- INEI. (2022). Informe Técnico Producto Bruto Interno Trimestral. Comportamiento de la Economía Peruana en el Cuarto Trimestre de 2021. *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. 56 pp. [01-informe-tecnico-pbi-iv-trim-2021.pdf](http://inei.gob.pe/01-informe-tecnico-pbi-iv-trim-2021.pdf) (inei.gob.pe)
- 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. *IEEE*, 1-5. DOI: 10.1109/rioacoustics.2017.8349744

- MACLENNAN, D. N., FERNANDES, P. G. & DALEN, J. (2002). A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics. *CES Journal of Marine Science*, 59(2), 365-369. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2001.1158>
- MASSÉ, J., SANCHEZ, F., DELAUNAY, D., ROBERT, J. M. & PETITGAS, P. (2016). A partnership between science and industry for a monitoring of anchovy & sardine in the Bay of Biscay: When fishermen are actors of science. *Fisheries Research*, 178, 26-38. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.11.018>
- MORÓN, O. (2000). Características del ambiente marino frente a la costa peruana. *Bol Inst Mar Perú*, 19(1-2), 179-204. <https://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1008>
- 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(6), 1417-1424. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp105>
- 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(3), 269-283. <https://doi.org/10.1051/alr:1993027>
- SIMMONDS, J. & MACLENNAN, D. (2005). *Fisheries Acoustics. Theory and Practice* (2° ed.). Blackwell Science.