

DISTRIBUCIÓN Y BIOMASA DE RECURSOS PELÁGICOS NERÍTICOS Y OCEÁNICOS EN EL ECOSISTEMA MARINO PERUANO OBTENIDOS DE LOS CRUCEROS HIDROACÚSTICOS EN EL 2019

DISTRIBUTION AND BIOMASS OF THE PELAGIC, NERITIC, AND OCEANIC RESOURCES IN THE PERUVIAN MARINE ECOSYSTEM OBTAINED THROUGH HYDROACOUSTIC CRUISES (2019)

Ramiro Castillo

Rodolfo Cornejo¹Luis La Cruz¹Daniel Grados¹Gustavo Cuadros¹Carlos Valdez¹Marissela Pozada¹

RESUMEN

CASTILLO R, CORNEJO R, LA CRUZ L, GRADOS D, CUADROS V, VALDEZ C, POSADA M. 2020. *Distribución y biomasa de recursos pelágicos neríticos y oceánicos en el ecosistema marino peruano obtenidos de los cruceros hidroacústicos en el 2019*. *Bol Inst Mar Perú*. 35(2): 213-241.- En el 2019 fueron realizados dos cruceros de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos, en verano (Cr. 1902-03) entre 12 de febrero y 27 de marzo y en primavera (Cr. 1909-11) entre 29 de setiembre y 15 de noviembre, en buques del IMARPE y en embarcaciones de la Sociedad Nacional de Pesquería para incrementar los muestreos biológicos y acústicos. Se analizan resultados de ambos cruceros para conocer distribución y biomasa de las especies pelágicas neríticas: anchoveta, múnida, samasa, bagre y, oceánicas: jurel, caballa, pota y vinciguerría en el ecosistema marino peruano. La distribución se obtuvo por interpolación de datos por *kriging* y la biomasa por estratificación en áreas isoparalitorales. En la zona costera fueron más abundantes anchoveta y múnida y en la oceánica pota y vinciguerría. La anchoveta fue registrada cerca de la costa hasta 72 mn, con biomasa de 8,82 millones de toneladas en verano y, alejada de la costa hasta 115 mn con biomasa de 8,38 millones de toneladas en primavera. La múnida se distribuyó entre Chimbote-Sama en el verano y entre Bayovar-Sama en primavera. El jurel y la caballa tuvieron mayor biomasa y presencia en primavera (797.262 y 791.459 toneladas, respectivamente). Similares características tuvieron la pota y vinciguerría con mayores áreas de distribución y biomasa (759.274 y 1.270.707 toneladas, respectivamente). Las condiciones oceanográficas fueron normales o neutras en casi todo el año. Se concluye que la biomasa de la anchoveta continuó siendo abundante con respecto a las otras especies pelágicas neríticas y oceánicas y la presencia de juveniles en el 2019 determinó que su manejo debería ser cauteloso.

PALABRAS CLAVE: recursos pelágicos, distribución, biomasa

ABSTRACT

CASTILLO R, CORNEJO R, LA CRUZ L, GRADOS D, CUADROS V, VALDEZ C, POSADA M. 2020. *Distribution and biomass of the pelagic, neritic, and oceanic resources in the Peruvian marine ecosystem obtained through hydroacoustic cruises (2019)*. *Bol Inst Mar Peru*. 35(2): 213-241.- In 2019, we carried out two hydroacoustic cruises, one in the summer (Cr. 1902-03) between February 12 and March 27 and the other one in the spring (Cr. 1909-11) between September 29 and November 15. These cruises were conducted by IMARPE vessels and those of the National Fishing Society to increase biological and acoustic sampling. We analyzed the results of both cruises to know the distribution and biomass of the pelagic species such as anchoveta, munida lobster, samasa, catfish and oceanic species such as jack mackerel, chub mackerel, jumbo flying squid, and vinciguerría lightfish in the Peruvian marine ecosystem. We interpolated data by *kriging* and the biomass by stratification in isoparalittoral areas to obtain the distribution. Anchoveta and munida lobster were more abundant in the coastal area while jumbo flying squid and vinciguerría lightfish were more abundant in the oceanic zone. The anchoveta was recorded near the coast up to 72 nm with biomass of 8.82 million tons in summer and offshore up to 115 nm with biomass of 8.38 million tons in spring. The munida lobster was distributed between Chimbote-Sama in summer and between Bayovar-Sama in spring. Jack mackerel and chub mackerel had higher biomass and presence in spring (797,262 and 791,459 tons, respectively). The jumbo flying squid and vinciguerría lightfish had similar characteristics, with larger distribution areas and biomass (759,274 and 1,270,707 tons, respectively). Oceanographic conditions were normal or neutral for almost the whole year. In conclusion, the anchoveta biomass continued to be abundant when compared to other pelagic species, both neritic and oceanic, and the presence of juveniles in 2019 determined that we should be cautious in its management.

KEYWORDS: pelagic resources, distribution, biomass

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

1. INTRODUCCIÓN

Al finalizar el año 2018, el sector pesca alcanzó el 39,73% del Producto Bruto Interno (PBI), debido a la mayor extracción de anchoveta destinada al consumo humano indirecto (91,25%) y a la pesca marítima para consumo humano directo (6,42%) (INEI, 2019). Los niveles de abundancia de la anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns) y de otras especies pelágicas como jurel (*Trachurus murphyi* Nichols), caballa (*Scomber japonicus* Houttuyn), pota (*Dosidicus gigas* (d'Orbigny)), múnida (*Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards)) y otros, son constantemente investigados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) para la recomendación de medidas de manejo pesquero al Ministerio de La Producción (PRODUCE) con fines de mantener la sostenibilidad a través de una pesquería responsable y además, porque cumplen un rol fundamental en la cadena alimentaria del ecosistema marino (HECK, 2015).

Esta investigación fue realizada cumpliendo con la actividad operativa institucional 14: Aplicación del método hidroacústico en la evaluación de recursos pesqueros de la meta presupuestal 31 de la Dirección General de Investigaciones en Hidroacústica, Sensoramiento Remoto y Artes de Pesca (DGIHSA), establecido en el objetivo estratégico institucional 1 del IMARPE. Para ello, tiene previsto la realización de dos cruceros al año (verano y primavera) en el mar peruano utilizando el método directo por hidroacústica para la evaluación de recursos pelágicos.

La abundancia de las especies pelágicas está condicionada a la variabilidad de las características oceanográficas del ecosistema marino peruano donde se localizan importantes zonas de surgencia o afloramientos de alta productividad (MORÓN, 2000), que permiten el desarrollo de grandes poblaciones de peces, especialmente en el ambiente pelágico nerítico (CHAVEZ *et al.*, 2008). Sin embargo, esa variabilidad de las condiciones atmosféricas y oceanográficas afectan la abundancia y distribución de las especies pelágicas como: alteraciones en el comportamiento (migraciones), disminución de niveles poblacionales, cambios en los procesos biológicos (BERTRAND *et al.*, 2008), depredación e incremento de la mortalidad por pesca.

Las condiciones oceanográficas en el mar peruano fueron variables en el 2019, la variación semanal de las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la región Niño 1+2 (incluye las costas de Ecuador y norte de Perú) entre enero y fines de

1. INTRODUCTION

In late 2018, the fishing sector reached 39.73% of the Gross Domestic Product (GDP), due to the increased extraction of anchoveta for indirect human consumption (91.25%) and sea fishing for direct human consumption (6.42%) (INEI, 2019). The Instituto del Mar del Peru (IMARPE) research the levels of abundance of the anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns) and other pelagic species such as jack mackerel (*Trachurus murphyi* Nichols), chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn), jumbo flying squid (*Dosidicus gigas* (d'Orbigny)), munida lobster (*Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards)) and others for the decision-making process of the Peruvian Ministry of Production (PRODUCE) regarding the fishing management to maintain sustainability through a responsible fishery since they play a key role in the food chain of the marine ecosystem (HECK, 2015).

This research was carried out in compliance with institutional operating activity 14: Application of the hydroacoustic method in the evaluation of fishery resources from budget goal 31 of the Directorate-General for Research in Hydroacoustics, Remote Sensing, and Fishing Gears (DGIHSA in Spanish), established in IMARPE's institutional strategic objective 1. Therefore, we plan to carry out two cruises a year (summer and spring) in the Peruvian sea using the direct method by hydroacoustics for the evaluation of pelagic resources.

The abundance of pelagic species is conditioned by the variability of the oceanographic characteristics of the Peruvian marine ecosystem where important areas of upwelling or outcrops of high productivity are located (MORÓN, 2000). This allows the development of large fish populations, especially in the neritic environment (CHAVEZ *et al.*, 2008). Nevertheless, this variability in atmospheric and oceanographic conditions affects the abundance and distribution of pelagic species such as behavioral alterations (migrations), decrease in population levels, changes in biological processes (BERTRAND *et al.*, 2008), predation, and increase in fishing mortality.

In 2019, oceanographic conditions in the Peruvian sea were variable, the weekly variation of Sea Surface Temperature Anomalies (SSTA)

mayo tuvo un valor máximo de +0,9 °C, registrado en enero (en ese periodo las condiciones fueron de LIGERAMENTE CÁLIDAS A NORMALES). Posteriormente entre junio y fines de noviembre las anomalías fueron negativas obteniéndose hasta valores de -1,3 °C en la quincena de setiembre y fines de noviembre (en ese periodo las condiciones fueron de NORMALES A FRÍAS) y finalmente en la última semana de noviembre hasta fines de diciembre, las anomalías fueron hasta +0,4 °C (periodo LIGERAMENTE CÁLIDO). Las anomalías de TSM en la franja costera peruana también fueron variables, principalmente en la región norte-centro, entre enero y quincena de marzo CONDICIONES CÁLIDAS fueron registradas en diversos núcleos localizados entre 3° y 17°S, posteriormente esas condiciones fueron localizadas entre la quincena de abril y en julio, principalmente en los 4° y 10°S; y finalmente las CONDICIONES cálidas en forma reducida se registraron entre octubre y diciembre en el grado 5°S, en ese último mes se extendió hasta los 10°S. CONDICIONES FRÍAS en la costa peruana se registraron desde abril hasta setiembre. En la región sur las condiciones oceanográficas en todo el año fueron casi NORMALES (IMARPE, 2020).

El IMARPE efectuó dos cruceros multiespecíficos de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos, en las estaciones de verano (Cr. 1902-03) y primavera (Cr. 1909-11), con la finalidad de establecer biomasa, distribución y aspectos biológicos pesqueros de las principales especies pelágicas, así como determinar las condiciones oceanográficas. Para este artículo solo se tomaron en cuenta los resultados acústicos, principalmente la distribución por niveles de abundancia y los estimados de biomasa de las especies pelágicas neríticas: anchoveta (*E. ringens*), samasa (*Anchoa nasus* (Kner & Steindachner)), bagre (*G. peruvianus*), múnida (*P. monodon*), y oceánicas: jurel (*T. murphyi*), caballa (*S. japonicus*), pota (*D. gigas*) y vinciguerría (*Vinciguerria lucetia* (Garman)). En el crucero de verano 1902-03 (12 de febrero a 27 de marzo) la estimación de la biomasa de anchoveta fue desarrollada por el método acústico, que permitió elaborar un informe de la cuota en la primera temporada de pesca de la anchoveta y samasa o anchoveta blanca en la región norte-sur, iniciada el 4 de mayo y culminada el 31 de julio del 2019. En el crucero de primavera 1909-11 (29 de setiembre a 15 de noviembre) la estimación de la biomasa de anchoveta fue desarrollada por el modelo de Balance poblacional que permitió elaborar un informe referente a la decisión de la cuota para la segunda temporada de pesca de la anchoveta (IMARPE, 2019a, b).

in the Niño 1+2 region (includes the coasts of Ecuador and northern Peru) between January and late May had a maximum value of +0.9 °C, recorded in January (when conditions were from SLIGHTLY WARM TO NORMAL). Between June and late November, the anomalies were negative, reaching values of -1.3 °C in the fortnight of September and late November (when conditions were from NORMAL TO COLD). From the last week of November to late December, the anomalies were up to +0.4 °C (SLIGHTLY WARM period). The SSTAs in the Peruvian coastal strip were also variable, mainly in the north-central region. Between January and mid-March, we recorded WARM CONDITIONS in several nuclei located between 3° and 17°S, later these conditions were located between mid-April and July, mainly in the 4° and 10°S. The reduced WARM CONDITIONS were recorded between October and December at 5°S. In December, these conditions were extended to 10°S. COLD CONDITIONS were recorded from April to September. In the southern region, oceanographic conditions throughout the year were almost NORMAL (IMARPE, 2020).

IMARPE carried out two hydroacoustic cruises, in summer (Cr. 1902-03) and spring (Cr. 1909-11), to establish the biomass, distribution, and biological aspects of the main pelagic species, as well as to determine the oceanographic conditions. We considered the acoustic results for this paper, mainly the distribution by abundance levels and the biomass estimates of the neritic species such as anchoveta (*E. ringens*), samasa (*Anchoa nasus* (Kner & Steindachner)), catfish (*G. peruvianus*), munida lobster (*P. monodon*), and the oceanic ones such as jack mackerel (*T. murphyi*), chub mackerel (*S. japonicus*), jumbo flying squid (*D. gigas*), and vinciguerría lightfish (*Vinciguerria lucetia* (Garman)). In the summer cruise 1902-03 (February 12 to March 27), we estimated the anchoveta biomass through the acoustic method. We prepared a report for the quota of the first fishing season for anchoveta and samasa in the North-South region (started on May 4 and ended on July 31, 2019). In the spring cruise 1909-11 (September 29-November 15), we applied the population balance model to estimate the anchoveta biomass and prepared the report for the decision on the quota for the second fishing season (IMARPE, 2019a, b).

La decisión de la aplicación del modelo de Balance poblacional fue por *i*). La dinámica del escenario ambiental observada en el crucero de biomasa desovante de la anchoveta 1908-09 y por el segundo informe de avance del crucero 1909-11, que mostraron amplia dispersión de la anchoveta. *ii*). El crucero 1909-11 al 7 de noviembre del 2019 se encontraba en 83% de avance, aun no se completaban los análisis de la región norte-centro, debido al requerimiento del informe solicitado por PRODUCE para el 8 de noviembre del 2019, y *iii*). Los datos preliminares de la información acústica solicitados al 7 de noviembre del 2019 estaban en proceso preliminar de revisión de la data acústica. El inicio de la segunda temporada de pesca fue el 16 de noviembre del 2019 y finalizó el 14 de enero del 2020.

En ambos cruceros, con la finalidad de incrementar el muestreo acústico y biológico del crucero, se contó con el apoyo de tres embarcaciones pesqueras de la Sociedad Nacional de Pesquería (SNP) en forma permanente y continua, que generalmente fueron reemplazados en cada etapa (norte y sur).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de investigación y diseño de muestreo

El área geográfica de investigación fue el ecosistema marino peruano entre Tumbes ($3^{\circ}45'S$) y Tacna ($18^{\circ}20'S$) desde 0,3 mn (priorizando la seguridad de la navegación) hasta distancias menores de 120 mn a la costa.

Se realizó el muestreo sistemático (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005) consistente en transectos o perfiles perpendiculares a la línea de costa y paralelos entre sí, con separación de 10 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 el buque. En los cruceros de verano y primavera se realizaron 118 y 113 transectos, respectivamente; que fueron paralelos e intercalados por los buques de investigación (Fig. 1).

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

We decided to apply the population balance model since *i*). The dynamics of the environmental scenario observed in the cruises 1908-09 and 1909-11 showed wide dispersion of the anchoveta. *ii*). The cruise 1909-11 was 83% complete as of November 7, 2019, and the analyses of the north-central region had not yet been completed, due to the requirement of the report requested by PRODUCE for November 8, 2019, and *iii*). The preliminary acoustic data requested as of November 7, 2019, was in the preliminary process of reviewing. The second fishing season began on November 16, 2019, and ended on January 14, 2020.

To increase the acoustic and biological sampling of the cruise, three fishing vessels of the National Fishing Society (SNP in Spanish) supported both cruises permanently and continuously. Generally, they were replaced in each stage (north and south).

2. MATERIAL AND METHODS

Research area and sampling design

The geographical research area was the Peruvian marine ecosystem between Tumbes ($3^{\circ}45'S$) and Tacna ($18^{\circ}20'S$) from 0.3 nm (safety of navigation) to distances less than 120 nm offshore.

We carried out a systematic sampling (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005) consisting of transects parallel to each other, with a 10 nm separation. The length or distance of the transects varied according to the acoustic protocol based on the presence or absence of pelagic resources (mainly anchoveta) and/or adverse conditions due to bad weather or vessel damage. We performed a total of 118 and 113 transects on the summer and spring cruises, respectively, which were parallel and interspersed by the research vessels (Fig. 1).

Regarding the SNP fishing vessels, we applied the same type of sampling by distributing them simultaneously by areas concerning the distance from the coast (areas: coastal 0-30 nm, intermediate 30-60 nm, and oceanic 60-90 nm). In the spring cruise, they extended from 0-40, 40-80, and 80-140 nm, respectively.

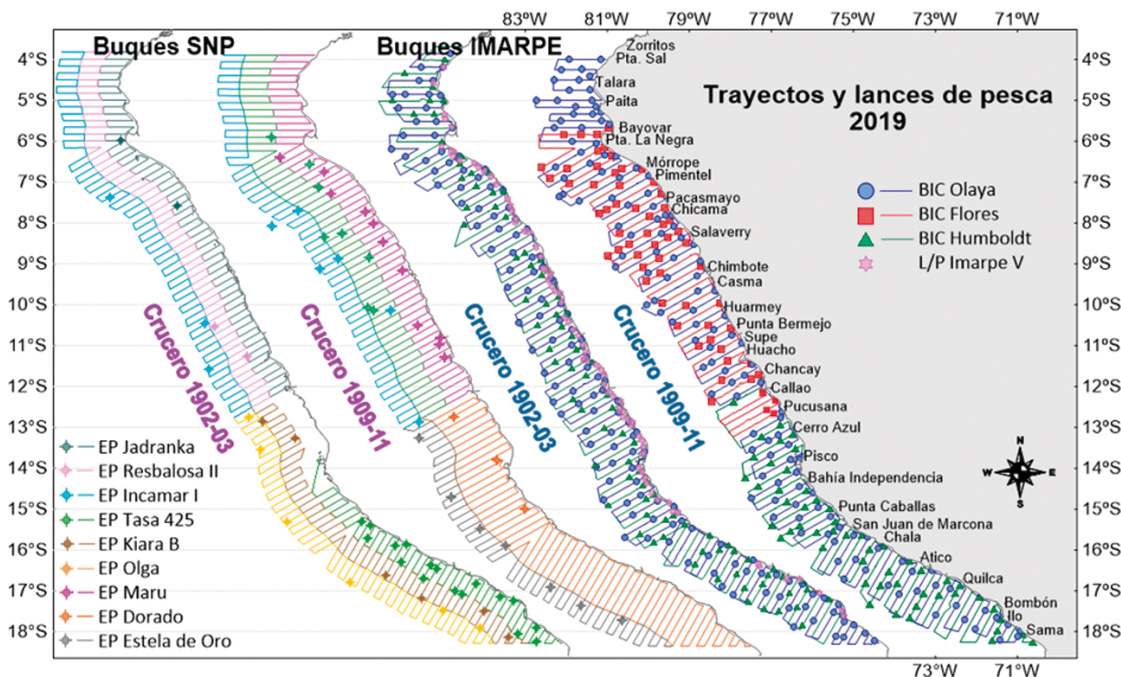


Figura 1.- Trayectos y lances de pesca realizados en los cruceros de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos en el 2019. Los símbolos son lances de pesca y las líneas son trayectos, cada color corresponde a una embarcación

Figure 1. Routes and fishing sets made on hydroacoustic cruises, 2019. The symbols are the fishing sets and the lines are the routes, each color corresponds to a vessel

Plataformas de investigación

En el crucero 1902-03 participaron los buques de investigación científica (BIC) José Olaya Balandra y Humboldt y la lancha pesquera (L/P) IMARPE V apoyó en la zona costera entre 0,3 a 8 mn de distancia a la costa, con transecto en zig-zag; mientras que, en el crucero 1909-11 lo hicieron los BIC José Olaya Balandra, Flores Portugal y Humboldt. Las embarcaciones pesqueras de la SNP que participaron en cada crucero son descritas en la Tabla 1.

Equipos acústicos

Los BIC del IMARPE cuentan con ecosondas científicas multifrecuencia Simrad EK 80 y/o EK 60, la L/P IMARPE V tiene la ecosonda portátil Simrad EK 60. En el caso de las embarcaciones de la SNP contaron con ecosondas semi-científicas Simrad ES70 y/o ES80 (Tabla 1).

Lances de pesca

El arte de pesca de las embarcaciones del IMARPE fueron redes de arrastre pelágico tipo Granton con aberturas verticales de 12 m para el BIC José Olaya (y sensores inalámbricos de pesca NOTUS), 8 m para el BIC Flores Portugal y 14 m para el BIC Humboldt. Las embarcaciones pesqueras de la SNP emplearon redes de cerco de malla anchovetera (Tabla 2).

Research platforms

The following research vessels (R/V) were part of the cruise 1902-03: José Olaya Balandra and Humboldt as well as the fishing boat (F/B) IMARPE V in the coastal area between 0.3 and 8 nm offshore, with a zig-zag transect. In the cruise 1909-11, the R/V José Olaya Balandra, Flores Portugal, and Humboldt participated. Table 1 describes the SNP fishing vessels that participated in each cruise.

Acoustic equipment

IMARPE’s R/V have Simrad EK 80 and/or EK 60 echo sounders, the F/B IMARPE V is equipped with the Simrad EK 60 portable echo sounder. The SNP vessels were equipped with Simrad ES70 and/or ES80 semiscientific echo sounders (Table 1).

Fishing sets

IMARPE’s vessels used the following fishing gears: Granton type pelagic trawl nets with vertical openings of 12 m for the R/V Olaya (with NOTUS wireless fishing sensors), 8 m for the R/V Flores, and 14 m for the R/V Humboldt. The SNP fishing vessels that participated in the cruise were purse-seiners using raschel knotless nets (Tabla 2).

Tabla 1.- Embarcaciones participantes y resultado de los datos de desviación de modelos aplicados en las calibraciones acústicas en los cruceros realizados en el 2019

Table 1. Participating vessels and results of model deviation data applied in acoustic calibrations on 2019 cruises

Embarcación	Eslora (m)	Ecosonda Simrad	Modelo de transductor	Frecuencia (kHz)	Crucero 1902-03			Crucero 1909-11			
					RMS (dB)	Ganancia (dB)	S _a corregido (dB)	RMS (dB)	Ganancia (dB)	S _a corregido (dB)	
IMARPE	BIC José Olaya Balandra	EK 80	ES18	18	0,03	22,48	0,05	0,10	22,69	0,52	
			ES38-7	38	0,16	26,45	0,72	0,06	26,90	-0,70	
			ES70-7C	70	0,14	23,50	0,06	0,16	23,51	0,08	
			ES120-7C	120	0,22	26,30	0,17	0,09	26,89	0,11	
	BIC Flores Portugal	EK 80	ES38-10	38				0,14	26,73	0,10	
			ES120-7C	120				0,16	27,50	0,18	
BIC Humboldt	75,20	EK 60	ES38-B	38	0,13	24,40	0,02	0,13	26,65	-0,89	
			ES120-7C	120	0,12	27,34	0,19	0,21	26,58	-0,52	
L/P Imarpe V	16,60	EK 60	ES120-7C	120	0,28	27,18	-0,41				
SNP	TASA 425	43,92	ES 80	ES120-7C	120	0,18	26,56	-0,04	0,14	26,72	-0,41
	KIARA B	48,00	ES 70	ES120-7C	120	0,14	26,72	-0,41			
	OLGA	45,00	ES 70	ES120-7C	120	0,23	26,70	-0,41			
	JADRANKA B	45,00	ES 70	ES120-7C	120	0,17	26,12	-0,39			
	RESBALOSA II	156,00	ES 70	ES120-7C	120	0,19	24,57	-0,44			
	INCAMAR I	77,00	ES 80	ES120-7C	120	0,21	26,18	-0,16	0,23	26,70	-0,41
	MARU	45,33	ES 70	ES120-7C	120				0,18	26,56	-0,04
	DORADO	37,57	ES 70	ES120-7C	120				0,21	25,37	-0,40
	ESTELA ORO II	45,22	ES 70	ES120-7C	120				0,19	25,96	-0,42

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

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

Tabla 2.- Lances de pesca realizados en los cruceros del 2019

Table 2. Fishing sets made on the 2019 cruises

Embarcaciones	Crucero 9902-03		Crucero 9909-11		Total	Tipo de arte de pesca	
	Norte	Sur	Norte	Sur			
IMARPE	BIC José Olaya Balandra	70	64	81	54	269	Red de arrastre pelágica
	BIC Flores Portugal			58	4	62	Red de arrastre pelágica
	BIC Humboldt	43	47		52	142	Red de arrastre pelágica
	L/P Imarpe V	46	29			75	Red de arrastre pelágica
SNP	TASA 425		17	8		25	Red de cerco anchovetera
	KIARA B		6			6	Red de cerco anchovetera
	OLGA		6			6	Red de cerco anchovetera
	JADRANKA B	3				3	Red de cerco anchovetera
	RESBALOSA II	2				2	Red de cerco anchovetera
	INCAMAR I	3		6		9	Red de cerco anchovetera
	MARU			11		11	Red de cerco anchovetera
	DORADO				3	3	Red de cerco anchovetera
	ESTELA ORO II				7	7	Red de cerco anchovetera
TOTAL					620		

Datos biológicos

Se recolectaron datos biológicos para la estructura de tallas y relación longitud-peso de las especies pelágicas evaluadas. En el caso de la anchoveta la estructura por tamaños fue ponderada de acuerdo a los valores de integración detectados (tres valores antes y después de cada lance con presencia de anchoveta).

Datos oceanográficos

Se recolectaron datos oceanográficos de las variables temperatura, salinidad y oxígeno disuelto superficial. Las metodologías son descritas en IMARPE, 2019 c, d.

Biological data

We collected biological data on the size structure and length-to-weight ratio of the pelagic species evaluated. For anchoveta, the size structure was weighted according to the integration values detected (three values before and after each set with anchoveta presence).

Oceanographic data

We gathered oceanographic data on the variables of temperature, salinity, and dissolved oxygen on the surface of the sea. The methodologies are described in IMARPE, 2019 c, d.

Identificación de especies

La discriminación acústica fue realizada por el programa *EchoView*, se identificaron los ecotrazos de las especies detectadas de acuerdo a composición de la captura del lance de pesca, tipo de ecotrazo y por análisis multifrecuencia (gráficos de respuesta de frecuencia acústica de cardúmenes) (CASTILLO *et al.*, 2011).

Procesamiento acústico

El post-procesamiento de información y almacenamiento se efectuaron de acuerdo a los "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", "Protocolo acústico para la estandarización de información en los cruceros de evaluación de recursos pesqueros", cuya formulación matemática está descrito en CASTILLO *et al.* (2011).

En el caso del crucero de primavera 1909-11 los datos del Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica por Área (NASC) de cada especie fueron obtenidos mediante la exportación de datos de los cardúmenes detectados en el programa *EchoView*. En el caso del BIC José Olaya, solo en la frecuencia de 120 kHz fueron exportados datos al umbral de -68 a -72 dB para compensar la pérdida de energía sonora como consecuencia de una interferencia eléctrica cerca de ese transductor (MAMANI, 2020). El mapeo de los gráficos de la distribución de cada especie evaluada fue realizado por interpolación de los datos NASC mediante el método *kriging*. Los estimados de abundancia o biomasa fueron obtenidos por el método de estratificación en áreas isoparalitorales de 10 x 30 mn.

Las variables utilizadas como ecuaciones de fuerza de blanco (TS) y relación longitud-peso de cada especie esta descrita en la Tabla 3.

Para entender la dinámica y el comportamiento espacio temporal de la anchoveta, fueron analizados 26,347 y 146,435 datos de cardúmenes de las estaciones de verano y la primavera del 2019, respectivamente.

La relación de la presencia de anchoveta con las variables oceanográficas, fue realizada por interpolación para obtener en cada muestra acústica los datos oceanográficos. El análisis se desarrolló mediante los modelos aditivos generalizados (GAM) (HASTIE & TIBSHIRANI, 1990; MURASE *et al.*, 2009).

Species identification

We used the *EchoView* software for acoustic discrimination. This allows us to identify the echo traces of the detected species based on: catch composition of the fishing set, type of echo trace characteristic of each species, and by multi-frequency analysis (acoustic frequency response graphs of schools) (CASTILLO *et al.*, 2011).

Acoustic processing

The post-processing of information and storage was carried out according to the following protocols: "Protocol for the collection and analysis of echograms during fishing resource assessment cruises", "Action protocol for the data collection on a hydroacoustic assessment survey of pelagic resources", "Acoustic protocol for the standardization of information on fishing resource assessment cruises", whose mathematical formulation is described in CASTILLO *et al.* (2011).

In spring, for the cruise 1909-11, we obtained data on the Nautical Area Acoustic Scattering Coefficient (NASC) of each species by exporting data from the schools detected in the *EchoView* software. For the R/V José Olaya, data at the threshold of -68 to -72 dB were exported only at the frequency of 120 kHz to compensate for the loss of sound energy resulting from electrical interference near that transducer (MAMANI, 2020). The mapping of the distribution graphs for each species evaluated was done by interpolation of NASC data using the *kriging* method. Abundance or biomass estimates were obtained by the stratification method in isoparalittoral areas of 10 x 30 nm.

Table 3 describes the variables used as equations of target strength (TS) and length-to-weight ratio for each species.

We analyzed 26,347 and 146,435 anchoveta schools in summer and spring 2019, respectively, to understand their dynamics and space-time behavior.

We interpolated the oceanographic data to relate the presence of anchoveta with the oceanographic variables. Generalized additive models (GAM) were used for the analysis (HASTIE & TIBSHIRANI, 1990; MURASE *et al.*, 2009).

Tabla 3.- Valores de los coeficientes de relación longitud-peso y ecuaciones de fuerza de blanco (TS) de las especies pelágicas utilizados en el 2019. La función de TS para una longitud del pez (L) es representado por TS=20 log L+20

Table 3. Values of the length-to-weight ratios and target strength (TS) equations of the pelagic species used in 2019. The TS function for a fish length (L) is represented by TS=20 log L+20

Especie	Verano (W=aL ^b)		Primavera (W=aL ^b)		Frecuencia (kHz)	Rango (cm)	Promedio (cm)	b ₂₀	Referencia
	a	b	a	b					
Anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>)	0,003 (C-N)	3,269 (C-N)	0,0036 (C-N)	3,237 (C-N)	120	6,0 - 8,5	7,0	-81,8	Gutiérrez (1999)
	0,0032 (S)	3,2301 (S)	N	3,308 (S)	120	10,0 - 13,0	11,3	-76,25	Gutiérrez y MacLennan (1998)
			0,003 (S)			> 13,0	15,1	-77,5	MacLennan et al (1998)
Jurel (<i>Trachurus murphyi</i>)	0,0312	0,644	0,0125	2,8987	120			-70,8	Gutiérrez (1999)
Caballa (<i>Scomber japonicus</i>)	0,0071	3,2034	0,095	3,11	120	26,0 - 30,0		-70,8	Gutiérrez y MacLennan (1998)
Samasa (<i>Anchoa nasus</i>)	0,0054	3,0695	0,0064	2,9877	120	10,0 - 14,5		-86,57	Gutiérrez y Herrera (1998)
Bagre (<i>Galeichthys peruvianus</i>)	0,0367	2,5658	0,0192	2,7446	120			-74,1	Castillo et al (1998)
Múnida (<i>Pleuroncodes monodon</i>)	0,0017	2,5735	0,485	2,682	120			-92,70	Gutiérrez (1999)
Pota (<i>Dosidicus gigas</i>)	0,0565	2,7492	0,1181	2,4828	38	12,0 - 24,0		-70,12	Gutiérrez (2000)
Vinciguerría (<i>Vinciguerría lucetia</i>)	0,0021	3,4997	0,0282	2,0977	38	3,5 - 6,5		-82,4	Gutiérrez y Herrera (1998)

Calibraciones acústicas

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

Las calibraciones de ecosondas científicas de los BIC de IMARPE fueron realizadas en un lugar protegido de la bahía de Ilo, isla San Lorenzo (Callao) y/o islas Lobos de Afuera. Las calibraciones de ecosondas semicientíficas ES60 y/o ES70 Simrad de 120 kHz de las embarcaciones pesqueras de la SNP participantes en las zonas norte y sur, se realizaron en un lugar protegido en la bahía de Chimbote y/o en la isla San Lorenzo.

3. RESULTADOS

Calibraciones acústicas de ecosondas

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, considerando que la estimación de biomasa es realizada con la frecuencia de 120 kHz. Las variables oceanográficas utilizadas en el programa EK80 de la ecosonda de temperatura y salinidad obtenidas en el lugar de calibración permitieron determinar la velocidad del sonido en el agua de mar, en el verano fue de 16,70 °C y 35,00 ups con velocidad de sonido de 1512,30 m/s y en la primavera de 15,70 °C y 35,00 ups con velocidad de sonido de 1509,20 m/s, respectivamente. En todas las frecuencias se aplicó una duración de pulso de 512 µs. La calibración de la ecosonda permitió verificar

Acoustic calibrations

We applied the methodology of the *International Council for the Exploration of the Sea (ICES) Cooperative Research Report N° 326* to perform the acoustic calibrations with the standard target (DEMÉR *et al.*, 2015; SIMMONDS & MACLENNAN, 2005).

The scientific echo sounder calibrations of the IMARPE BICs were carried out in a protected area of Ilo Bay, San Lorenzo Island (Callao), and/or Lobos de Afuera Islands. The Simrad ES60 and/or ES70 120 kHz semiscientific echo sounder calibrations of the participating SNP fishing vessels in the north and south areas were performed at a protected site in Chimbote Bay and/or San Lorenzo Island.

3. RESULTS

Acoustic calibrations of the echo sounders

The *Root Mean Square-RMS* results of the standard target acoustic measurements based on the calibration manual scale were Very acceptable or Excellent since the biomass estimation is performed at the frequency of 120 kHz. The oceanographic variables, used in the EK80 program of the temperature and salinity echo sounder obtained at the calibration site allowed to determine the speed of sound in seawater. In summer, it was 16.70 °C and 35.00 psu with a sound speed of 1512.30 m/s while in spring it was 15.70 °C and 35.00 psu with a sound speed of 1,511 m/s, respectively. We applied a pulse duration of 512 µs at all frequencies. The calibration of the

su correcto funcionamiento y asegurar mediciones precisas durante el muestreo acústico (Tabla 1).

Distribución de recursos pelágicos

Anchoveta

En el verano su distribución fue costera y se encontró hasta 72 mn de la costa, con dos características en su distribución. La primera en forma discontinua y muy restringida a la costa localizada entre Punta Caballas-Morro Sama dentro de las 20 mn y la segunda en forma continua y amplia localizada entre Talara-Bahía Independencia, y registrándose más alejada de la costa entre Talara y Paita. A lo largo de la costa fueron observados importantes núcleos de alta concentración localizados en: Quilca, Chala, sur de bahía Independencia, Pisco, Pucusana-Callao, Huacho-Supe, al sur de Salaverry, Punta la Negra y bahía de Sechura. Los cardúmenes de anchoveta estuvieron compuestos principalmente por ejemplares juveniles, observándose distribución continua a lo largo de la costa. Se registraron diversos núcleos de ejemplares adultos en las zonas costeras al sur de Morro Sama, norte de Punta Bombón, Quilca-Atico, Chala, San Juan de Marcona, Bahía Independencia-Cerro Azul, Pucusana-Supe, Casma-Mórrope y Bayóvar (Fig. 2).

En primavera, la distribución de anchoveta en la costa fue variable y amplia, especialmente en la zona central de Salaverry. Entre Talara-Pacasmayo se presentaron pequeños núcleos, alejados y cercanos a la costa, con altas concentraciones en Bayóvar, Mórrope-Pimentel y Pacasmayo. Luego, entre Pacasmayo-Supe, la distribución se amplió registrándose importantes concentraciones frente a Chicama, Salaverry, Chimbote y Huarmey, extendiéndose hasta las 115 mn. Al sur de Supe hasta San Juan, la distribución de anchoveta fue costera, encontrándose dentro de las 30 mn, con una importante zona de alta densidad entre Pucusana-Pisco y entre San Juan-Sama fue costera con algunos núcleos densos cerca de la costa y núcleos dispersos alejados de costa. En general, fueron observados importantes núcleos de alta concentración localizados en bahía de Sechura, Punta la Negra, al sur de Salaverry, Pucusana-Callao, Huacho-Supe, Pisco, sur de bahía Independencia, Chala, y Quilca. Los cardúmenes estuvieron constituidos por ejemplares adultos, pero también se registraron pequeños núcleos dispersos de larvas y pre-reclutas. Es importante mencionar que, a pesar de que la anchoveta aún estuvo desovando se mantenía con un contenido graso considerado "normal", que favoreció en la estimación de la biomasa debido a su peso (Fig. 2).

echo sounder allowed us to verify its correct operation and to ensure accurate measurements during the acoustic sampling (Table 1).

Distribution of pelagic resources

Anchoveta

In summer, its distribution was coastal and it was found up to 72 nm offshore, with two characteristics in its distribution. The first one in a discontinuous way and very restricted to the coast located between Punta Caballas-Morro Sama within 20 nm and the second one in a continuous and wide way located between Talara-Independencia Bay, and being recorded further away from the coast between Talara and Paita. We observed important nuclei of high concentration along the coast, located in Quilca, Chala, south of Independencia Bay, Pisco, Pucusana-Callao, Huacho-Supe, south of Salaverry, Punta la Negra, and Sechura Bay. The anchoveta schools were mainly composed of juvenile specimens, with a continuous distribution along the coast. Several nuclei of adult specimens were recorded in the coastal areas south of Morro Sama, north of Punta Bombon, Quilca-Atico, Chala, San Juan de Marcona, Independencia Bay-Cerro Azul, Pucusana-Supe, Casma-Morrope, and Bayovar (Fig. 2).

In spring, its distribution on the coast was variable and wide, especially in the central area of Salaverry. There were small nuclei between Talara-Pacasmayo, both near and far from the coast, with high concentrations in Bayovar, Morrope-Pimentel, and Pacasmayo. Later, the distribution between Pacasmayo-Supe was extended, with important concentrations off Chicama, Salaverry, Chimbote, and Huarmey, extending up to 115 nm. The distribution of anchoveta south of Supe up to San Juan was coastal, being found within 30 nm, with an important zone of high density between Pucusana-Pisco and it was coastal between San Juan-Sama with some dense nuclei nearshore and dispersed nuclei offshore. Overall, we observed important nuclei of high concentration located in Sechura Bay, Punta la Negra, south of Salaverry, Pucusana-Callao, Huacho-Supe, Pisco, south of Independencia Bay, Chala, and Quilca. The schools were made up of adult specimens, but small dispersed nuclei of larvae and pre-recruits were also recorded. It is worth noting that, although the anchoveta was still spawning, it was maintained with a fat content considered "normal", which favored the estimation of biomass due to its weight (Fig. 2).

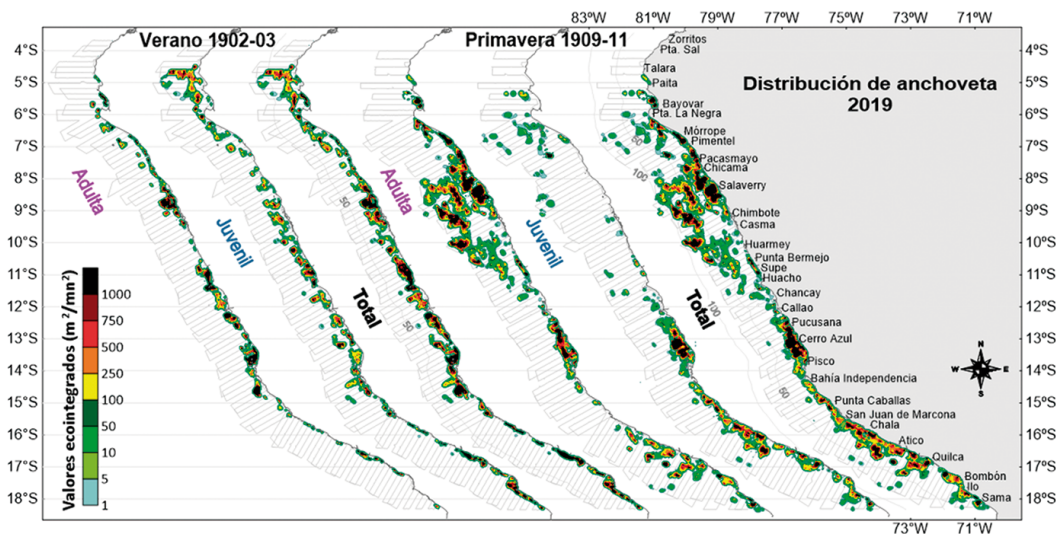


Figura 2.- Distribución espacial de la anchoveta de acuerdo a niveles de econtegración para los cruceros de verano y primavera 2019. Se indica por cada crucero la distribución adulta (moda: >12 cm), la distribución juvenil (moda: <12 cm) y la distribución total

Figure 2. Spatial distribution of the anchoveta based on eco-integration levels for the 2019 summer and spring cruises. The adult distribution (mode: >12 cm), the juvenile distribution (mode: <12 cm), and the total distribution are indicated for each survey

Verticalmente, en el verano los cardúmenes de anchoveta se encontraron a una profundidad media de 10,5 m con rango entre 1 y 81 m. Los cardúmenes someros se reconocieron frente a Salaverry, Callao y Morro Sama; mientras que, los más profundos se localizaron frente a Punta La Negra, norte de Huarney y al sur de Atico. La profundización de los cardúmenes de anchoveta en la zona sur se debió al efecto de las altas precipitaciones y las constantes descargas de las lluvias en los ríos Quilca, Atico y Chala, que generaron oxigenación en las capas más profundas de la columna de agua (>60 m). En total, las mayores abundancias fueron registradas en horas del día con Sv promedio de -44,01 dB (Sv es el coeficiente de retrodispersión acústica por unidad de volumen expresado en decibeles, que es un indicador directo de la biomasa) localizados principalmente en la capa superficial de los 35 m (Fig. 3).

En la primavera los cardúmenes de anchoveta se encontraron más superficiales que en el verano, detectados a profundidad media de 10 m y con rango de profundidad entre 1 y 58 m. Los cardúmenes más someros se registraron frente a Paita y Callao; mientras que, los más profundos se registraron entre Salaverry-Callao y Callao-Pisco. En la zona comprendida entre Chicama-Huacho se registraron mayores abundancias de cardúmenes. En total, las mayores abundancias de cardúmenes fueron registradas en horas del día con un Sv promedio de -40,53 dB (Fig. 4). En el verano los cardúmenes de anchoveta fueron registrados más profundos en la zona sur; mientras que en la primavera fue en la zona norte.

Vertically, in summer, the anchoveta schools were found at a mean depth of 10.5 m with a range between 1 and 81 m. The shallower schools were recognized off Salaverry, Callao, and Morro Sama; while the deeper ones were located off Punta La Negra, north of Huarney, and south of Atico. The deepening of the anchoveta schools in the southern zone was caused by the high rainfall and constant rain discharges in the Quilca, Atico, and Chala rivers, which generated oxygenation in the deepest layers of the water column (>60 m). Overall, the highest abundances were recorded in the daytime with a mean Sv of -44.01 dB (Sv is the coefficient of acoustic backscattering per unit volume expressed in decibels, which is a direct indicator of biomass) located mainly in the surface layer of the 35 m (Fig. 3).

In spring, the anchoveta schools were found to be shallower than in summer. They were detected at a mean depth of 10 m and ranged from 1 to 58 m in depth. The shallowest schools were recorded off Paita and Callao; while the deepest schools were recorded off Salaverry-Callao and Callao-Pisco. The greatest abundance of schools was recorded between Chicama-Huacho. Overall, the highest abundances of schools were recorded in daylight hours with a mean Sv of -40.53 dB (Fig. 4). In summer, the anchoveta schools were recorded deeper in the southern zone; while in spring, they were deeper in the northern area.

Jurel y Caballa

El jurel fue escaso en todo el año; en el verano fue registrado en diversos núcleos aislados y discontinuos. Entre Talara-Pimentel se encontró en pequeñas áreas dispersas localizadas entre 14 y 37 mn de la costa, entre Callao-Pucusana estuvo en dos áreas reducidas alejadas de costa, frente a Pisco en diversas áreas comprendidas entre 1-70 mn de la costa; frente a San Juan de Marcona estuvo entre 50-70 mn de la costa y finalmente entre Quilca-Morro Sama fue localizado dentro de las 26 mn de la costa. En la primavera se registró en núcleos dentro de las 10 mn frente a Bayovar y entre 30-90 mn de la costa frente a Casma, Huacho, Cerro Azul-San Juan de Marcona, Chala y Atico, las mayores abundancias del jurel se localizaron al sur de Pisco hasta Chala (Fig. 5).

Jack and chub mackerel

Jack mackerel was scarce throughout the year. In summer, it was recorded in several isolated and discontinuous nuclei: between Talara-Pimentel, in small scattered areas located between 14 and 37 nm offshore; between Callao-Pucusana, in two reduced areas offshore; off Pisco, in several areas between 1-70 nm offshore; off San Juan de Marcona, between 50-70 nm offshore, and finally between Quilca-Morro Sama, within 26 nm offshore. In spring, anchoveta was recorded in nuclei within 10 nm off Bayovar and between 30-90 nm off Casma, Huacho, Cerro Azul-San Juan de Marcona, Chala, and Atico. The greatest abundance of jack mackerel was located south of Pisco to Chala (Fig. 5).

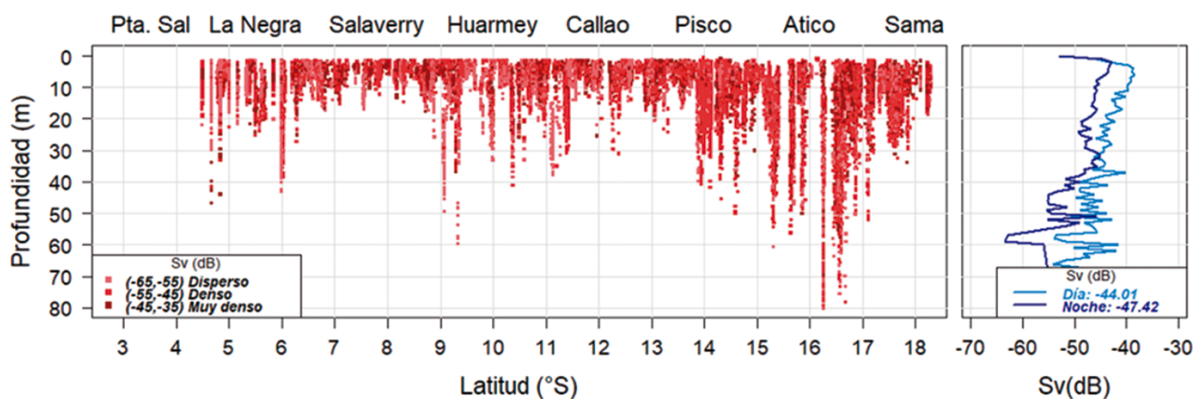


Figura 3.- Distribución vertical de cardúmenes de anchoveta en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total con respecto al día y la noche registrados en el crucero 1902-03

Figure 3. Vertical distribution of anchoveta schools in abundance categories by degree of latitude. On the right side the total Sv for day and night by depth recorded in cruise 1902-03

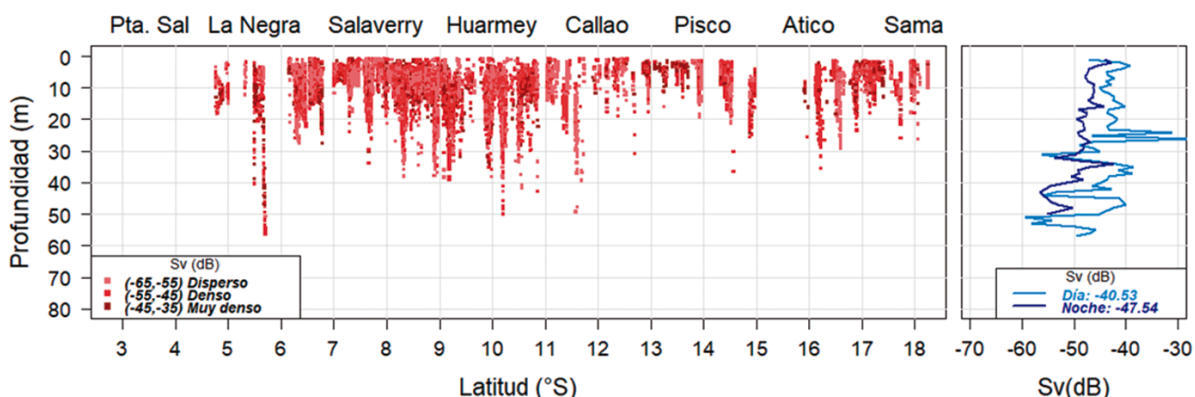


Figura 4.- Distribución vertical de cardúmenes de anchoveta en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total con respecto al día y la noche registrados en el crucero 1909-11, se aprecia que las mayores abundancias corresponden a -35 dB a 25 m

Figure 4. Vertical distribution of anchoveta schools in abundance categories by degree of latitude. On the right side the total Sv for day and night by depth recorded in cruise 1909-11. It can be seen that the highest abundances correspond to -35 dB at 25 m

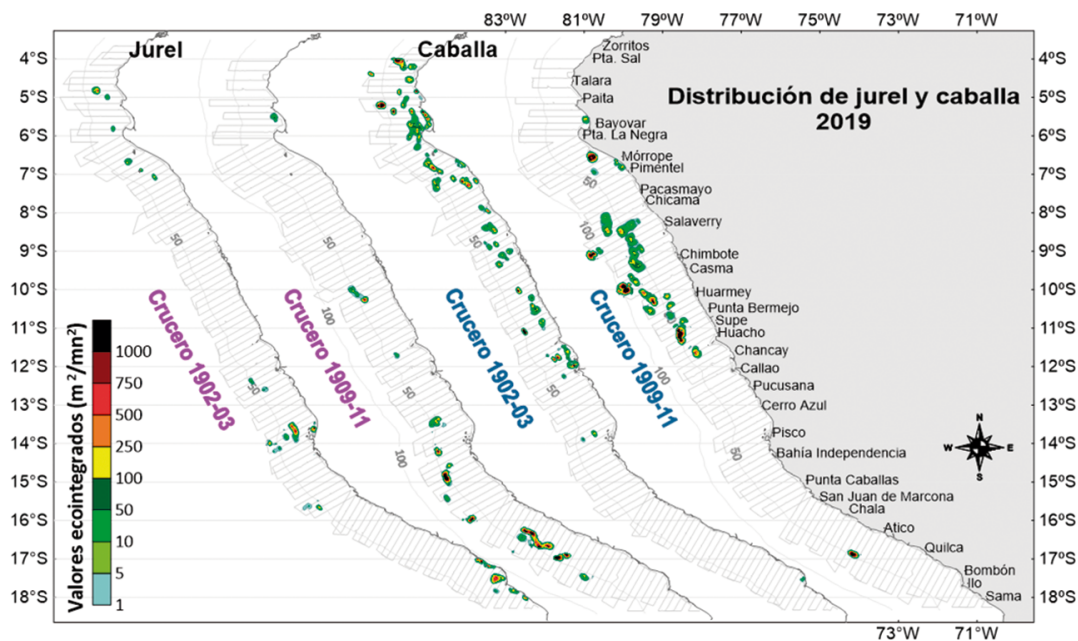


Figura 5.- Distribución espacial del jurel y la caballa de acuerdo a niveles de ecointegración para los cruceros de verano y primavera del 2019

Figure 5. Spatial distribution of jack mackerel and chub mackerel based on eco-integration levels for the 2019 summer and spring cruises

La caballa tuvo mayor presencia en los registros acústicos y en los lances de pesca; en el verano fue detectada principalmente entre Punta Sal-Pimentel en diversos núcleos comprendidos entre 1 y 68 mn de la costa con mayor abundancia frente a Punta Sal y frente a Paita; entre Chicama-Callao también se registraron en pequeños núcleos entre 1 y 47 mn de la costa, estando los más alejados frente a Supe y Huacho; hacia la zona sur del Callao fue muy escasa, solo se detectó en núcleos reducidos frente a Pisco y en Ilo. En la primavera se encontró principalmente entre Chicama-Chancay en diversos núcleos comprendidos entre 5 y 115 mn de la costa, con mayor abundancia frente a Mórrope, Salaverry, Chimbote y Supe; el núcleo más alejado de la costa se distribuyó a 120 mn frente a Salaverry, en la zona sur fue muy escasa detectándose solo en núcleos reducidos frente a Atico (Fig. 5).

La distribución vertical de los cardúmenes de jurel en el verano fue registrada entre 1,21 y 64,35 m de profundidad localizándose los más profundos frente a Morro Sama; en tanto, la caballa fue detectada entre 1,18 y 82 m de profundidad con mayor predominio en la capa superficial de los 30 m y con mayor presencia en la zona norte. En el verano la caballa, con un Sv promedio de -42,31 dB, fue más abundante que el jurel con Sv promedio de -44,31 dB (Fig. 6). En la primavera hubo menor cantidad de cardúmenes de ambos recursos con respecto al verano; sin embargo, en ambas especies

Chub mackerel had a greater presence in the acoustic records and the fishing sets. In summer, it was detected mainly between Punta Sal-Pimentel in various nuclei between 1 and 68 nm offshore, with greater abundance off Punta Sal and Paita; between Chicama-Callao, we recorded small nuclei between 1 and 47 nm offshore, the furthest being off Supe and Huacho; towards the southern Callao area, it was very scarce and it was only detected in small nuclei off Pisco and Ilo. In spring, it was found mainly between Chicama-Chancay in various nuclei between 5 and 115 nm offshore, with greater abundance off Mórrope, Salaverry, Chimbote, and Supe; the furthest nucleus was distributed at 120 nm off Salaverry, in the southern zone it was very scarce, being detected only in reduced nuclei off Atico (Fig. 5).

In summer, we recorded the vertical distribution of jack mackerel schools between 1.21 and 64.35 m deep. The deepest schools were located off Morro Sama, while chub mackerel was recorded between 1.18 and 82 m deep, with a predominance of the 30 m surface layer and a greater presence in the northern zone. In summer, chub mackerel, with a mean Sv of -42.31 dB, was more abundant than jack mackerel with a mean Sv of -44.31 dB (Fig. 6). In spring, there were fewer schools of both resources than in the summer. However,

los cardúmenes fueron consistentes y compactos constituidos generalmente por ejemplares adultos, el jurel fue registrado entre 1 y 28 m de profundidad entre Bayovar-Atico, con profundidad media en 10 m, los cardúmenes más profundos (hasta 28 m) se localizaron frente Atico y la caballa fue detectada entre 1 y 48 m de profundidad entre Bayovar-Chancay, los registros más profundos se localizaron frente a Pimentel hasta 48 m; en general, los cardúmenes de caballa se ubicaron a profundidad media de 12 m. En esa estación el Sv promedio de los cardúmenes de jurel y caballa fueron de - 41,85 y - 36,07 dB, respectivamente (Fig. 7).

Samasa y bagre

Estas especies estuvieron casi ausentes y se registraron en áreas reducidas con características dispersas. La samasa en el verano se encontró muy costera (dentro de las 10 mn de la costa) localizados entre Punta Sal-Paita, Pimentel, Salaverry y en Pisco; y en la primavera solamente fue registrada cerca de la costa Baja de Arena (sur de Punta La Negra). Las agregaciones de bagre en el verano se localizaron en zonas muy costeras con predominio en la franja de las 10 mn de la costa, localizadas frente a Paita, entre la isla Lobos de Tierra-Salaverry, Chimbote, Supe-Chancay y frente a Pisco; mientras que, en la primavera la distribución fue discontinua, registrándose en concentraciones dispersas en Paita, Bayovar, Mórrope, entre Salaverry-Huarmey y frente a Cerro Azul, la mayor distribución horizontal del bagre alcanzó hasta 65 mn frente a Chimbote (Fig. 8).

in both species the schools were consistent and compact, generally consisting of adult specimens, jack mackerel was recorded in depths ranging from 1 to 28 m between Bayovar-Atico, with a mean depth of 10 m, the deepest schools (up to 28 m) were located off Atico. Chub mackerel was recorded in depths ranging from 1 to 48 m between Bayovar-Chancay, the deepest schools were located off Pimentel up to 48 m. Generally, chub mackerel schools were located at a mean depth of 12 m. In that season the mean Sv of jack mackerel and chub mackerel schools were - 41.85 and - 36.07 dB, respectively (Fig. 7).

Samasa and catfish

These species were almost absent and were recorded in reduced areas with scattered characteristics. In summer, we found samasa very coastal (within 10 nm of the coast) between Punta Sal-Paita, Pimentel, Salaverry, and Pisco. In spring, it was only recorded near the Baja de Arena coast (south of Punta La Negra). Catfish aggregations in the summer were located in very coastal areas with predominance in the 10 nm coastal strip, off Paita, between Lobos de Tierra Island-Salaverry, Chimbote, Supe-Chancay, and off Pisco. In spring, the distribution was discontinuous, with scattered concentrations in Paita, Bayovar, Mórrope, between Salaverry-Huarmey and off Cerro Azul. The largest horizontal distribution of catfish reached up to 65 nm off Chimbote (Fig. 8).

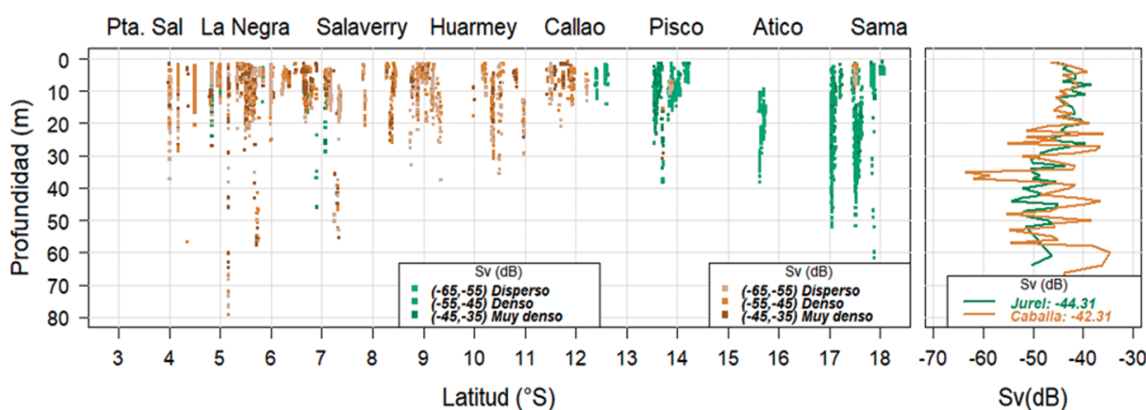


Figura 6.- Distribución vertical de cardúmenes de jurel y caballa en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total de ambas especies registrados en el crucero 1902-03

Figure 6. Vertical distribution of jack mackerel and chub mackerel schools in abundance categories by degree of latitude. On the right side the total Sv of both species by depth recorded in the cruise 1902-03

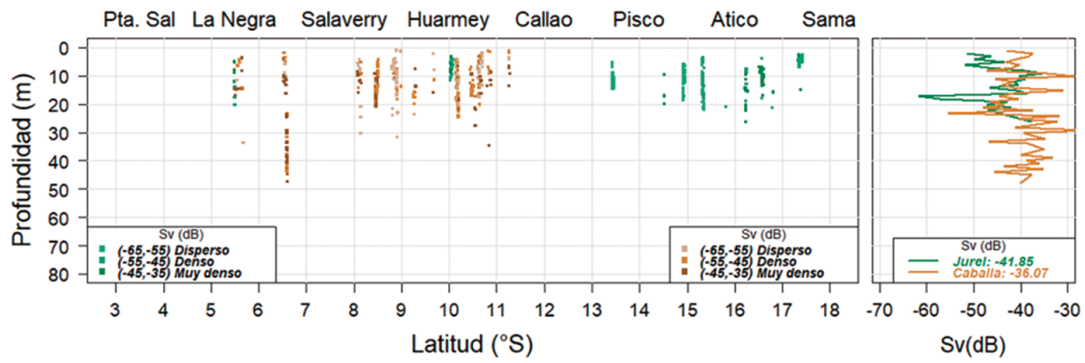


Figura 7.- Distribución vertical de cardúmenes de jurel y caballa en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total de ambas especies en el crucero 1909-11
 Figure 7. Vertical distribution of jack mackerel and chub mackerel schools in abundance categories by degree of latitude. On the right side the total Sv of both species by depth recorded in the cruise 1909-11

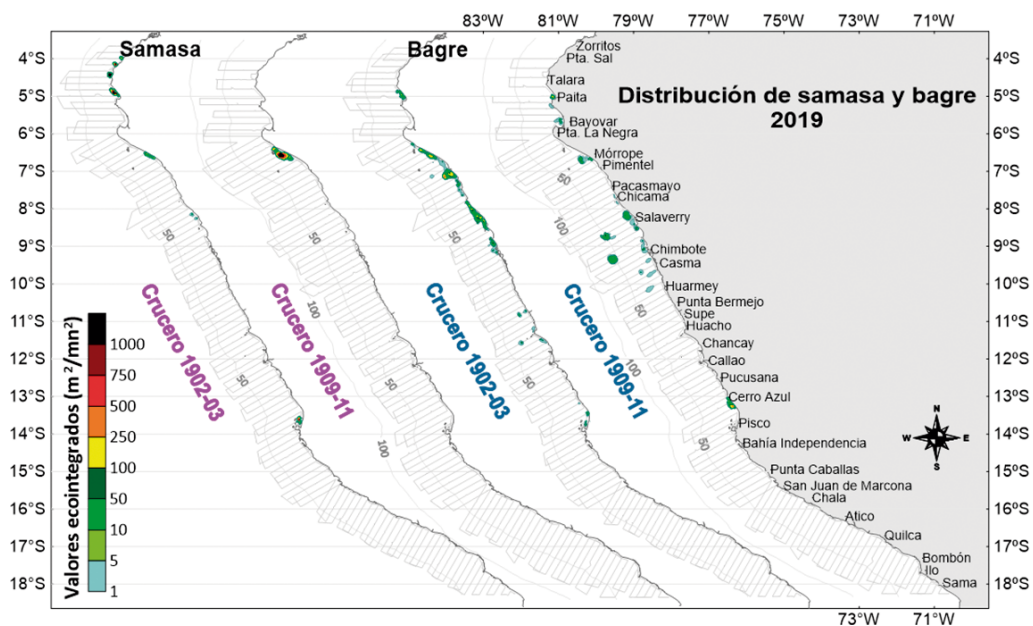


Figura 8.- Distribución espacial de samasa y bagre de acuerdo a niveles de eointegración para los cruceros de verano y primavera del 2019
 Figure 8. Spatial distribution of samasa and catfish based on eco-integration levels for the 2019 summer and spring cruises

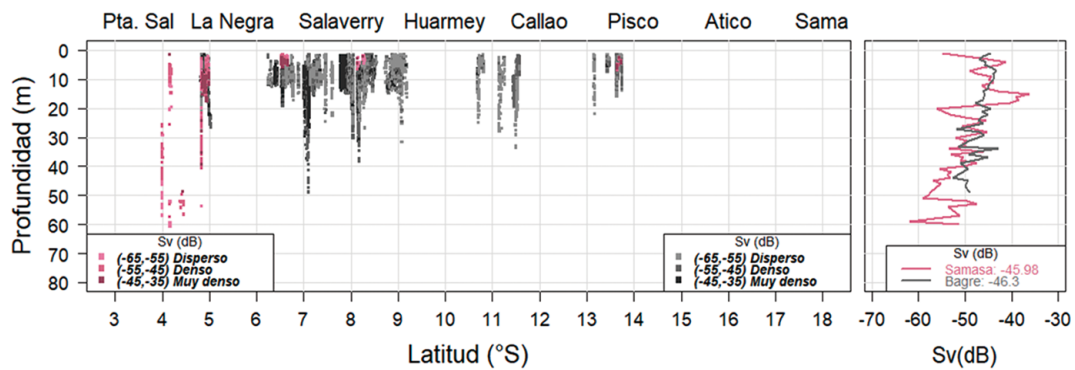


Figura 9.- Distribución vertical de cardúmenes de samasa y bagre en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total de ambas especies registrados en el crucero 1902-03
 Figure 9. Vertical distribution of samasa and catfish schools in abundance categories by degree of latitude. On the right side the total Sv of both species by depth recorded in the cruise 1902-03

En el verano la samasa se registró entre 1,2 y 60,1 m de profundidad, especialmente en la zona de Punta Sal-Paita, el Sv fue de -45,98 dB; mientras que, el bagre se encontró entre 1,4 y 50,1 m con la mayor profundización en Pimentel, el Sv promedio fue de -46,3 dB (Fig. 9). En la primavera la samasa fue encontrada entre 10,1 y 31,4 m de profundidad con mayor abundancia entre 15 y 26 m de profundidad y Sv promedio de -49,17 dB; mientras que, el bagre fue detectado entre 0,8 y 41,9 m de profundidad con mayores abundancias en la capa superficial de los 15 m, el Sv promedio fue de -52,13 dB (Fig. 10).

Múnida

Este crustáceo es una especie costera y abundante que comparte su distribución con la anchoveta; en el verano fue registrada a lo largo de la costa hasta las 35 mn, generalmente tuvo distribución continua entre Chimbote-Chancay, Callao-Cerro Azul y Pisco-Morro Sama. Los núcleos de mayor abundancia se localizaron entre Morro Sama-Punta Bombón, frente a Quilca, frente Atico, San Juan de Marcona, Punta Caballas-bahía Independencia, Pucusana-Callao y frente a Chancay. En la primavera también tuvo distribución continua a lo largo de la costa entre Punta La Negra y Morro Sama, los núcleos de mayor abundancia se localizaron frente a Pimentel, Salaverry, Casma, bahía Independencia, Punta Caballas y Chala; en la zona comprendida entre Mórrope-Salaverry su distribución se extendió hasta una distancia máxima de 52 mn de la costa frente a Salaverry, entre Casma-Chala y Quilca-Morro Sama se concentró dentro de las 25 mn de la costa y en la zona frente a Atico hasta 48 mn de la costa (Fig. 11).

In summer, samasa was recorded between 1.2 and 60.1 m deep, mainly in Punta Sal-Paita, its Sv was -45.98 dB; while, catfish was found between 1.4 and 50.1 m with the greatest depth in Pimentel, the mean Sv was -46.3 dB (Fig. 9). In spring, we found longnose anchovy between 10.1 and 31.4 m deep with greater abundance between 15 and 26 m deep and mean Sv of -49.17 dB; while, catfish was recorded between 0.8 and 41.9 m deep with greater abundances in the surface layer of 15 m, the mean Sv was -52.13 dB (Fig. 10).

Munida lobster

This crustacean is a coastal and abundant species that share its distribution with the anchoveta. In summer, it was recorded along the coast up to 35 nm, with a continuous distribution between Chimbote-Chancay, Callao-Cerro Azul, and Pisco-Morro Sama. The nuclei of greater abundance were located between Morro Sama-Punta Bombon, off Quilca, Atico, San Juan de Marcona, Punta Caballas-Independencia Bay, Pucusana-Callao, Chancay. In spring, munida lobster also had continuous distribution along the coast between Punta La Negra and Morro Sama, the nuclei of greater abundance were located off Pimentel, Salaverry, Casma, Independencia Bay, Punta Caballas, and Chala. In the area between Mórrope-Salaverry, its distribution extended up to a maximum distance of 52 nm off Salaverry, between Casma-Chala and Quilca-Morro Sama it was concentrated within the 25 nm offshore and within the area off Atico up to 48 nm offshore (Fig. 11).

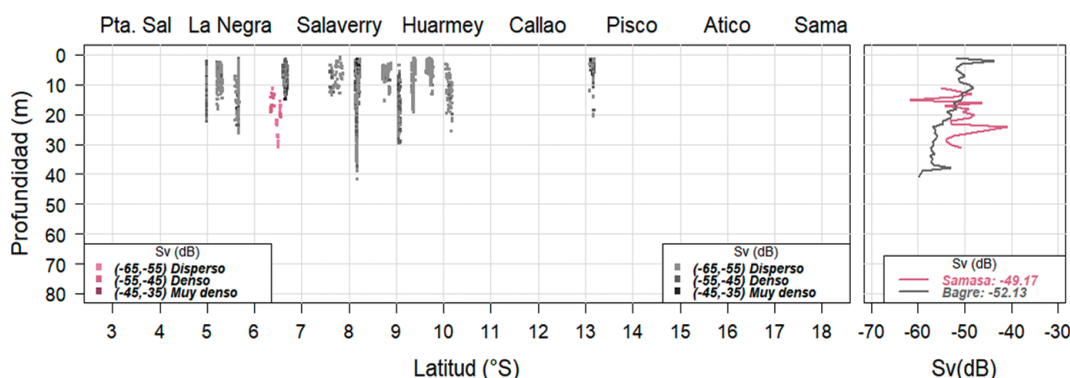


Figura 10.- Distribución vertical de cardúmenes de samasa y bagre en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total de ambas especies registrados en el crucero 1909-11

Figure 10. Vertical distribution of samasa and catfish schools in abundance categories by degree of latitude. On the right side the total Sv of both species by depth recorded in the cruise 1909-11

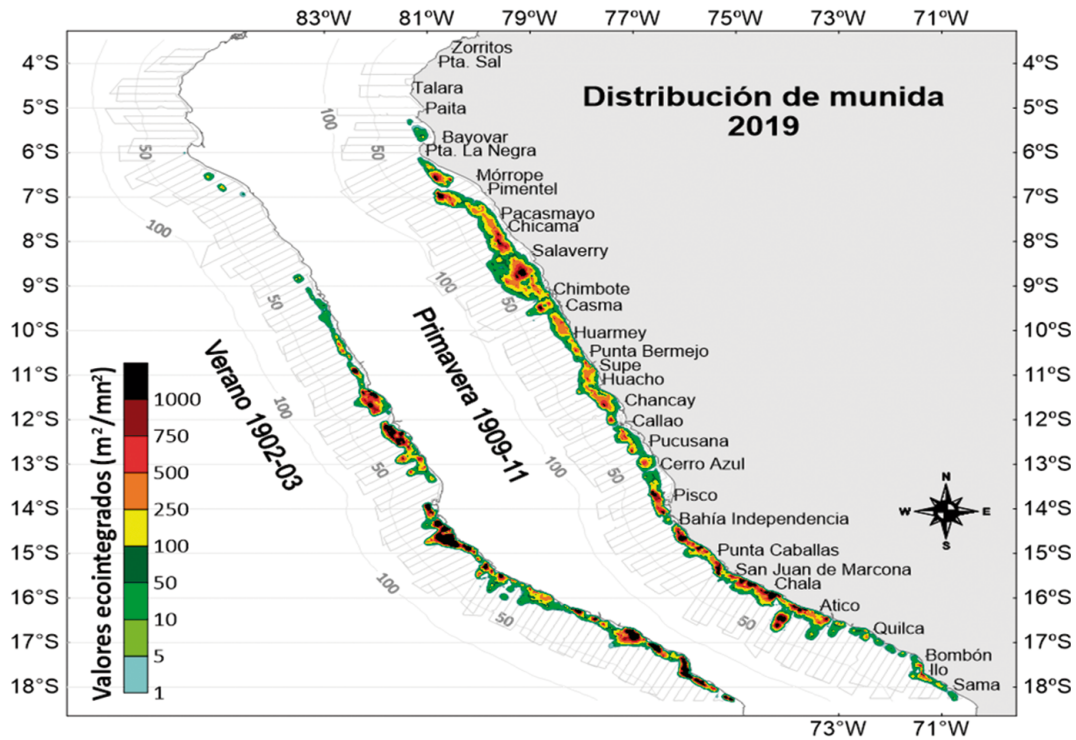


Figura 11.- Distribución espacial de la múnida de acuerdo a niveles de ecointegración para los cruces de verano y primavera del 2019

Figure 11. Spatial distribution of munida lobster based on eco-integration levels for the 2019 summer and spring cruises

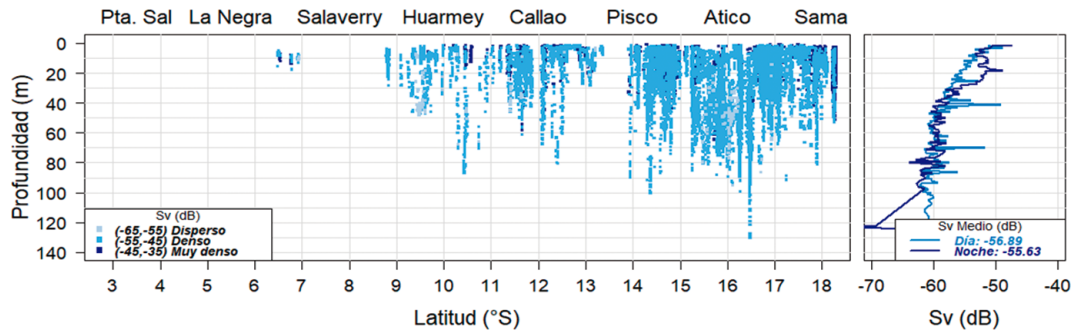


Figura 12.- Distribución vertical de agregaciones de múnida en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total con respecto al día y la noche registrados en el crucero 1902-03

Figure 12. Vertical distribution of munida lobster aggregations in abundance categories by degree of latitude. On the right side the total Sv regarding the day and night by depth recorded in the cruise 1902-03

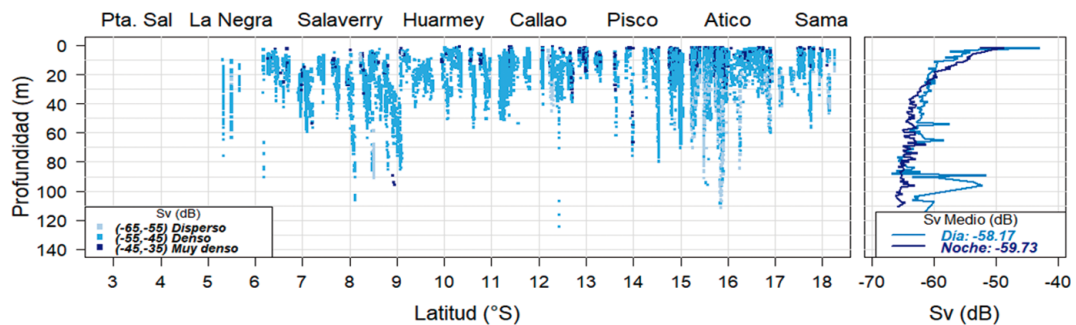


Figura 13.- Distribución vertical de agregaciones de múnida en categorías de abundancia por grado de latitud y en el lado derecho el Sv total con respecto al día y la noche registrados en el crucero 1909-11

Figure 13. Vertical distribution of munida lobster aggregations in abundance categories by degree of latitude. On the right side the total Sv regarding the day and night by depth recorded in the cruise 1909-11

Verticalmente la múnida se encuentra formando agregaciones continuas en forma de "cordón", en el día generalmente se registraron debajo de los cardúmenes de la anchoveta. En el verano se localizó entre 1,4 y 131,0 m de profundidad con profundidad media de 24 m, los registros más profundos se localizaron al sur de Atico y en Morro Sama; mientras que, las agregaciones más superficiales se registraron al norte de Pisco y Pimentel-Pta. La Negra. No hubo diferencias significativas en la distribución vertical entre las horas diurnas (Sv promedio -56,89 dB) y nocturnas (Sv promedio -55,63 dB), las mayores abundancias se encontraron en la capa superficial de los 30 m (Fig. 12). En la primavera la múnida se registró entre 3,2 y 126,0 m de profundidad con profundidad media en 25 m, los registros más profundos se localizaron frente a Salaverry-Eten y Pisco-Atico; mientras que, las agregaciones más superficiales se registraron entre Punta la Negra-Salaverry y entre Huarmey-Callao. Al igual que en el verano no hubo diferencias entre el día y la noche, con Sv promedio de -58,17 y -59,73 dB, respectivamente (Fig. 13).

Pota y vinciguerría

Estas especies son propias de las aguas oceánicas y suelen acercarse hacia la costa cuando las condiciones oceanográficas son favorables. La pota es un cefalópodo de amplia distribución, en el 2019 fue registrado en toda la costa en diversos núcleos con características de dispersas y muy dispersas, en el verano estos núcleos generalmente estuvieron distribuidos alejados de las 20 mn de la costa (a excepción de la zona entre Talara-Punta La Negra), los núcleos importantes se localizaron frente a Punta La Negra, Pacasmayo, Chancay y Punta Caballas; en la primavera estuvo distribuida en toda la costa entre Punta Sal-Ilo con núcleos de menor tamaño en forma aislada, las mayores agregaciones fueron localizadas frente a Pacasmayo, Callao, Pisco, San Juan de Marcona y Quilca (Fig. 14).

La vinciguerría en el verano estuvo distribuida en forma discontinua en diversas áreas alejadas de las 15 mn de la costa entre Talara-Morro Sama, las áreas de mayor abundancia se localizaron entre Chicama-Salaverry y Huarmey-Huacho, su mayor acercamiento a la costa estuvo entre Quilca-Atico; y en la primavera tuvo mayor presencia en áreas alejadas de la costa con mayor densidad entre Punta Sal-Chimbote, su distribución tuvo dos características fue continua entre Paita-Mórrope y entre Pimentel-Chimbote y, discontinua entre Chimbote-Morro Sama, las mayores densidades se localizaron frente a: Punta La Negra, Pimentel, Chicama, Chimbote, bahía Independencia, Punta San Juan, Chala y Atico. La distribución horizontal de vinciguerría fue muy variable (Fig. 14).

Vertically, it forms broad and continuous cordon-like aggregations. In the daytime, munida lobster is recorded under the anchoveta schools. In summer, it was detected between 1.4 and 131.0 m deep with a mean depth of 24 m. The deepest records were located south of Atico and Morro Sama; while, the shallowest aggregations were recorded north of Pisco and Pimentel-Pta. La Negra. There were no significant differences in the vertical distribution between daytime hours (mean Sv -56.89 dB) and nighttime hours (mean Sv -55.63 dB). The highest abundances were found in the surface layer of the 30 m (Fig. 12). In spring, the munida lobster was recorded between 3.2 and 126.0 m deep with a mean depth of 25 m. The deepest records were located off Salaverry-Eten and Pisco-Atico; while, the shallowest aggregations were recorded between Punta la Negra-Salaverry and Huarmey-Callao. Likewise, there were no differences between day and night, with mean Sv of -58.17 and -59.73 dB, respectively (Fig. 13).

Jumbo flying squid and vinciguerría lightfish

These species of oceanic waters usually approach the coast when the oceanographic conditions are favorable. The jumbo flying squid is a cephalopod of wide distribution. In 2019, it was recorded along the coast in several scattered and very scattered nuclei. In summer, these nuclei were generally distributed far from 20 nm offshore (except between Talara-Punta La Negra). In spring, it was distributed throughout the coast between Punta Sal-Ilo with smaller isolated nuclei. The largest aggregations were located off Pacasmayo, Callao, Pisco, San Juan de Marcona, and Quilca (Fig. 14).

In summer, the vinciguerría lightfish was distributed in a discontinuous way in several areas far from the 15 nm offshore between Talara-Morro Sama. The most abundant areas were located between Chicama-Salaverry and Huarmey-Huacho and its closest approach to the coast was between Quilca-Atico. In spring, it had a greater presence in offshore areas with higher density between Punta Sal-Chimbote, its distribution was continuous between Paita-Mórrope and Pimentel-Chimbote; also, it was discontinuous between Chimbote-Morro Sama. The highest densities were located off Punta La Negra, Pimentel, Chicama, Chimbote, Independencia Bay, Punta San Juan, Chala, and Atico. We observed that its horizontal distribution was very variable (Fig. 14).

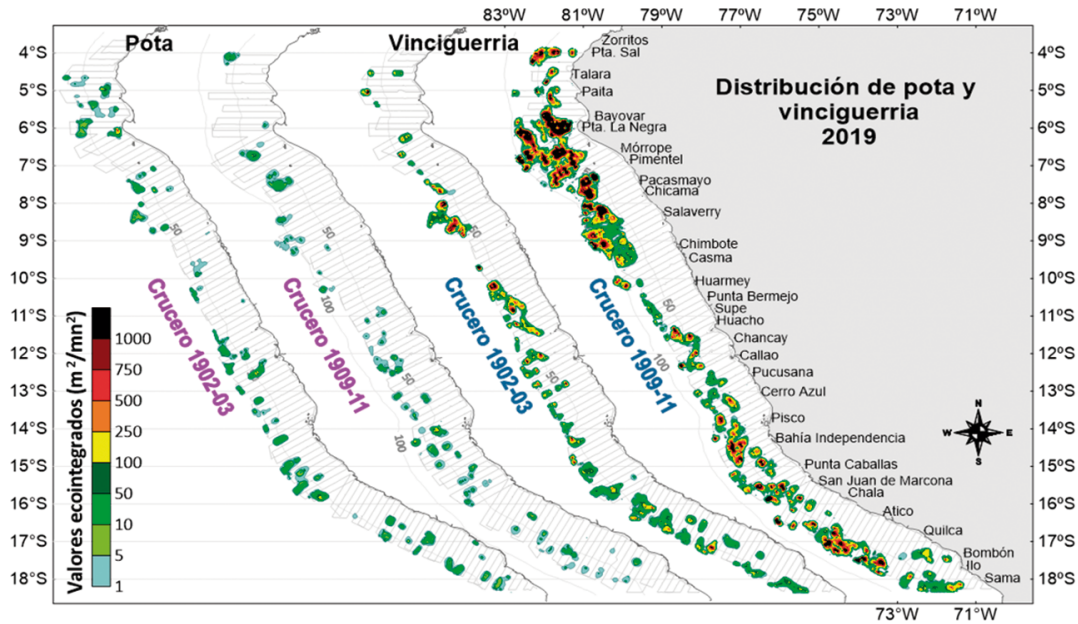


Figura 14.- Distribución espacial de la pota y vinciguerría de acuerdo a niveles de ecointegración para los crueros de verano y primavera del 2019

Figure 14. Spatial distribution of *D. gigas* and *V. lucetia* based on eco-integration levels for the 2019 summer and spring cruises

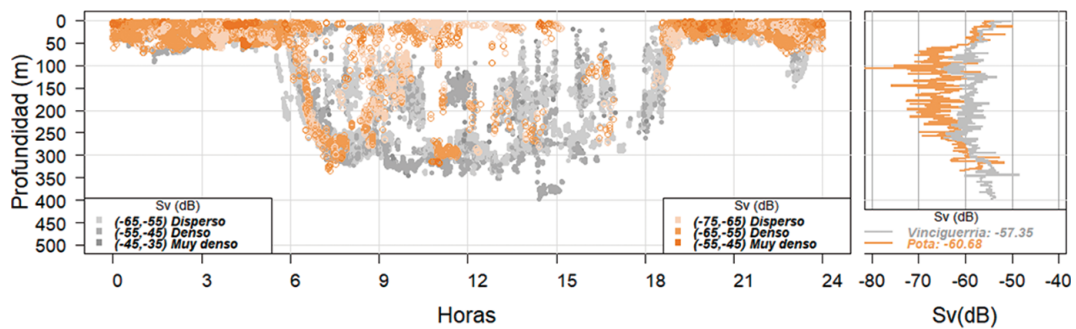


Figura 15.- Distribución vertical de agregaciones de pota y cardúmenes de vinciguerría en categorías de abundancia por horas del día, en el lado derecho el Sv total para cada especie registrado en el crucero 1902-03

Figure 15. Vertical distribution of *D. gigas* aggregations and *V. lucetia* schools in abundance categories by time of day. On the right side the total Sv of each species by depth recorded in the cruise 1902-03

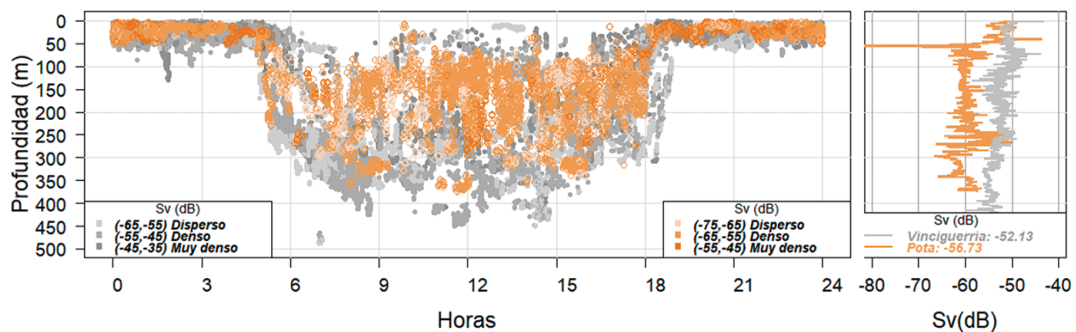


Figura 16.- Distribución vertical de agregaciones de pota y cardúmenes de vinciguerría en categorías de abundancia por horas del día, en el lado derecho el Sv total para cada especie registrado en el crucero 1909-11

Figure 16. Vertical distribution of *D. gigas* aggregations and *V. lucetia* schools in abundance categories by time of day. On the right side the total Sv of each species by depth recorded in the cruise 1909-11

Estas especies verticalmente están muy relacionadas y alcanzan profundidades mayores a 300 m de profundidad y tienen comportamiento nictameral. En el crucero de verano la pota y la vinciguerría fueron registradas hasta 397 m de profundidad, con Sv promedio de -60,68 y -57,35 dB, respectivamente (Fig. 15). En el crucero de primavera fue registrada hasta 490 m de profundidad con mayor presencia en el área investigada con Sv promedio para la pota en -56,73 dB y para la vinciguerría en -52,13 dB (Fig. 16).

Estimados de biomasa de las especies pelágicas

Biomasa de anchoveta

La biomasa total de anchoveta en el verano, estimada por el método acústico de estratificación de áreas isoparalitorales de 10 x 30 mn, fue de 8,825 millones de toneladas, con un límite de confianza de los valores NASC de 11,49%; las mayores abundancias fueron estimadas en los grados 16 y 8S con 1.450.247 y 1.210.272 toneladas, respectivamente (en la región norte-centro fue estimada en 7,00 millones de toneladas y en la zona sur 1,82 millones de toneladas).

Mientras que, en la primavera la biomasa total fue de 8,38 millones de toneladas, con un límite de confianza de los valores NASC de 10,66%, las mayores abundancias fueron estimadas en los grados 8 y 9S con 2.036.373 y 1.207.965 toneladas, respectivamente (en la región norte-centro fue estimada en 7,23 millones de toneladas y en la zona sur 1,14 millones de toneladas). Las tendencias de la biomasa de anchoveta mostraron que en el verano fue hacia el sur; mientras que, en la primavera hacia el norte (Fig. 17).

Vertically, these species are closely related and reach depths greater than 300 m, and have nycthemeral behavior. In the summer survey, *Dosidicus gigas* and *Vinciguerría lucetia* were recorded up to 397 m deep, with a mean Sv of -60.68 and -57.35 dB, respectively (Fig. 15). In the spring survey, they were recorded up to 490 m deep, with a greater presence in the research area, and a mean Sv of -56.73 dB for the jumbo flying squid and -52.13 dB for the vinciguerría lightfish (Fig. 16).

Biomass estimates of pelagic species

Anchoveta biomass

In summer, we estimated the total anchoveta biomass by the acoustic method of stratification of isoparalittoral areas of 10x30 nm. It resulted in 8.825 million tons, with a confidence limit of NASC values of 11.49%. The highest abundances were estimated in grades 16 and 8S with 1,450,247 and 1,210,272 tons, respectively (for the north-central region, it was estimated at 7.00 million tons and 1.82 million tons for the southern region).

In spring, the total biomass was 8.38 million tons, with a confidence limit of NASC values of 10.66%. The highest abundances were estimated in grades 8 and 9S with 2,036,373 and 1,207,965 tons, respectively (in the north-central region, it was estimated at 7.23 million tons and 1.14 million tons in the southern region). Anchoveta biomass patterns showed that it moved southward in the summer, while in spring, it moved northward (Fig. 17).

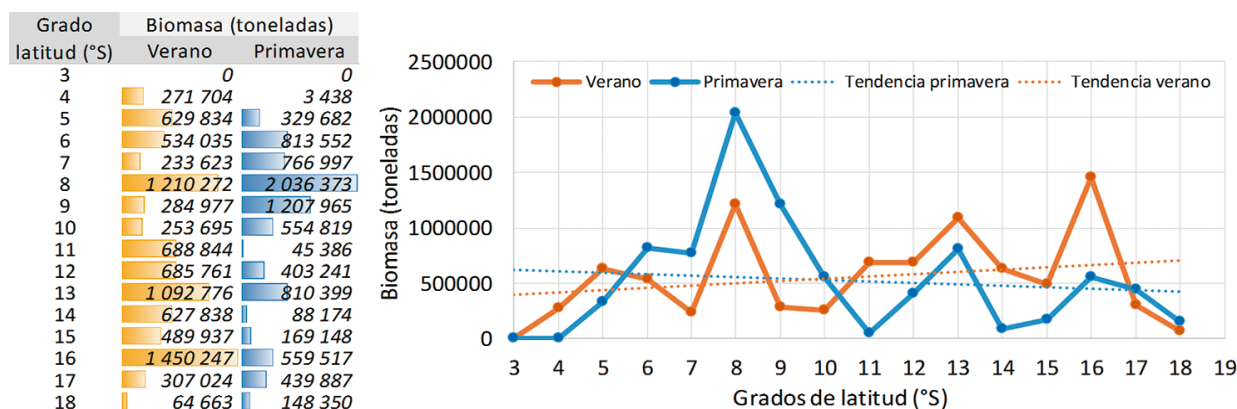


Figura 17.- Biomasa de anchoveta por grados de latitud, y tendencia en los cruceros del 2019

Figure 17. Anchoveta biomass by degrees of latitude, and trend in 2019 cruises

La biomasa por distancia a la costa fue variable, en el verano estuvo concentrada principalmente en la franja costera de las 20 mn con el 90,18% de la biomasa total (Tabla 4); y en la primavera, se encontró que esta biomasa en la franja costera de las 20 mn fue de 65,24% del total (Tabla 5).

The biomass by distance to the coast was variable. In summer, it was concentrated mainly in the coastal strip of the 20 nm with 90.18% of the total biomass (Table 4), while in spring, we found that this biomass in the coastal strip of the 20 nm was 65.24% of the total (Table 5).

Otra metodología alterna en la estimación de biomasa de la anchoveta fue realizada por el método delta-geoestadístico que considera la autocorrelación espacial, resultando un estimado en 9,5 millones de toneladas en el verano y de 8,22 millones de toneladas en la primavera.

Another alternative methodology in the estimation of anchoveta biomass was performed by the delta-geostatistical method that considers spatial autocorrelation, resulting in an estimated 9.5 million tons in the summer and de 8.22 million tons in the spring.

Biomasa de otras especies pelágicas

Biomass from other pelagic species

Las biomاسas estimadas de las especies pelágicas investigadas mostraron ligeros cambios en ambas estaciones como consecuencia de la variabilidad ambiental en el área evaluada, en el verano las biomاسas fueron: jurel 264.499 t, caballa 499.346 t, samasa 123.996 t, bagre 44.254 t, múnida 2.201.712 t, pota 425.517 t y vinciguerria 72.774 t (Tabla 6). En la primavera fueron: jurel 797.262 t, caballa 791.459 t, samasa 39.800 t, bagre 13.114 t, múnida 1.687.044 t, pota 759.274 t y vinciguerria 1.270.707 t (Tabla 7).

The estimated biomases of the studied pelagic species showed slight changes in both seasons due to the environmental variability in the research area. In summer, the biomases were: jack mackerel 264,499 t, chub mackerel 499,346 t, longnose anchovy 123,996 t, catfish 44,254 t, munida lobster 2,201,712 t, jumbo flying squid 425,517 t, and Vinciguerria lightfish 72,774 t (Table 6). In spring, the biomases were: jack mackerel 797,262 t, chub mackerel 791,459 t, longnose anchovy 39,800 t, catfish 13,114 t, munida lobster 1,687,044 t, jumbo flying squid 759,274 t, and Vinciguerria lightfish 1,270,707 t (Table 7).

Tabla 4.- Biomasa de anchoveta por grado latitudinal y por distancia a la costa en el crucero de verano 1902-03

Table 4. Anchoveta biomass by latitude and distance from the coast on the summer cruise 1902-03

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	05-10	
0										03° 30' - 04° 00'
0	0.00									03° - 04°
18 480								38	18 441	04° 00' - 04° 30'
253 224		4	9 915	28 471	54 115	49 599	29 622	59 891	21 607	04° 30' - 05° 00'
271 704	3.08	4	9 915	28 471	54 115	49 599	29 622	59 929	40 049	04° - 05°
207 475		9	1 011	308	90	1 020	11 053	13 630	180 354	05° 00' - 05° 30'
422 359					7			150 352	272 001	05° 30' - 06° 00'
629 834	7.14	9	1 011	308	97	1 020	11 053	163 982	452 355	05° - 06°
257 868								9 726	248 142	06° 00' - 06° 30'
276 167								83 296	37 226	06° 30' - 07° 00'
534 035	6.05							83 296	46 952	06° - 07°
142 444						113	22 974	51 537	67 821	07° 00' - 07° 30'
91 179							385	20 568	70 226	07° 30' - 08° 00'
233 623	2.65					113	23 359	72 105	138 047	07° - 08°
217 180							6 893	86 198	124 088	08° 00' - 08° 30'
993 092						269	279 528	423 143	290 152	08° 30' - 09° 00'
1 210 272	13.71					269	286 421	509 341	414 241	08° - 09°
245 713							50 298	34 485	160 930	09° 00' - 09° 30'
39 264					44		30 871	6 669	1 512	09° 30' - 10° 00'
284 977	3.23				44		168	81 169	41 154	09° - 10°
85 297							5	81 049	4 243	10° 00' - 10° 30'
168 398							33	59 890	108 475	10° 30' - 11° 00'
253 695	2.87						37	140 939	112 718	10° - 11°
582 553							36	169 990	412 528	11° 00' - 11° 30'
106 291						2 329	24 888	47 888	31 186	11° 30' - 12° 00'
688 844	7.81					2 329	24 924	217 878	443 714	11° - 12°
466 669							54	355 547	111 068	12° 00' - 12° 30'
219 092					5		300	3 384	17 263	12° 30' - 13° 00'
685 761	7.77				5		300	3 437	372 811	12° - 13°
433 227						10 885	106 328	33 415	282 600	13° 00' - 13° 30'
659 548								217 378	442 170	13° 30' - 14° 00'
1 092 776	12.38						10 885	106 328	250 793	13° - 14°
45 587							319	6 822	4 889	14° 00' - 14° 30'
582 251					274		316	50 545	432 770	14° 30' - 15° 00'
627 838	7.11				274		635	57 368	437 659	14° - 15°
60 601								1 210	59 391	15° 00' - 15° 30'
429 336									429 336	15° 30' - 16° 00'
489 937	5.55							1 210	488 727	15° - 16°
579 281								23	579 258	16° 00' - 16° 30'
870 966								6 591	864 374	16° 30' - 17° 00'
1 450 247	16.43							6 614	1 443 632	16° - 17°
143 049								1 537	141 511	17° 00' - 17° 30'
163 976								19 015	144 961	17° 30' - 18° 00'
307 024	3.48							20 552	286 472	17° - 18°
64 663									64 663	18° 00' - 18° 30'
64 663	0.73								64 663	18° - 18°30'
TOTALES		13	10 926	28 780	54 534	65 318	707 015	2 341 920	5 616 726	
8 825 231	100.00	0.00	0.12	0.33	0.62	0.74	8.01	26.54	63.64	

Tabla 5.- Biomasa de anchoveta por grado latitudinal y por distancia a la costa en el crucero de primavera 1909-11

Table 5. Anchoveta biomass by latitude and distance from the coast on the spring cruise 1909-11

TOTALES (t)	TOTAL (%)	Distancia de la costa (mn)											Grado de latitud sur			
		110-120	100-110	90-100	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20		05-10		
0																03° 30' - 04° 00'
0	0.00															03° - 04°
3 438																04° 00' - 04° 30'
73 175	0.04															04° 30' - 05° 00'
258 507																04° - 05°
329 682	3.94															05° 00' - 05° 30'
86 486																05° 30' - 06° 00'
727 066																06° 00' - 06° 30'
813 552	9.71			115	103	291										06° 30' - 07° 00'
429 432				115	103	291										06° - 07°
337 565																07° 00' - 07° 30'
766 997	9.16															07° 30' - 08° 00'
1 382 444																08° 00' - 08° 30'
653 929																08° 30' - 09° 00'
2 036 373	24.31															09° 00' - 09° 30'
961 234																09° 30' - 10° 00'
246 731																10° 00' - 10° 30'
1 207 965	14.42															10° 30' - 11° 00'
107 014																11° - 12°
447 805																12° 00' - 12° 30'
554 819	6.62															12° 30' - 13° 00'
30 749																12° - 13°
14 637																13° 00' - 13° 30'
45 386	0.54															13° 30' - 14° 00'
143 180																13° - 14°
260 061																14° 00' - 14° 30'
403 241	4.81															14° 30' - 15° 00'
743 619																15° 00' - 15° 30'
66 779																15° 30' - 16° 00'
810 399	9.67															16° 00' - 16° 30'
22 383																16° 30' - 17° 00'
85 791																17° 00' - 17° 30'
88 174	1.05															17° 30' - 18° 00'
42 499																18° 00' - 18° 30'
126 649																18° - 18° 30'
169 148	2.02															
184 568																
374 949																
559 517	6.68															
268 339																
171 548																
439 887	5.25															
148 350																
148 350	1.77															
TOTALES		3 205	96	60 565	373 378	469 547	492 594	177 783	368 714	161 502	804 540	1 810 857	3 654 146	8 376 927		
8 376 927	100.00	0.04	0.00	0.72	4.46	5.61	5.88	2.12	4.40	1.93	9.60	21.62	43.62			

Tabla 6.- Biomasa de otras especies pelágicas evaluadas en el crucero de verano 1902-03

Table 6. Biomass of other pelagic species evaluated in the summer cruise 1902-03

Grado de latitud (°S)	Especies						
	Jurel	Caballa	Samasa	Múnida	Bagre	Vinciguerría	Pota
03		44 153	247				
04	15 202	36 691	117 200		2 768	3 539	31 192
05	2 146	133 333		7	123	130	16 913
06	6 755	32 649	1 691	5 725	8 258	2 197	32 411
07	4 439	46 887			20 606	4 671	25 142
08		10 711	72	3 094	10 878	14 281	29 540
09		7 195		3 870	325	4 425	3 885
10		24 384		53 882	226	11 660	16 566
11		160 108		193 879	354	6 007	23 935
12	1 555	175		263 200		6 698	64 126
13	74 098	2 493	4 786	92 154	717	1 609	23 044
14	9 389			585 661		3 057	25 623
15	6 394			157 853		3 146	75 890
16				292 433		5 152	21 809
17	133 811	569		476 696		5 219	30 876
18	10 710			73 259		983	4 565
TOTAL	264 499	499 346	123 996	2 201 712	44 254	72 774	425 517

Tabla 7.- Biomasa de otras especies pelágicas evaluadas en crucero de primavera 1909-11

Table 7. Biomass of other pelagic species evaluated on the spring cruise 1909-11

Grado de latitud (°S)	Especies						
	Jurel	Caballa	Samasa	Múnida	Bagre	Vinciguerría	Pota
03						53 798	25 524
04					1 577	75 193	24 395
05	2 380	7 595		2 540	391	152 374	2 905
06		173 757	39 800	99 545	916	325 955	58 240
07				115 696	66	141 395	49 092
08		50 410		222 896	2 073	76 783	21 309
09	786	211 470		98 315	1 591	64 012	13 704
10	17 082	95 944		51 394	62	16 121	61 355
11	630	144 684		96 777		16 636	14 175
12				65 300		53 346	114 787
13	12 335			74 143	6 438	14 800	136 473
14	126 398			177 637		46 212	100 006
15	34 399			352 249		67 592	27 976
16	597 540	107 599		285 829		72 256	50 965
17	5 711			42 198		87 951	58 367
18				2 526		6 283	
TOTAL	797 262	791 459	39 800	1 687 044	13 114	1 270 707	759 274

Estadística descriptiva de los descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta

En el verano se registró menor cantidad de cardúmenes de anchoveta comparados con la primavera debido a la gran concentración que formaron mayores volúmenes de energía de retrodispersión acústica (Sv), en algunos casos la altura de los cardúmenes fue hasta tres veces más altos. En la primavera las características morfométricas de los cardúmenes como: largo, área, volumen, perímetro, elongación, dimensión fractal, circularidad y rectangularidad fueron mayores con respecto al verano por las abundancias registradas en mayor área de distribución. Otro aspecto importante fue la mayor variabilidad de las eco variables morfométricas de los cardúmenes de anchoveta durante la primavera, reflejado en los coeficientes de variación (CV).

En general, durante la primavera las tipologías de los cardúmenes presentaron una tendencia a formar mayores extensiones o cardúmenes largos por el fenómeno de la dispersión y con bordes amorfos o irregulares (Tabla 8).

Relación de presencia de anchoveta con variables oceanográficas superficiales

En el verano la presencia de anchoveta fue encontrada principalmente cuando la temperatura superficial del mar oscilaba entre 18,5 y 21,2 °C, la salinidad superficial entre 34,88 y 35,06 ups y el oxígeno superficial entre 3,8 y 7,5 mL/L. En la primavera la anchoveta fue encontrada principalmente cuando la temperatura superficial registró valores entre 19,0 y 21,2 °C, la salinidad superficial entre 34,90 y 35,07 ups y el oxígeno superficial entre 4,0 y 7,0 mL/L (Fig. 18).

Descriptive statistics of acoustic descriptors for anchoveta schools

In summer, we recorded fewer anchoveta schools than in spring given the high concentration that formed higher volumes of acoustic backscatter energy (Sv). In some cases, the height of the schools was up to three times higher. In spring, the morphometric characteristics of the schools, such as length, area, volume, perimeter, elongation, fractal dimension, circularity, and rectangularity were greater than in summer due to the abundances recorded in a larger distribution area. Another important aspect was the greater variability of the morphometric echo variables of anchoveta schools in spring, which is reflected in the coefficients of variation (CV).

Overall, in spring, schools tended to form larger or longer extensions due to the phenomenon of dispersion and with amorphous or irregular edges (Table 8).

Relationship of the presence of anchoveta with surface oceanographic variables

In summer, the anchoveta was mainly recorded when the sea surface temperature was between 18.5 and 21.2 °C, the surface salinity was between 34.88 and 35.06 psu, and the surface oxygen was between 3.8 and 7.5 mL/L. In spring, the anchoveta was found mainly when the surface temperature ranged between 19.0 and 21.2 °C, the surface salinity was between 34.90 and 35.07 psu, and the surface oxygen was between 4.0 and 7.0 mL/L (Fig. 18).

Tabla 8.- Descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta registrados en los cruceros del 2019. σ^2 es la variancia, σ es la desviación estándar de los datos y CV es el coeficiente de variación

Table 8. Acoustic descriptors of the anchoveta schools recorded in the 2019 cruises. σ^2 is the variance, σ is the standard deviation of the data, and CV is the coefficient of variation

Descriptor	Verano 1902-03 (n = 26 347 datos)						Primavera 1909-11 (n = 146 435 datos)					
	Mín.	Media	Máx.	σ^2	σ	CV	Mín.	Media	Máx.	σ^2	σ	CV
1. Batimétrico												
Profundidad cardumen (m)	0.97	10.44	80.48	85.78	9.26	0.89	1.15	9.34	68.26	42.70	6.53	0.70
Altitud (m)	0.02	134.01	497.68	21 057.75	145.11	1.08	0.00	233.26	625.45	33 281.98	182.43	0.78
2. Energético												
Sv media	- 67.92	- 42.78	- 21.24	0.00	0.00	3.17	- 67.99	- 48.85	- 19.55	0.00	0.00	6.95
Sv máximo	- 66.57	- 31.29	- 10.06	0.00	0.00	3.62	- 66.41	- 38.63	- 10.59	0.00	0.00	8.56
Sv mínimo	- 68.00	- 62.88	- 46.98	0.00	0.00	2.07	- 68.00	- 63.82	- 38.02	0.00	0.00	3.17
Apereza vertical	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	14.87	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	77.02
Apereza horizontal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.05
Asimetría	- 1.58	2.59	56.91	4.68	2.16	0.84	- 2.48	1.93	622.01	11.67	3.42	1.77
Curtosis	- 1.98	13.13	1 731.39	1 716.82	41.43	3.15	- 3.31	20.19	466 384.02	1 960 981.43	1 400.35	69.37
3. Morfométrico												
Altura (m)	0.17	1.39	27.29	2.63	1.62	1.16	0.08	1.10	89.75	4.27	2.07	1.88
Largo (m)	0.09	41.48	7 380.88	24 054.88	155.10	3.74	0.00	53.48	34 089.85	112 119.45	334.84	6.26
Área (m ²)	0.04	121.23	78 399.08	1 593 722.17	1 262.43	10.41	0.00	208.76	669 297.63	18 848 845.53	4 341.53	20.80
Volumen (m ³)	0.01	575.86	826 211.18	126 789 580.50	11 260.09	19.55	0.00	2 576.14	42 066 599.34	23908 457 681.97	154 623.60	60.02
Perímetro (m)	1.34	255.49	96 342.92	2 430 581.78	1 559.03	6.10	0.04	453.94	721 679.58	21 120 451.66	4 595.70	10.12
Elongación	0.07	33.27	2 109.23	2 325.88	48.23	1.45	0.00	49.60	5 446.21	6 182.49	78.63	1.59
Dimensión fractal	0.01	3.67	6 049.87	2 070.54	45.50	12.39	0.00	4.56	25 043.45	8 503.86	92.22	20.22
Circularidad	1.24	72.61	10 196.32	56 492.09	237.68	3.27	0.01	156.30	88 112.06	513 866.87	716.85	4.59
Rectangularidad	0.81	1.33	4.87	0.07	0.26	0.20	0.43	1.48	27.92	0.60	0.77	0.52

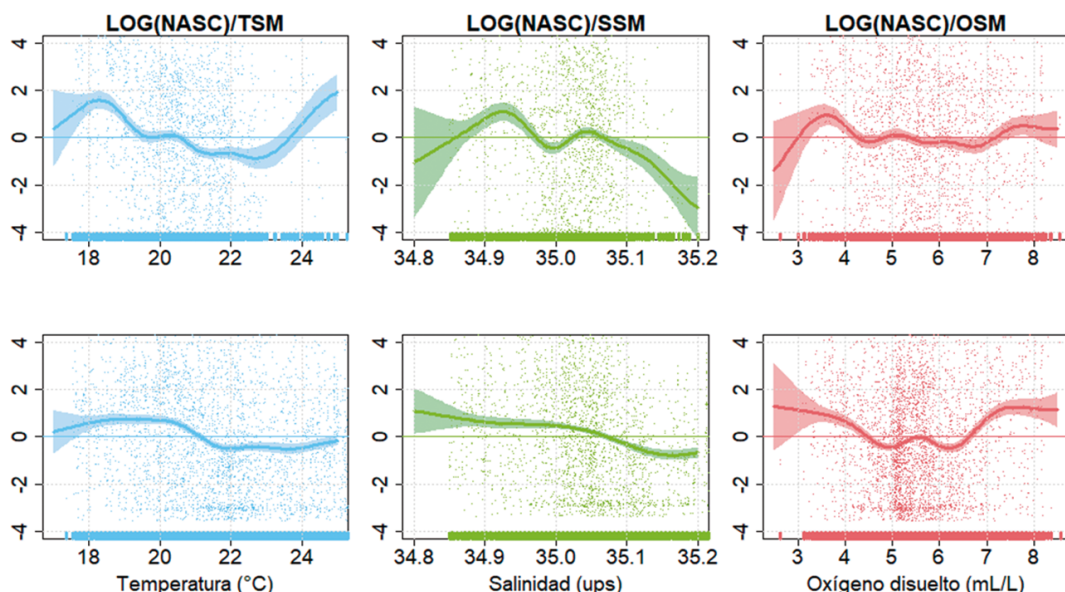


Figura 18.- Análisis de modelos aditivos generalizados (GAM) de los valores NASC de anchoveta con variables oceanográficas superficiales de temperatura, salinidad y oxígeno. La parte superior corresponde al crucero de verano 1902-03 y la inferior al crucero de primavera 1909-11

Figure 18. Generalized additive model (GAM) analysis of anchoveta NASC values with the surface oceanographic variables of temperature, salinity, and oxygen. The upper part corresponds to the summer cruise 1902-03 and the lower part to the spring cruise 1909-11

4. DISCUSIÓN

Los muestreos acústicos realizados en ambos cruceros de investigación cubrieron las áreas de distribución de las especies pelágicas neríticas: anchoveta, múnida, samasa y bagre; en tanto, las especies pelágicas oceánicas: jurel, caballa, pota y vinciguerra, estarían subestimadas debido a que son especies altamente migratorias, con mayor amplitud de su distribución hacia zonas oceánicas alejadas de la costa.

En el crucero de primavera fue aumentado el umbral en las exportaciones de los datos de los cardúmenes de peces y agregaciones de la múnida evaluados en la frecuencia de 120 kHz de -68 a -72 dB del BIC José Olaya como medida de compensación por el ruido intermitente producido en la sala de máquinas del buque y que generó una pérdida en el volumen de muestreo; KORNELIUSSEN *et al.* (2004) consideran que el ruido debe ser insignificante en las frecuencias, las mediciones no deben estar sesgadas por ruido y éste no debe reducir el volumen de muestreo. La pérdida del volumen de muestreo fue observada en los análisis multifrecuencia de los gráficos de la respuesta de frecuencia de 120 kHz (Fig. 19). La respuesta de frecuencia relativa permite codificar y caracterizar las diferentes estructuras biológicas registradas en un volumen de muestreo (KORNELIUSSEN & ONA, 2003).

4. DISCUSSION

The acoustic samplings carried out in both cruises covered the distribution areas of the neritic species: anchoveta, munida lobster, samasa, and catfish; while the oceanic species: jack mackerel, chub mackerel, jumbo flying squid, and vinciguerra lightfish, would be underestimated because they are highly migratory species with a wider distribution towards oceanic areas far from the coast.

As a compensation measure for the intermittent noise produced in the R/V José Olaya’s engine room, which generated a loss in the sampling volume, we increased the threshold in the exports of data from fish schools and munida lobster aggregations evaluated in the 120 kHz frequency from -68 to -72 dB. KORNELIUSSEN *et al.* (2004) consider that the noise should be insignificant in the frequencies, the measurements should not be biased by noise and the noise should not reduce the sampling volume. We observed the loss of the sampling volume in the multi-frequency analysis of the 120 kHz frequency response graphs (Fig. 19). The relative frequency response allows the coding and characterization of the different biological structures recorded in a sampling volume (KORNELIUSSEN & ONA, 2003).

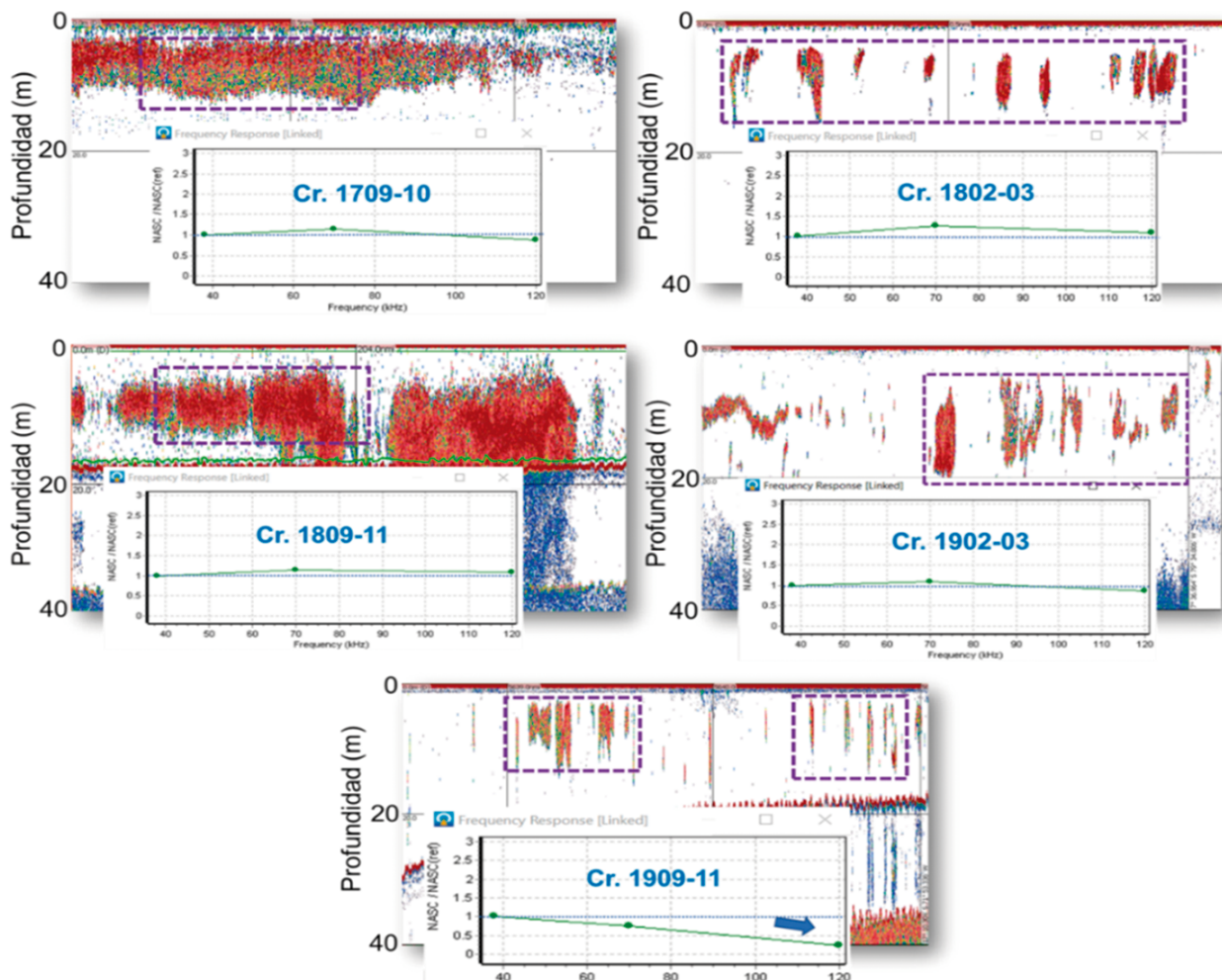


Figura 19.- Gráficos de respuesta de frecuencia de cardúmenes de anchoveta en los últimos cruceros de evaluación hidroacústica (Cruceros: 1709-10, 1802-03, 1809-11, 1902-03 y 1909-11). En el crucero 1909-11 en la frecuencia de 120 kHz se observa una disminución del volumen de retrodispersión acústica; mientras que, en 38 kHz se mantiene en su nivel óptimo

Figure 19. Frequency response graphs of anchoveta schools in the last hydroacoustic cruises (Cruises: 1709-10, 1802-03, 1809-11, 1902-03, and 1909-11). In the cruise 1909-11, we observe a decrease in the volume of acoustic backscattering at the 120 kHz frequency, while at 38 kHz it remains at its optimum level

Es conocido que la variabilidad de las condiciones oceanográficas del mar en el ecosistema de la corriente peruana a través de las masas de agua genera desplazamientos o migraciones de las especies de interés pesquero, especialmente los pelágicos. Cuando las variaciones son significativas generan anomalías altas (mayores a ± 2) y provocan mayores migraciones de las especies. En el año 2019 la variabilidad oceanográfica se debió generalmente a la presencia de ondas Kelvin y cambios estacionales (IMARPE, 2019 c, d), que generaron desplazamientos de las especies por el ambiente, búsqueda de alimento y/o zonas de desove. La anchoveta y la múnida comparten una misma área especialmente en las Aguas Costeras Frías (ACF) (GUTIÉRREZ & GERLOTTO, 2016), otras especies se encuentran más relegados hacia la costa como

It is known that the variability of oceanographic conditions of the sea in the ecosystem of the Peruvian current, through the water masses, generates displacements or migrations of the species of fishing interest, especially the pelagic ones. When the variations are significant, they generate high anomalies (greater than ± 2), causing greater migrations of the species. In 2019, the oceanographic variability was generally due to the presence of Kelvin waves and seasonal changes (IMARPE, 2019 c, d), which generated movements of the species through the environment, foraging, and/or spawning areas. Anchoveta and munida lobster share the same area, especially in the Cold Coastal Waters (CCW) (GUTIÉRREZ & GERLOTTO, 2016). Other species are more withdrawn towards the coast, such as

la samasa y el bagre, en el caso de las especies migratorias como el jurel y la caballa, son especies temporales cuyas biomazas han decrecido en los últimos años (GUTIÉRREZ *et al.*, 2012) y su abundancia no es estable; en tanto, pota y vinciguerra son especies mesopelágicas que habitan normalmente en aguas oceánicas, especialmente en las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS).

Las condiciones oceanográficas registradas en el verano fueron de ligeramente cálidas a normales, con temperaturas de 18 °C y anomalías térmicas cercanas a valores neutros, las ACF fueron amplias entre Talara-Punta La Negra, Cerro Azul-Chala; y replegadas hacia la costa entre Chicama-Huarmey y Quilca-Morro Sama; precisamente en la zona de distribución de la anchoveta y múnida, las aguas de mezcla de AES+ASS fueron amplias entre Punta La Negra-Pimentel y de ACF+ASS fueron registradas entre Cerro Azul-Chala, las ASS se encontraron bastante cerca a la costa, por fuera de las 20 mn entre Chimbote-Punta Bermejo y entre Atico-Morro Sama; mientras que, entre Huacho-Callao se encontraron por fuera de las 40 mn, zonas preferidas por la pota y vinciguerra.

Las condiciones oceanográficas en la primavera también fueron normales o neutras; es decir, con una ampliación de las ACF ocurridos en esos meses del año se propició la ampliación de la distribución de anchoveta y disgregación de los cardúmenes generando mayor dispersión (CASTILLO *et al.*, 2018) los que son poco atractivos a la flota pesquera. Esta ampliación de la distribución de la anchoveta también se observó entre los meses de agosto-setiembre durante el crucero 1908-09 (Evaluación de biomasa desovante de la anchoveta), en el que se registró presencia de anchoveta hasta 105 mn de la costa con importantes concentraciones localizadas frente a bahía Independencia, Cerro Azul, Chimbote, Salaverry y Punta La Negra (IMARPE, 2019e); característica que se repitió en el Cr.1909-11, al detectarse anchoveta hasta 115 mn de la costa, con importantes concentraciones localizadas cerca y lejos de la costa, y con importantes zonas de presencia de juveniles. Al visualizarse esta distribución desde el crucero de verano se observa migración hacia el sur determinados por la inercia y por el centro de gravedad de la distribución. La inercia es la elongación y amplitud de la distribución, siendo similares los cruceros 1908-09 y el 1909-11 (Fig. 20).

samasa and catfish. Regarding migratory species such as jack mackerel and chub mackerel, they are temporary species whose biomasses have decreased in recent years (GUTIÉRREZ *et al.*, 2012) and their abundance is not stable; meanwhile, *D. gigas* and *V. lucetia* are mesopelagic species typical from oceanic waters, especially in the Surface Subtropical Waters (SSW).

In summer, the oceanographic conditions were from slightly warm to normal, with temperatures of 18 °C and thermal anomalies close to neutral values. The CCW were wide between Talara-Punta La Negra, Cerro Azul-Chala; and pulled towards the coast between Chicama-Huarmey and Quilca-Morro Sama. In the distribution area of the anchoveta and munida lobster, the SEW+SSW mixing waters were wide between Punta La Negra-Pimentel and the CCW+SSW were recorded between Cerro Azul-Chala. The SEW were found quite close to the coast, outside of 20 nm between Chimbote-Punta Bermejo and between Atico-Morro Sama; while, between Huacho-Callao, they were found outside of 40 nm, these areas are preferred by the munida lobster and vinciguerra lightfish.

In spring, oceanographic conditions were also normal or neutral. Therefore, the increase of the CCW in that period led to a wider anchoveta's distribution and a greater dispersal of the schools (CASTILLO *et al.*, 2018), which are not very appealing to the fishing fleet. This widening of the anchoveta's distribution was also observed between August-September, during the cruise 1908-09 (Evaluation of anchovy spawning biomass), in which we recorded the presence of anchoveta up to 105 nm offshore with important concentrations located off Independencia Bay, Cerro Azul, Chimbote, Salaverry, and Punta La Negra (IMARPE, 2019e). Such characteristic was repeated in Cr.1909-11, when anchoveta was detected up to 115 nm offshore, with important concentrations located near-shore and offshore, and with significant presence of juveniles. When this distribution is visualized from the summer cruise, we observe southward migration determined by inertia and by the center of gravity of the distribution. The inertia is the elongation and amplitude of the distribution, being the cruises 1908-09 and 1909-11 similar (Fig. 20).

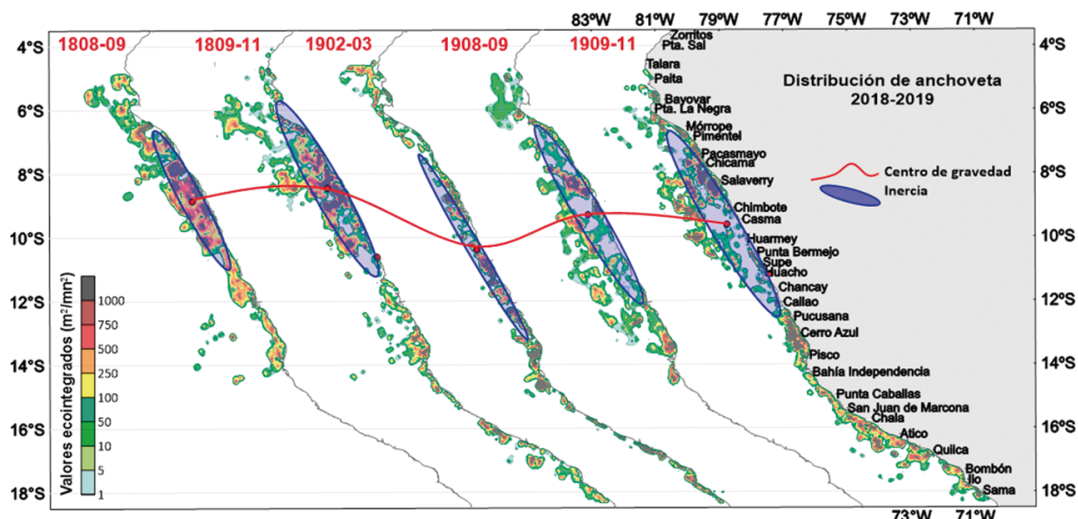


Figura 20.- Índices de distribución de la anchoveta (centro de gravedad e inercia) realizados entre julio 2018 y noviembre 2019

Figure 20. Anchoveta distribution indexes (center of gravity and inertia) made between July 2018 and November 2019

Con respecto, a la distribución vertical todas las especies investigadas estuvieron en el rango habitual debido a las condiciones oceanográficas observadas en ambos cruceros de investigación.

La biomasa total estimada de anchoveta en el crucero de verano fue de 8,82 millones de toneladas, siendo para la región norte-centro en 7,00 millones de toneladas, lo que permitió recomendar una cuota de 2,1 millones de toneladas para la primera temporada de pesca (RM Nro. 162-2019-PRODUCE) y que finalizó el 31 de julio con una captura del 97% de la cuota asignada. Mientras que, en la primavera fue utilizado el método de balance poblacional para la determinación de la segunda temporada de pesca del 2019. La biomasa de la anchoveta obtenida por acústica fue de 8,38 millones de toneladas, siendo para la región norte-centro 7,23 millones de toneladas.

Finalizado el crucero de primavera, se inició la segunda temporada de pesca de anchoveta, en la cual se capturó aproximadamente el 40% de la cuota asignada en 2,78 millones de toneladas, debido a cambios en las condiciones ambientales y la incidencia de ejemplares juveniles en la zona. Esta persistencia de juveniles de anchoveta (97,8%) fue confirmada por la Prospección biológica-pesquera de la anchoveta realizada entre el 4 y 12 de enero 2020, como consecuencia de las condiciones oceanográficas ante el acercamiento hacia la costa de las ondas Kelvin cálidas que produjeron la migración de anchoveta hacia la costa aumentando su capturabilidad y enmallamiento frecuente en la flota cerquera. Hacia

Regarding the vertical distribution, all the studied species were in the usual range due to the oceanographic conditions observed in both cruises.

In the summer cruise, the total estimated anchoveta biomass was 8.82 million tons (7.00 million tons for the north-central region) which led to a recommended quota of 2.1 million tons for the first fishing season (RM N° 162-2019-PRODUCE), which ended on July 31st with a catch of 97% of the allocated quota. In spring, we applied the population balance method to determine the second fishing season of 2019. The anchoveta biomass obtained by acoustics was 8.38 million tons, with 7.23 million tons for the north-central region.

Once the spring cruise was over, the second fishing season for anchoveta began, in which about 40% of the allocated quota was caught (2.78 million tons) due to changes in environmental conditions and the incidence of juvenile specimens in the area. This persistence of juvenile anchoveta (97.8%) was confirmed by the Biological-Fishing Prospection of the anchoveta carried out between January 4 and 12, 2020, as a result of the oceanographic conditions in the face of the approaching of the warm Kelvin waves that produced the migration of anchoveta towards the coast, increasing their catchability and frequent entanglement in the purse-seine fleet. Around mid-November, rapid warming of the surface temperature was observed due

la quincena de noviembre fue observado un rápido calentamiento de la temperatura superficial por la onda Kelvin, migrando la anchoveta hacia el sur entre Huarmey-Pucusana y hacia la costa. Debido a estas condiciones, el 21 de diciembre 2019 se suspendieron las actividades extractivas del recurso dentro de las 30 mn de la costa entre los 8 y 15°S por un plazo de 10 días, suspensión que fue prolongada y se dio por finalizada la segunda temporada el 14 de enero 2020.

En el jurel se observó una tendencia creciente de los estimados acústicos, con valor máximo de 797 mil toneladas obtenido en el crucero de primavera 2019 representando el incremento de 195% respecto a la evaluación de junio 2019 y fue el mayor nivel de biomasa en los últimos 12 años; en cambio, para la caballa se observó variaciones en los estimados de biomasa con un valor máximo de 791 mil toneladas obtenido en el crucero de primavera representando un incremento de 58% respecto a la evaluación realizada en el verano del 2019 siendo el mayor nivel de biomasa estimado desde el verano del año 2017.

En tanto, las abundancias de las especies mesopelágicas pota y vinciguerra estimadas en los cruceros de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos depende de condiciones oceanográficas cálidas en el área investigada o del acercamiento hacia la costa de las ASS (oceánicas).

Es conocido que las condiciones atmosféricas y oceanográficas afectan la abundancia y distribución de las especies pelágicas costeras principalmente de la anchoveta con alteraciones en el comportamiento (migraciones), disminución de niveles poblacionales, cambios en los procesos biológicos, depredación e incremento de la mortalidad por pesca.

Como información adicional de acuerdo a un reporte oficial del INEI, el sector de pesca en el 2019 tuvo una caída de -25,87% debido a la menor captura de especies para consumo humano indirecto (-44,36%) al registrarse un desembarque de 3.379.276 toneladas de anchoveta, frente a las 6.072.888 toneladas reportadas en el 2018.

5. CONCLUSIONES

En la zona pelágico-nerítico las especies abundantes estuvieron constituidas por la anchoveta y la múnida; mientras que, en la zona pelágica oceánica fueron la pota y la vinciguerra, aunque estas especies serían más abundantes en zonas más alejadas del área de investigación.

to the Kelvin wave, migrating the anchoveta southwards between Huarmey-Pucusana and towards the coast. As a result of these conditions, on December 21, 2019, the extraction activities of the resource within 30 nm offshore, between 8 and 15°S, were suspended for 10 days. This suspension was prolonged and the second fishing season ended on January 14, 2020.

We observed an increasing pattern in the acoustic estimates for jack mackerel, with a maximum value of 797 thousand tons obtained in the spring 2019 cruise, representing a 195% increase compared to that of June 2019 and the highest level of biomass in the last 12 years. On the other hand, we noted variations in the biomass estimates for chub mackerel, with a maximum value of 791 thousand tons obtained in the spring cruise, representing an increase of 58% compared to that of summer 2019, and the highest biomass level estimated since summer 2017.

Furthermore, the abundances of *D. gigas* and *V. lucetia* estimated in the hydroacoustic cruises will depend on the warm oceanographic conditions in the research area or on the approach to the coast of the SSW (oceanic).

It is known that atmospheric and oceanographic conditions affect the abundance and distribution of coastal pelagic species, mainly the anchoveta, with behavioral alterations (migrations), decrease in population levels, changes in biological processes, predation, and increase in fishing mortality.

According to an official report by the Peruvian National Institute of Statistics and Informatics (INEI in Spanish), in 2019, the fishing sector had a drop of -25.87% due to the lower catch of species for indirect human consumption (-44.36%), with a landing of 3,379,276 tons of anchoveta, compared to the 6,072,888 tons reported in 2018.

5. CONCLUSIONS

In the neritic zone, anchoveta and munida lobster were the most abundant species, while in the oceanic one, jumbo flying squid and vinciguerra lightfish were the most frequent, although these species would be more abundant in zones farther away from the research area.

La distribución de la anchoveta en el 2019 mostró sus rangos habituales de distribución espacial, cerca de la costa en el verano (72 mn de costa) con biomasa de 8,82 millones de toneladas y alejada de ésta en la primavera (115 mn de costa) con biomasa de 8,38 millones de toneladas.

La múnida fue muy costera y continua, en el verano fue localizada entre Chimbote-Sama y en la primavera entre Bayovar-Sama, como consecuencia de las condiciones oceanográficas normales o neutras registradas en casi todo el año.

La mayor presencia y biomasa de jurel, caballa y pota fueron encontradas en la primavera con 797.262, 791.459 y 759.274 toneladas; mientras que, la samasa, bagre y múnida fueron abundantes en el verano del 2019 con 123.996, 44.254 y 2.201.712 toneladas, respectivamente.

La biomasa de la anchoveta en el ecosistema marino peruano continuó siendo abundante con respecto a las otras especies y su biomasa se encontró saludable, la presencia de juveniles determinó que su manejo debe ser cauteloso.

En la primavera fueron registrados mayores coeficientes de variación de las características morfométricas de los cardúmenes de anchoveta debido a su abundancia y amplia área de distribución; mientras que, en el verano fueron más concentrados con mayor energía de Sv.

Agradecimientos

Gracias por el apoyo total del personal de la DGIHSA representados por Pedro Romaní, David Vargas, Ketty Ferrel, Jairo Calderón, Néstor Saavedra, Wuilliam Calderón, Jaime Atiquipa, Han Xu, etc.; y el apoyo incondicional de Cynthia Gonzales.

In 2019, the distribution of the anchoveta showed its usual ranges of spatial distribution, near the coast in the summer (72 nm offshore) with biomass of 8.82 million tons and far from it in the spring (115 nm offshore) with biomass of 8.38 million tons.

The munida lobster was very coastal and continuous. In summer, it was located between Chimbote-Sama and in spring between Bayovar-Sama, due to the normal or neutral oceanographic conditions recorded throughout most of the year.

We found the largest presence and biomass of jack mackerel, chub mackerel, and jumbo flying squid in spring with 797,262, 791,459, and 759,274 tons; while, samasa, catfish, and munida lobster were abundant in summer 2019 with 123,996, 44,254, and 2,201,712 tons, respectively.

The anchoveta biomass in the Peruvian marine ecosystem continued to be abundant when compared to the other species and its biomass was found to be healthy, the presence of juveniles determined that its management should be cautious.

In spring, we recorded higher coefficients of variation of the morphometric characteristics of anchoveta schools given their abundance and wide distribution area, while in summer, they were more concentrated with higher Sv.

Acknowledgments

We are grateful for the full support of the DGIHSA staff represented by Pedro Romaní, David Vargas, Ketty Ferrel, Jairo Calderón, Néstor Saavedra, Wuilliam Calderón, Jaime Atiquipa, Han Xu, etc., and the unconditional support of Cynthia Gonzales.

REFERENCIAS / REFERENCES

- BERTRAND A, GERLOTTO F, BERTRAND S, GUTIÉRREZ M, ALZA L, CHIPOLLINI A, DÍAZ E, ESPINOZA P, LEDESMA L, QUESQUÉN R, PERALTILLA S, CHAVEZ F. 2008. Schooling behaviour and environmental forcing in relation to anchoveta distribution: an analysis across multiple spatial scales. *Progress in Oceanography*. 79: 264-277.
- CASTILLO P R, PERALTILLA S, ALIAGA A, FLORES M, BALLON M, CALDERÓN J, GUTIÉRREZ M. 2011. Protocolo técnico para la evaluación acústica de las áreas de distribución y abundancia de recursos pelágicos en el mar peruano. Versión 2009. *Inf Inst Mar Perú*. 36(1-2): 7-28.
- CASTILLO R, DALLA ROSA L, GARCÍA DÍAZ W, *et al.* 2018. Anchovy distribution off Peru in relation to abiotic parameters: A 32-year time series from 1985 to 2017. *Fish Oceanogr*. 00: 1-13. <https://doi.org/10.1111/fog.12419>.
- CHAVEZ F, BERTRAND A, GUEVARA-CARRASCO R, SOLER P, CSIRKE J. 2008. The northern Humboldt Current System: brief history, present status and a view towards the future. *Prog. Oceanogr*. 79: 95-105.
- DEMÉR DA, BERGER L, BERNASCONI M, BETHKE E, BOSWELL K, CHU D, DOMOKOS R, *et al.* 2015. Calibration of acoustic instruments. ICES Cooperative Research Report. (326): 133. DOI: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-185>.
- GUTIÉRREZ M, GERLOTTO F. 2016. Dinámica de la interacción espacial entre agregaciones de anchoveta (*Engraulis ringens*) y la pequeña langosta múnida (*Pleuroncodes monodon*) en el curso de un ciclo nictemeral. *Inf Inst Mar Perú*. 43(3): 264-274.

- 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.* 2012;40: 633-48.
- GUTIÉRREZ M. 1999a. Mediciones *In situ* de TS a finales de la primavera 1998. Crucero BIC José Olaya Balandra 9811-12. *Inf. Inst. Mar Perú* 146: 7-10.
- GUTIÉRREZ M, MACLENNAN D. 1998. Resultados preliminares de las mediciones de fuerza de blanco *in situ* de las principales especies pelágicas. *Inf. Inst. Mar Perú* 135: 16-19.
- GUTIÉRREZ M. 1999. Mediciones *In situ* de TS a finales del verano 1999. Crucero BIC José Olaya Balandra 9902-03. *Inf. Inst. Mar Perú* 147: 7-10.
- HASTIE T, TIBSHIRANI R. 1990. *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall, London. 335 pp.
- HECK C. 2015. Hacia un manejo ecosistémico de la pesquería peruana de anchoveta. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA). Perú. 45 pp.
- IMARPE. 2019a. Situación del stock norte-centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) al 05 de noviembre de 2019 y perspectivas de explotación para la segunda temporada de pesca 2019. Informe interno. IMARPE. 25 pp.
- IMARPE. 2019b. Elaboración de la tabla de decisión para la determinación del límite máximo de captura total permisible por temporada de pesca en la pesquería del stock norte-centro de la anchoveta peruana. IMP-DGIRP/AFDPERP. Informe interno IMARPE. 39 pp.
- IMARPE. 2019c. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1902-03. Informe Ejecutivo. IMARPE. 64 pp.
- IMARPE. 2019d. Informe del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1909-11". Informe Ejecutivo. IMARPE. 66 pp.
- IMARPE. 2019e. Informe del Crucero 1908-09 de Evaluación de Biomasa desovante de la anchoveta en el invierno del 2019. Informe Ejecutivo. IMARPE. Lima. Perú.
- IMARPE. 2020. Condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras, diciembre 2019. Actividad 4: Generación de Información y Monitoreo del Fenómeno El Niño. Programa Presupuestal por Resultados N°068. IMARPE. 68 pp.
- INEI. 2019. Informe técnico Comportamiento de la Economía Peruana en el Cuarto Trimestre de 2018. Producto Bruto Interno Trimestral. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 56 pp.
- KORNELIUSSEN R J, DINER N, ONA E, FERNANDES P G. 2004. Recommendations for the collection of multi-frequency acoustic data. *ICES CM2004/R.* 36: 15.
- KORNELIUSSEN R J, ONA E. 2003. Synthetic echograms generated from the relative frequency response. – *ICES Journal of Marine Science.* 60: 636–640.
- MACLENNAN D N, GUTIÉRREZ M, CASTILLO R, GANOZA F, ESCUDERO L, GONZALES A, CHALÉN X, ALIAGA A. 1998. Fuerza de Blanco de anchoveta (*Engraulis ringens*) utilizando frecuencias de 38 y 120 kHz. *Inf. Inst. Mar Perú* 133: 15-25.
- MAMANI D. 2020. Informe técnico interno sobre caída a tierra de energía eléctrica los BIC José Olaya, Flores Portugal y Humboldt. DGIHSA-AFH. IMARPE. 6 pp.
- MORÓN O. 2000. Características del ambiente marino frente a la costa peruana. *Bol Inst Mar Perú* .19(1-2): 179–204.
- MURASE H, NAGASHIMA H, YONEZAKI S, MATSUKURA R, KITAKADO T. 2009. Application of a generalized additive model (GAM) to reveal relationships between environmental factors and distributions of pelagic fish and krill: a case study in Sendai Bay, Japan. *ICES Journal of Marine Science.* 66: 1417–1424.
- SIMMONDS J, MACLENNAN D. 2005. *Fisheries Acoustics. Theory and Practice*. Second edition published by Blackwell Science. 436 pp.