

DISTRIBUCIÓN Y BIOMASA DE LOS PRINCIPALES RECURSOS PELÁGICOS, NERÍTICOS Y OCEÁNICOS EN EL ECOSISTEMA MARINO PERUANO OBTENIDOS EN LOS CRUCEROS HIDROACÚSTICOS, 2018

DISTRIBUTION AND BIOMASS OF THE MAIN PELAGIC, NERITIC AND OCEANIC RESOURCES IN THE PERUVIAN MARINE ECOSYSTEM OBTAINED THROUGH HYDROACOUSTIC CRUISES (2018)

Ramiro Castillo¹ Luis La Cruz¹ Rodolfo Cornejo¹
 Daniel Grados¹ Carlos Valdez¹ German Chacon¹

RESUMEN

CASTILLO R, LA CRUZ L, CORNEJO R, GRADOS D, VALDEZ C, CHACON G. 2020. *Distribución y biomasa de los principales recursos pelágicos, neríticos y oceánicos en el ecosistema marino peruano obtenidos en los cruceros hidroacústicos, 2018*. *Bol Inst Mar Perú*. 35(2): 185-212.- El 2018 fue un año de contrastes ambientales oceanográficos en el ecosistema marino peruano. Se realizaron dos cruceros de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos, en verano entre 22 de febrero y 6 de abril (Cr. 1802-04) y en primavera entre 27 de setiembre y 18 de noviembre (Cr. 1809-11), en los buques de investigación del Instituto del Mar del Perú; se contó con apoyo de embarcaciones pesqueras de la Sociedad Nacional de Pesquería para incrementar los muestreos biológicos y acústicos. En la zona costera pelágico nerítica las especies abundantes fueron anchoveta, samasa, bagre y múnida; y, en la zona pelágica oceánica fueron pota y vinciguerría. La anchoveta en el 2018 mostró amplia distribución con biomasa de 11,21 millones de toneladas en verano y 8,78 millones en primavera. La múnida tuvo alta biomasa con 4,97 millones de toneladas en el verano por las condiciones frías registradas en esos meses; mientras que, la vinciguerría fue más abundante en la primavera con 2,08 millones de toneladas, principalmente en el sur por el acercamiento hacia la costa de las aguas oceánicas. La mayor biomasa de jurel fue estimada en la primavera con 263.779 toneladas, la abundancia de jurel y de la caballa no fueron estables por las condiciones oceanográficas. La samasa y el bagre, son netamente costeras, sus mayores abundancias fueron obtenidas en verano con 241.213 toneladas y 46.717 toneladas. En primavera se registró mayor cantidad de cardúmenes de anchoveta que en verano, con mayores coeficientes de variación en las características morfométricas; mientras que, en verano tuvieron mayores características energéticas por concentración de cardúmenes.

PALABRAS CLAVE: recursos pelágicos neríticos y oceánicos, evaluación hidroacústica, distribución por niveles de concentración, estratificación en áreas isoparalitorales

ABSTRACT

CASTILLO R, LA CRUZ L, CORNEJO R, GRADOS D, VALDEZ C, CHACON G. 2020. *Distribution and biomass of the main pelagic, neritic, and oceanic resources in the Peruvian marine ecosystem obtained through hydroacoustic cruises (2018)*. *Bol Inst Mar Peru*. 35(2): 185-212.- The year 2018 was characterized by environmental oceanographic contrasts in the Peruvian marine ecosystem. We carried out two hydroacoustic cruises, one in the summer, between February 22 and April 6 (Cr. 1802-04), and the other in the spring, between September 27 and November 18 (Cr. 1809-11), onboard the research vessels of the Instituto del Mar del Perú. Both cruises had the support of fishing vessels from the Sociedad Nacional de Pesquería (National Fisheries Society), to increase biological and acoustic sampling. In the neritic zone, the abundant species were anchoveta, longnose anchovy, catfish, and munida lobster, while the jumbo flying squid and vinciguerría were abundant in the pelagic oceanic zone. In 2018, the anchoveta was distributed widely with biomasses of 11.21 million tons in summer and 8.78 million tons in spring. The munida lobster showed high biomass with 4.97 million tons in the summer due to the cold conditions recorded in that period; while vinciguerría was more abundant in the spring with 2.08 million tons, mainly in the south since the oceanic waters were closer to the coast. The highest biomass of jack mackerel was estimated in the spring at 263,779 tons, the abundance of jack mackerel and chub mackerel was not stable due to oceanographic conditions. Longnose anchovy and catfish are coastal species, their highest abundances were recorded in summer with 241,213 tons and 46,717 tons, respectively. For anchoveta, more schools were recorded in spring than in summer, with higher coefficients of variation in morphometric characteristics; while, in summer, they had higher energetic characteristics due to the concentration of schools.

KEYWORDS: pelagic neritic and oceanic resources, hydroacoustic assessment, distribution by concentration levels, stratification in isoparalittoral areas

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

1. INTRODUCCIÓN

La abundancia de la biomasa de las especies pelágicas está condicionada a la dinámica oceánica o variabilidad climática en el Sistema de la Corriente de Perú (SCP) en la cual se localizan importantes zonas de surgencia o celdas de afloramientos costeros de alta productividad biológica (MORÓN, 2000; CHÁVEZ *et al.*, 1989; BAKUN & WEEKS, 2008; GRACO *et al.*, 2007; FLORES *et al.*, 2013) que permiten el desarrollo de grandes poblaciones de peces, especialmente en el ambiente pelágico nerítico (CHÁVEZ *et al.*, 2008). La variabilidad de las condiciones atmosféricas y oceanográficas, principalmente cálidas, afecta la distribución de las especies pelágicas generando: alteraciones en el comportamiento (migraciones horizontales y verticales), disminución de niveles poblacionales, cambios en los procesos biológicos (BERTRAND *et al.*, 2008), depredación y el incremento de la mortalidad por pesca.

Las principales especies pelágicas que son investigadas por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) en los cruceros de evaluación hidroacústica son las neríticas: anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns, 1842), samasa o anchoveta blanca (*Anchoa nasus* (Kner & Steindachner, 1867)), bagre (*Galeichthys peruvianus* Lütken, 1874), múnida (*Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837)) y las oceánicas: jurel (*Trachurus murphyi* Nichols, 1920), caballa (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782), pota (*Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835)) y vinciguerría (*Vinciguerria lucetia* (Garman, 1899)).

La segunda temporada de pesca de la anchoveta del 2017 fue iniciada el 23 de noviembre del 2017 y culminó el 26 de enero del 2018, esta temporada fue paralizada en diciembre 2017 por altas capturas de juveniles, y se desarrolló la Operación Eureka LXXI entre el 27 y 30 de diciembre 2017, con la finalidad de evaluar la composición de tallas e identificar las áreas más adecuadas para la pesca. Al finalizar la temporada, la captura destinada para consumo humano indirecto fue de 687 mil toneladas, significando 46,14% de la cuota asignada para la región norte-centro (1.490 mil toneladas) (IMARPE, 2017a).

Los comunicados oficiales de la Comisión Multisectorial Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) mencionaron que, en enero 2018 la persistencia de las condiciones frías de La Niña costera con anomalías negativas en la superficie del mar en la región Niño 1+2 hasta fines de febrero se debieron al efecto de las ondas Kelvin frías (ENFEN, 2018a); y en abril confirmó el proceso de

1. INTRODUCTION

The abundance of the biomass of pelagic species is determined by the oceanic dynamics or climatic variability in the Peru Current System (PCS) in which important upwelling zones or cells of coastal outcrops of high biological productivity are located (MORÓN, 2000; CHÁVEZ *et al.*, 1989; BAKUN & WEEKS, 2008; GRACO *et al.*, 2007; FLORES *et al.*, 2013). This allows the development of large fish populations, especially in the pelagic-neritic environment (CHÁVEZ *et al.*, 2008). The variability of atmospheric and oceanographic conditions, mainly warm, affects the distribution of pelagic species resulting in: behavioral alterations (horizontal and vertical migrations), decreased population levels, changes in biological processes (BERTRAND *et al.*, 2008), predation, and increased fishing mortality.

The Instituto del Mar del Perú (IMARPE) in the hydroacoustic evaluation cruises studies pelagic neritic species such: anchoveta *Engraulis ringens* Jenyns, 1842, samasa *Anchoa nasus* (Kner & Steindachner, 1867), catfish *Galeichthys peruvianus* Lütken, 1874, munida lobster *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837) and, the oceanic ones: jurel *Trachurus murphyi* Nichols, 1920, chub mackerel *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782, *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835), and *Vinciguerria lucetia* (Garman, 1899).

In 2017, the second fishing season for anchoveta started on November 23, 2017, and ended on January 26, 2018. This season was suspended in December 2017 due to high catches of juveniles, and Operation Eureka LXXI was carried out between December 27 and 30, 2017, to evaluate the size composition and to identify the most suitable areas for fishing. By the end of the season, the catch destined for indirect human consumption was 687 thousand tons, which represented 46.14% of the quota assigned for the north-central region (1,490 thousand tons) (IMARPE, 2017a).

The Multisectoral Commission for the National Study of the El Niño Phenomenon (ENFEN in Spanish) reported the persistence of cold La Niña Costera conditions, with negative sea surface anomalies in the Niño 1+2 region, which occurred from January to late February, resulting from the effect of cold Kelvin waves (ENFEN, 2018a). In April, it confirmed the normalization

normalización de la temperatura superficial del mar (TSM) frente a la costa peruana y en el Pacífico central (ENFEN, 2018b). El crucero 1802-04 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos, realizado entre el 22 de febrero y 6 de abril 2018, confirmó el predominio de aguas frías en la zona costera con anomalías negativas de hasta -3°C (Pimentel-Salaverry y Pisco-San Juan) debido a los procesos de afloramiento y la descarga de los ríos, estas condiciones favorecieron la abundancia de especies costeras como anchoveta y munida, en el caso de la anchoveta su estructura demográfica estuvo compuesta por varios grupos de edad (IMARPE, 2018a).

El Ministerio de La Producción (PRODUCE) el 12 de abril 2018 autorizó el inicio de la primera temporada de pesca para los recursos anchoveta y samasa en la región Norte-Centro del litoral peruano, la cuota asignada fue 3,316 millones de toneladas, finalizando el 9 de agosto 2018 con la captura de 94,83% de la cuota. Las áreas de pesca se localizaron en Punta La Negra y bahía Independencia, principalmente dentro de las 60 mn de la costa. Los puertos de mayor desembarque fueron Chimbote y Malabrigo (IMARPE, 2018b).

Los comunicados oficiales del ENFEN informaron que, en julio 2018 la TSM frente a la costa peruana estaba en rango normal, con ampliación de las Aguas Costeras Frías (ACF) e incremento de los afloramientos, y en agosto pronosticaron el arribo de una onda Kelvin cálida que contribuiría al leve incremento de las anomalías de la TSM y del nivel del mar (ENFEN, 2018c, d). Situación confirmada en el crucero 1809-11, realizado entre el 27 de setiembre y 18 de noviembre del 2018, cuando se registró predominio de condiciones térmicas neutras a ligeramente cálidas, que favorecieron el desarrollo de la población de anchoveta en gran parte de la costa (IMARPE, 2018c).

La segunda temporada de pesca de anchoveta y samasa en la región Norte-Centro fue iniciada el 15 de noviembre 2018 con una cuota de 2,10 millones de toneladas, finalizando el 4 de abril 2019 con la captura de 99,3% de la cuota asignada, en 55 días efectivos de pesca y con la más baja incidencia de ejemplares juveniles (menores de 12 cm) registrada en los últimos años, los puertos de mayor desembarque fueron Chimbote y Chicama.

En los dos cruceros hidroacústicos realizados en el 2018, se contó con el apoyo de tres embarcaciones pesqueras de la Sociedad Nacional de Pesquería

process of the sea surface temperature (SST) off the Peruvian coast and in the central Pacific (ENFEN, 2018b). In April (ENFEN, 2018b) it confirmed the normalization process of the sea surface temperature (SST) off the Peruvian coast and in the central Pacific. Cruise 1802-04 (February 22 - April 6, 2018) confirmed the predominance of cold waters in the coastal zone with negative anomalies of up to -3°C (Pimentel-Salaverry and Pisco-San Juan) due to upwelling and river discharge processes. These conditions favored the abundance of coastal species such as anchoveta and squat lobster. For anchoveta, its demographic structure was formed by several age groups (IMARPE, 2018a).

On April 12, 2018, the Ministry of Production (PRODUCE) authorized the start of the first fishing season for anchoveta and samasa resources in the North-Central region of the Peruvian coast with an allocated quota of 3.316 million tons. It ended on August 9, 2018, with the catch of 94.83% of the quota. The fishing areas were located in Punta La Negra and Independencia Bay, mainly within 60 nm offshore. The largest landing ports were Chimbote and Malabrigo (IMARPE, 2018b).

ENFEN reported that, in July 2018, the SST off the Peruvian coast was in the normal range with increased Cold Coastal Waters (CCW) and increased upwelling. By August, it predicted the arrival of a warm Kelvin wave that would contribute to a slight increase in SST and sea level anomalies (ENFEN, 2018c, d). This situation was confirmed during the cruise 1809-11 (September 27 and November 18, 2018), with a predominance of neutral to slightly warm thermal conditions, which favored the development of the anchoveta population in a large part of the coast (IMARPE, 2018c).

The second fishing season for anchoveta and samasa in the North-Central region began on November 15, 2018, with a quota of 2.10 million tons. It ended on April 4, 2019, with a catch of 99.3% of the allocated quota, in 55 effective fishing days and with the lowest incidence of juvenile specimens (less than 12 cm) recorded in recent years. The largest landing ports were Chimbote and Chicama.

In the two cruises carried out in 2018, we had the support of three fishing vessels of the

(SNP) en forma permanente y continua, que generalmente fueron reemplazados en cada etapa (norte y sur), con la finalidad de incrementar el muestreo acústico y biológico.

El presente artículo describe los resultados acústicos referentes a la distribución y biomasa de las principales especies pelágicas neríticas y oceánicas investigadas en los cruceros de "Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos" realizados en las estaciones de verano y primavera del 2018 (cruceros 1802-04 y 1809-11, respectivamente), y que permitieron contribuir en los informes de gestión dirigidas a PRODUCE para su manejo sostenible.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de investigación.- El área geográfica de investigación fue el ecosistema marino peruano entre **Tumbes** (03°45'S) y **Tacna** (18°20'S), desde 0,3 mn (priorizando la seguridad de la navegación) hasta distancias menores de 142 mn de distancia a la costa.

Plataformas de investigación.- En el crucero 1802-04 participaron los buques de investigación científica (BIC): José Olaya Balandra, Flores Portugal y Humboldt, la L/P Imarpe IV apoyó en la zona costera entre 0,3 a 8 mn de distancia a la costa, con transecto en zig-zag; en el crucero 1809-11 fueron los BIC Olaya, Flores y Humboldt. Las embarcaciones pesqueras de la SNP que participaron en cada crucero son descritas en la Tabla 1.

Diseño de muestreo.- Se realizó un muestreo sistemático (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005) que consiste 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 114 y 116 transectos, respectivamente, que fueron paralelos e intercalados por los buques de investigación (Fig. 1).

En el caso de las embarcaciones pesqueras de la SNP fue el mismo tipo de muestreo, distribuidos en forma simultánea por zonas con respecto a la distancia de costa (zonas: costera de 0-25 mn, intermedia de 25-50 mn y oceánica de 50-120 mn), en el crucero de primavera ampliaron de 0-40, 40-80 y 80-140 mn, respectivamente.

National Fishing Society (SNP) permanently and continuously. These vessels were generally replaced in each stage (north and south), to increase the acoustic and biological sampling.

This paper describes the acoustic results regarding the distribution and biomass of the main pelagic species monitored by the cruises carried out in summer and spring 2018 (cruises 1802-04 and 1809-11, respectively), which allowed us to contribute to the reports addressed to PRODUCE for their sustainable management.

2. MATERIAL AND METHODS

Research area. The geographical research area was the Peruvian marine ecosystem between **Tumbes** (03°45'S) and **Tacna** (18°20'S), from 0.3 nm (safety of navigation) to distances less than 142 nm offshore.

Research platforms. The following research vessels (R/V) were part of the cruise 1802-04: José Olaya Balandra, Flores Portugal, and Humboldt, as well as Imarpe IV in the coastal area between 0.3 and 8 nm offshore, with a zig-zag transect. In the cruise 1809-11, the R/V Olaya, Flores, and Humboldt participated. Table 1 describes the SNP fishing vessels that contributed in each cruise.

Sampling design. We carried out a systematic sampling (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005) consisting of transects or profiles perpendicular to the coastline and parallel to each other, with a 10 nm separation. The 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 114 and 116 transects on the summer and spring cruises, respectively, which were parallel and interspersed by the research vessels (Fig. 1).

The SNP fishing vessels developed the same type of sampling, they were distributed by zones with respect to the distance from the coast (zones: coastal 0-25 nm, intermediate 25-50 nm and oceanic 50-120 nm), in the spring cruise expanded from 0-40, 40-80 and 80-140 nm, respectively.

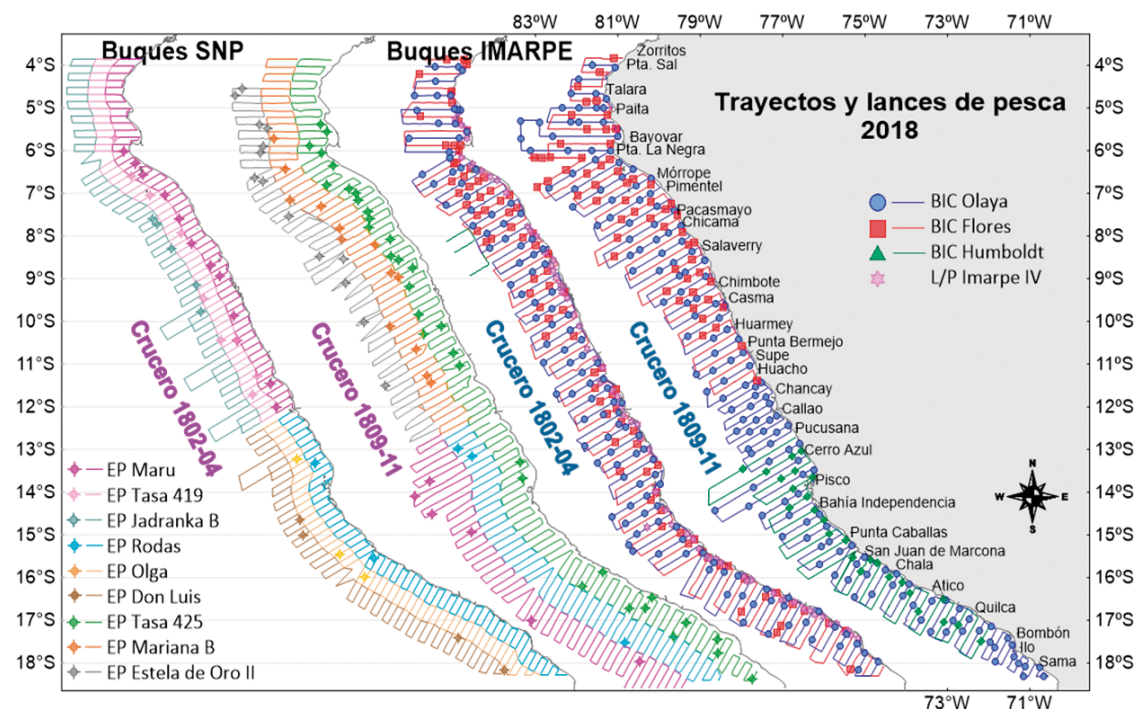


Figura 1.- Trayectos y lances de pesca realizados en los cruceros de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos, 2018. Los símbolos son los lances de pesca y las líneas son los trayectos, cada color corresponde a una embarcación

Figure 1. Routes and fishing sets made on hydroacoustic cruises, 2018. The symbols are the fishing sets and the lines are the routes, each color corresponds to a vessel

Equipos acústicos.- Los BIC del IMARPE cuentan con ecosondas científicas multifrecuencia Simrad EK 80 y/o EK 60, la L/P Imarpe IV con una ecosonda científica 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 utilizada por las embarcaciones del IMARPE fueron redes de arrastre pelágico tipo Granton con aberturas verticales de 12 m para el BIC Olaya (con sensores inalámbricos de pesca NOTUS), 8 m para el BIC Flores y 14 m para el BIC Humboldt. Las embarcaciones pesqueras de la SNP emplearon redes de cerco de malla anchovetera (Tabla 2).

Datos biológicos.- Se recolectaron datos biológicos de 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 en la superficie del mar. Las metodologías son descritas en IMARPE, 2018a, b.

Acoustic equipment. IMARPE's R/V have Simrad EK 80 and/or EK 60 multi-frequency scientific echo sounders. Imarpe IV is equipped with a Simrad EK 60 semi-scientific echo sounder. SNP vessels were fitted with Simrad ES70 and/or ES80 semi-scientific 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 were anchoveta mesh-seine nets (Table 2).

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 2018a and 2018c.

Tabla 1.- Embarcaciones participantes y resultado de los datos de desviación de modelos aplicados en las calibraciones acústicas en los cruceros del 2018

Table 1. Participating vessels and results of model deviation data applied in acoustic calibrations on 2018 cruises

Embarcación	Eslora (m)	Ecosonda Simrad	Modelo de transductor	Frecuencia (kHz)	Crucero 1802-04			Crucero 1809-11			
					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	0,10	22,51	0,47	0,03	22,48	0,05	
			ES38-7	38	0,06	27,17	-0,68	0,05	27,11	-0,81	
			ES70-7C	70	0,26	23,24	-0,14	0,14	23,50	0,06	
			ES120-7C	120	0,19	27,31	-0,23	0,16	27,59	0,17	
			ES200-7C	200	0,25	28,29	-0,29	0,35	28,66	0,28	
	BIC Flores Portugal	EK 80	ES18	18	0,22	22,26	0,37	0,22	22,26	0,37	
			ES38-10	38	0,08	26,78	-0,26	0,05	27,06	-0,19	
			ES70-7C	70	0,20	27,89	-0,38	0,06	27,66	0,30	
			ES120-7C	120	0,10	27,30	-0,06	0,09	27,17	-0,13	
	BIC Humboldt	EK 60	ES200-7C	200				0,35	27,91	-0,02	
ES38-B			38				0,07	24,72	-0,81		
L/P Imarpe IV	16,60	EK 60	ES120-7C	120				0,18	27,09	-0,42	
SNP	MARU	45,33	ES70	ES120-7C	120	0,34	26,11	-0,08	0,13	26,00	-0,06
	TASA 419	42,69	ES70	ES120-7C	120	0,15	26,12	-0,01			
	JADRANKA B	45,00	ES70	ES120-7C	120	0,13	25,56	-0,47			
	RODAS	42,40	ES70	ES120-7C	120	0,17	25,24	-0,46	0,16	25,81	-0,40
	OLGA	45,00	ES70	ES120-7C	120	0,22	27,11	-0,42			
	DON LUIS	40,00	ES80	ES120-7C	120	0,20	26,87	-0,41			
	TASA 425	43,92	ES80	ES120-7C	120				0,086	30,04	-0,099
	MARIANA B	42,45	ES70	ES120-7C	120				0,33	24,90	-0,39
	ESTELA DE ORO II	45,22	ES70	ES120-7C	120				0,19	26,57	-0,41

Tabla 2. Lance de pesca realizados en los cruceros del 2018

Table 2. Fishing sets made on the 2018 cruises

Inst	Embarcaciones	Crucero 1802-04		Crucero 1809-11		Total	Tipo de arte de pesca
		Norte	Sur	Norte	Sur		
IMARPE	BIC José Olaya Balandra	71	55	89	69	284	Red de arrastre pelágica
	BIC Flores Portugal	58	29	59		146	Red de arrastre pelágica
	BIC Humboldt				26	26	Red de arrastre pelágica
	L/P Imarpe IV	35	33			68	Red de arrastre pelágica
SNP	MARU	12			6	18	Red de cerco anchovetera
	TASA 419	9				9	Red de cerco anchovetera
	JADRANKA B	5				5	Red de cerco anchovetera
	RODAS		2		3	5	Red de cerco anchovetera
	OLGA		3			3	Red de cerco anchovetera
	DON LUIS		4			4	Red de cerco anchovetera
	TASA 425			23	11	34	Red de cerco anchovetera
	MARIANA B			13		13	Red de cerco anchovetera
	ESTELA DE ORO II			14		14	Red de cerco anchovetera
TOTAL					629		

Identificación de especies.- La discriminación acústica fue realizada en el programa *EchoView*, la identificación de ecotrazos de las especies detectadas fueron de acuerdo a: composición de la captura del lance de pesca, tipo de ecotrazo característico de cada especie 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 efectuó de acuerdo a los siguientes protocolos: 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

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 surveys, Action protocol for the data collection on a hydroacoustic assessment survey of pelagic resources, Acoustic

de recursos pelágicos y, Protocolo acústico para la estandarización de información en los cruceros de evaluación de recursos pesqueros.

La determinación de las áreas de distribución de cada especie fue realizada por interpolación de los datos del Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica por Área (NASC), que es una medida de la energía devuelta de un blanco en las capas de profundidad en la columna de agua (ecointegración) expresados en $m^2.mn^{-2}$, obtenidos de la exportación de los cardúmenes detectados en el programa *EchoView*. También se utilizó el Coeficiente de Retrodispersión Acústica por Unidad de Volumen (Sv), que es una medida logarítmica de la fuerza de retrodispersión del volumen de un blanco o cardumen de peces, y que es directamente proporcional a la biomasa expresado en decibeles para la distribución vertical de las especies (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005). Los estimados de abundancia o biomasa fueron obtenidos por el método de estratificación en áreas isoparalitorales de 10x30 mn, cuya formulación matemática está descrito en CASTILLO *et al.* (2011).

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 36.623 y 61.324 cardúmenes de las estaciones de verano y la primavera del 2018, respectivamente.

La relación de la presencia de anchoveta con las variables oceanográficas, fue realizada por interpolación de los datos oceanográficos para obtener en cada muestra acústica de 1 mn los datos oceanográficos. El análisis fue realizado mediante los modelos aditivos generalizados (GAM). (HASTIE & TIBSHIRANI, 1990; MURASE *et al.*, 2009).

protocol for the standardization of information on fishing resource assessment surveys.

We determined the distribution areas of each species by interpolating the data of the Nautical Area Acoustic Scattering Coefficient (NASC), which is a measure of the energy returned from a target in the depth layers in the water column (eco-integration) expressed in $m^2.mn^{-2}$, obtained from the export of the schools detected in the *EchoView* software. We also used the Acoustic Backscattering Coefficient per Unit Volume (Sv) which is a logarithmic measure of the backscattering force of the volume of a target or school of fish, and which is directly proportional to the biomass expressed in decibels for the vertical distribution of the species (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005). Abundance or biomass estimates were obtained by the stratification method in 10x30 nm isoparalittoral areas, whose mathematical formulation is described in CASTILLO *et al.* (2011).

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

We analyzed 36,623 and 61,324 anchoveta schools in summer and spring 2018, respectively, to understand their dynamics and space-time behavior.

To obtain the oceanographic data for each 1 nm acoustic sample, we interpolated the oceanographic data to relate the presence of anchoveta with the oceanographic variables. A generalized additive model (GAM) was 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 utilizadas en 2018. La función de TS para una longitud del pez (L) es representado por $TS=20 \log L+b_{20}$

Table 3. Values of the length-to-weight ratios and target strength (TS) equations of the pelagic species used in 2018. The TS function for a fish length (L) is represented by $TS=20 \log L+b_{20}$

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 <i>et al.</i> (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 <i>et al.</i> (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>Vinciguerria 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 (DEMER *et al.*, 2015; SIMMONDS & MACLENNAN, 2005).

Las calibraciones de las ecosondas científicas de los buques de investigación del IMARPE fueron realizados en un lugar protegido de la Isla Lobos de Afuera. Las calibraciones de las 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 las bahías de Paita, Chimbote y/o en la isla San Lorenzo (Callao).

3. RESULTADOS

Calibraciones acústicas de las ecosondas de los buques participantes

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 por 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 17,40 °C y 35,00 ups con una velocidad de sonido de 1.514 m/s y en la primavera de 16,32 °C y 35,01 ups con una velocidad de sonido de 1.511 m/s, respectivamente. En todas las frecuencias se aplicó una duración de pulso de 512 μ s. La calibración de la ecosonda permitió verificar su correcto funcionamiento y asegurar mediciones precisas durante el muestreo acústico (Tabla 1).

Distribución de recursos pelágicos

Anchoveta

A nivel horizontal, en el verano tuvo dos características en su distribución continua a lo largo de la costa, la primera fue **amplia** entre Paita-Huarmey (en esta zona se encontró hasta las 104 mn de la costa), Pucusana-Pisco (hasta 81 mn de la costa), y la segunda fue **muy costera** o replegada hacia la costa entre bahía Independencia y Sama. En esta distribución fueron localizados importantes zonas de alta concentración ubicados entre Paita-Pacasmayo, Salaverry-Huarmey, Supe-

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 (DEMER *et al.*, 2015; SIMMONDS & MACLENNAN, 2005).

The calibrations of the scientific echo sounders of the IMARPE research vessels were performed in a protected area of Lobos de Afuera Island. The Simrad ES60 and/or ES70 120 kHz semi-scientific echo sounder calibrations from the participating SNP fishing vessels, in the north and south areas, were performed at a protected site in Paita Bay, Chimbote, and/or San Lorenzo Island (Callao).

3. RESULTS

Acoustic calibrations of the echo sounders of the participating vessels

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 17.40 °C and 35.00 psu with a sound speed of 1,514 m/s and in spring it was 16.32 °C and 35.01 psu with a sound speed of 1,511 m/s, respectively. We applied a pulse duration of 512 μ s at all frequencies. The calibration of the 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

At the horizontal level, it had two characteristics in its continuous distribution along the coast during the summer, the first one was **wide** between Paita-Huarmey (in this zone it was found up to 104 nm offshore), Pucusana-Pisco (up to 81 nm offshore), and the second one was **very coastal** or pushed back towards the coast between Independencia Bay and Sama. In this distribution, we found important areas of high concentration located between Paita-Pacasmayo, Salaverry-Huarmey,

bahía Independencia y Punta Caballas-Atico. Los ejemplares **juveniles** (tallas menores de 12 cm de longitud total) se localizaron principalmente entre Bayóvar-Pacasmayo, Chimbote-Cerro Azul y una zona muy replegada a la costa entre Punta Caballas-Quilca, siendo las mayores concentraciones entre Punta La Negra-Pimentel y Punta Bermejo-Cerro Azul; en áreas alejadas de la costa entre Callao-Pisco y Atico-Ocoña fueron registradas y capturadas larvas de anchoveta. Los ejemplares **adultos** fueron detectados y capturados principalmente entre Paita-Huarmey, y en forma discontinua entre Huarmey-Bahía Independencia, con las mayores concentraciones frente a Paita, Sechura, isla Lobos de Tierra, Pimentel-Chicama, Salaverry-Huarmey y Cerro Azul-Pisco (Fig. 2).

En la primavera la anchoveta tuvo una distribución más amplia, fue detectada hasta las 142 mn de la costa de bahía Independencia y a 120 mn de las costas frente a Talara, Punta La Negra-Pimentel y Pacasmayo-Chimbote; los núcleos de mayor concentración fueron localizados cerca de la costa entre Pacasmayo-Chimbote, Huarmey-Punta Bermejo, Cerro Azul-Bahía Independencia y San Juan de Marcona-Quilca. En las zonas alejadas de la costa los cardúmenes de anchoveta fueron encontrados como **dispersas** y **muy dispersas**. También esta distribución tuvo características **restringidas** hacia la costa localizadas en: Huacho, bahía Independencia-San Juan, Chala-Atico y en menor incidencia entre Punta Bombón-Morro Sama. En cuanto a la distribución por tamaños los ejemplares **juveniles** predominaron en la zona sur, principalmente entre Cerro Azul-Sama, con mayor concentración en Pisco, Chala y Quilca, y los ejemplares **adultos** predominaron entre Punta Sal y Pisco (Fig. 2).

A nivel vertical, en el verano los cardúmenes de anchoveta se detectaron en la capa superficial de los 64 m con una profundidad media de 8,18 m. Los cardúmenes más someros se registraron frente a Punta La Negra y entre Salaverry-Huarmey; mientras que, los más profundos se observaron frente a Pisco y entre Chala-Morro Sama. El Sv promedio en las horas del día fue de -43,6 dB y en horas de la noche fue de -46,49 dB, lo que indica que los cardúmenes registrados en horas del día fueron más abundantes que en las horas nocturnas, que se encontraron más dispersos y más superficiales (0-49 m), habitual comportamiento de la anchoveta debido a su alimentación (Fig. 3).

Supe-Independencia Bay, and Punta Caballas-Atico. The **juvenile** specimens (sizes smaller than 12 cm in total length) were located mainly between Bayóvar-Pacasmayo, Chimbote-Cerro Azul, and a very folded area to the coast between Punta Caballas-Quilca, with the greatest concentrations between Punta La Negra-Pimentel and Punta Bermejo-Cerro Azul; in areas offshore between Callao-Pisco and Atico-Ocoña, anchoveta larvae were recorded and caught. The **adult** specimens were detected and caught mainly between Paita-Huarmey, and in a discontinuous way between Huarmey-Independencia Bay, with the highest concentrations off Paita, Sechura, Lobos de Tierra Island, Pimentel-Chicama, Salaverry-Huarmey, and Cerro Azul-Pisco (Fig. 2).

In the spring, the anchoveta had a wider distribution. It was detected up to 142 nm off Independencia Bay and 120 nm off Talara, Punta La Negra-Pimentel, and Pacasmayo-Chimbote. The nuclei of greater concentration were located nearshore between Pacasmayo-Chimbote, Huarmey-Punta Bermejo, Cerro Azul-Independencia Bay, and San Juan de Marcona-Quilca. In the areas far from the coast, the anchoveta schools were found as **scattered** and **very scattered**. Furthermore, this distribution had restricted characteristics towards the coast located in Huacho, Independencia Bay-San Juan, Chala-Atico, and in lesser incidence between Punta Bombón-Morro Sama. Regarding size distribution, **juvenile** specimens predominated in the southern zone, mainly between Cerro Azul-Sama, with greater concentration in Pisco, Chala, and Quilca, and **adult** specimens predominated between Punta Sal and Pisco (Fig. 2).

At a vertical level, the anchoveta schools were detected in the surface layer of the 64 m with a mean depth of 8.18 m in the summer. The shallowest schools were recorded off Punta La Negra and between Salaverry-Huarmey; while the deepest ones were observed off Pisco and between Chala-Morro Sama. The mean Sv in the daytime was -43.6 dB and in the nighttime was -46.49 dB, which indicates that the schools recorded in daytime were more abundant than in the nighttime, when they were more dispersed and more superficial (0-49 m), which is the usual behavior of the anchoveta given its feeding (Fig. 3).

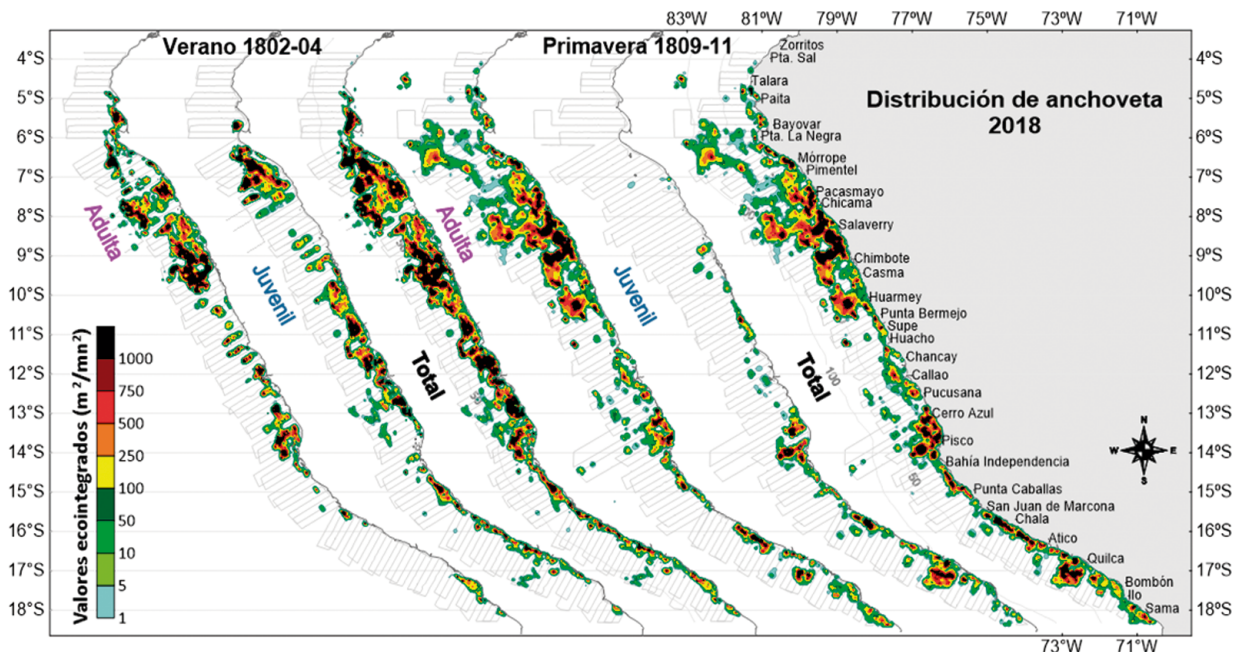


Figura 2.- Distribución espacial de la anchoveta de acuerdo a niveles de eointegración para los cruces de verano y primavera 2018. Se indica por cada cruceo la distribución adulta (moda: >12 cm), la distribución juvenil (moda: <12 cm) y la distribución total

Figure 2. Spatial distribution of the anchoveta based on eco-integration levels for the 2018 summer and spring cruises. The adult distribution (mode: >12 cm), the juvenile distribution (mode: <12 cm), and the total distribution

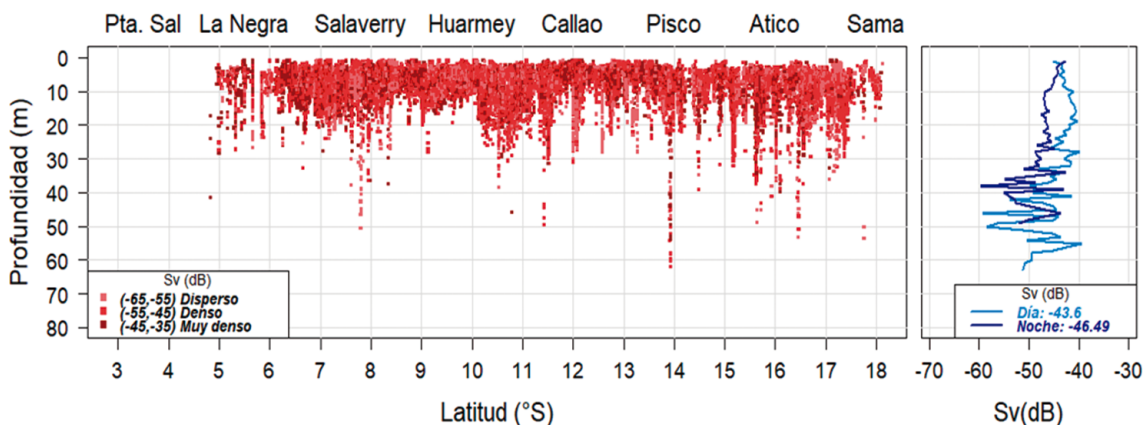


Figura 3.- Distribución vertical de cardúmenes de anchoveta en categorías de abundancia por grado de latitud. En el lado derecho, Sv total con respecto al día y la noche por profundidad registrados en el cruceo 1802-04

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 1802-04

En primavera, la anchoveta fue registrada en la capa superficial de los 74 m de profundidad con profundidad media de 11,05 m; cardúmenes someros se detectaron entre Punta Sal-Talara y entre Punta Bermejo-Callao, y los más profundos frente a Punta La Negra, Huarney, entre Pisco-Chala y Quilca. El Sv promedio en las horas del día fue de -45,47 dB y en la noche fue de -49,51 dB; similar comportamiento se encontró en el verano, los cardúmenes en horas diurnas fueron más abundantes que en las nocturnas (Fig. 4).

In spring, we recorded the anchoveta in the surface layer at a depth of 74, with a mean depth of 11.05 m. We detected shallow schools between Punta Sal-Talara and Punta Bermejo-Callao. The deeper ones were located off Punta La Negra, Huarney, between Pisco-Chala and Quilca. The mean Sv in the daytime was -45.47 dB and at night it was -49.51 dB. In summer, we found a similar behavior, the schools in daytime were more abundant than in nighttime (Fig. 4).

Jurel y caballa

El jurel en verano fue muy escaso, solo se registró en pequeños núcleos aislados de características **muy dispersas** localizadas cerca de la costa de Punta Sal, a 10 mn de la costa entre Punta La Negra- isla Lobos de Tierra, entre 10-30 mn de Cerro Azul-Pisco y a 50 mn de Quilca. En primavera, fue encontrado en diversos núcleos o áreas pequeñas de características **dispersas** distribuidas en gran parte de la costa peruana, localizadas entre 1 y 113 mn de la costa de Chicama-Cerro Azul, entre 1 y 56 mn de la costa de Punta Caballas-Punta Bombón y a 25 mn de Sama (Fig. 5).

Jack mackerel and chub mackerel

In summer, jack mackerel was very scarce, recorded only in small isolated nuclei of **very scattered** characteristics located near the coast of Punta Sal, 10 nm offshore between Punta La Negra-Lobos de Tierra Island, between 10-30 nm from Cerro Azul-Pisco, and 50 nm from Quilca. In spring, was found in several nuclei or small areas of **scattered** characteristics distributed in a large part of the Peruvian coast, between 1 and 113 nm off Chicama-Cerro Azul, between 1 and 56 nm off Punta Caballas-Punta Bombón, and 25 nm off Sama (Fig. 5).

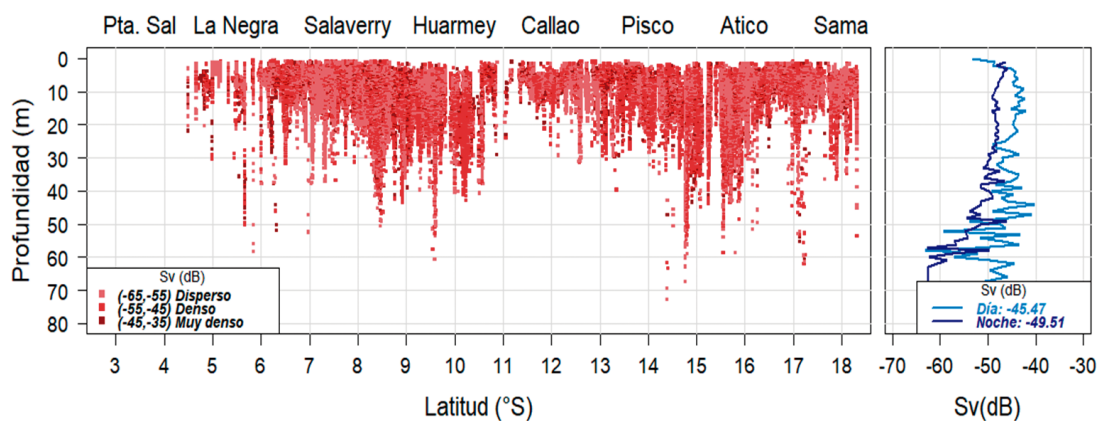


Figura 4.- Distribución vertical de cardúmenes de anchoveta en categorías de abundancia por grado de latitud. En el lado derecho el Sv total con respecto al día y la noche por profundidad registrados en el crucero 1809-11
 Figure 4. Vertical distribution of anchoveta schools in abundance categories by degree of latitude. On the right side the total Sv for day and night by depth recorded in cruise 1809-11

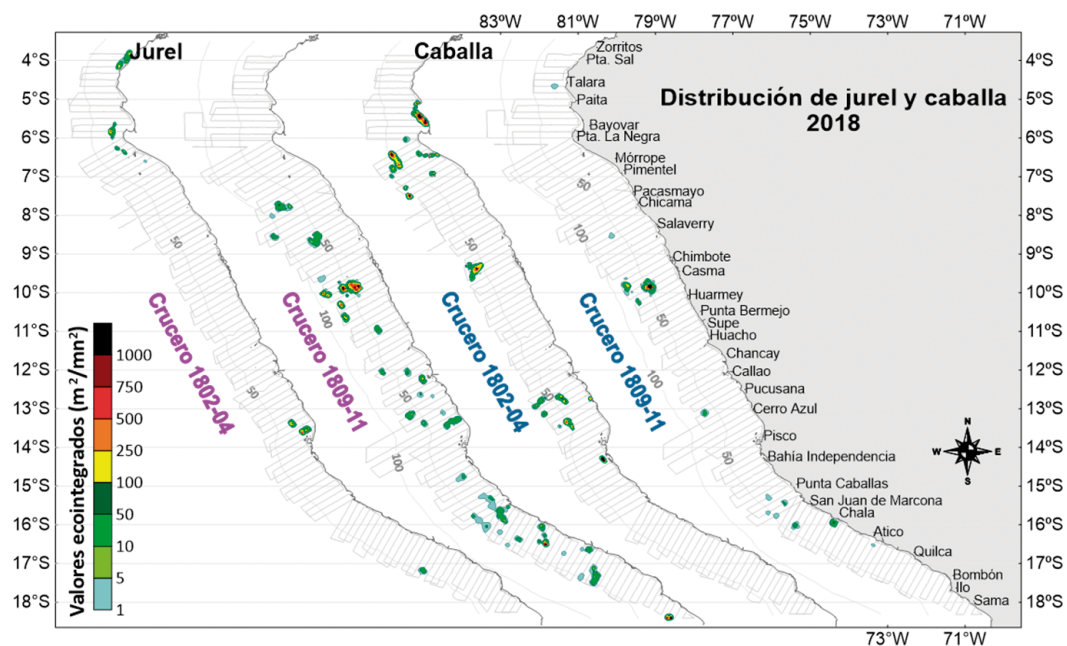


Figura 5.- Distribución espacial del jurel y la caballa de acuerdo a niveles de ecointegración para los cruceros de verano y primavera del 2018
 Figure 5. Spatial distribution of jack mackerel and chub mackerel based on eco-integration levels for the 2018 summer and spring cruises

La caballa fue escasa en el 2018, en verano fue registrada en pequeños núcleos distribuidos entre Paita-bahía Independencia. Estos núcleos fueron localizados entre 0,5-12 mn de la costa de Paita-Bayóvar (en alta concentración), entre 0,5-82 mn de Punta La Negra-Pacasmayo, 50-76 mn de Chimbote-Casma, 0,5-80 mn de Pucusana-Cañete y cerca de la costa de bahía Independencia. En primavera, también fue detectada en núcleos más reducidos, localizados a 18 mn de Talara, 59 mn de Salaverry, entre 40-82 mn de Casma-Huarmey, 64 mn de cerro Azul y entre 1-56 mn de Punta Caballas-Atico, el núcleo más denso fue encontrado frente a Casma (Fig. 5).

Chub mackerel was scarce in 2018. In summer, it was recorded in small groups distributed between Paita-Independencia Bay. These nuclei were located between 0.5-12 nm off Paita-Bayóvar (in high concentration), between 0.5-82 nm off Punta La Negra-Pacasmayo, between 50-76 nm off Chimbote-Casma, between 0.5-80 nm off Pucusana-Cañete, and near the coast of Independencia Bay. In spring, was also detected in smaller nuclei, at 18 nm off Talara, 59 nm off Salaverry, 40-82 nm off Casma-Huarmey, 64 nm off Cerro Azul, and 1-56 nm off Punta Caballas-Atico. The densest nucleus was found off Casma (Fig. 5).

La distribución vertical de los cardúmenes de jurel y caballa en el verano se localizaron principalmente en la capa superficial de los 25 m, las profundidades medias estuvieron en 9,89 y 10,33 m de profundidad, respectivamente. El cardumen más profundo de jurel fue localizado en Punta Sal a 56 m y la caballa entre Punta La Negra-Pacasmayo a 68 m de profundidad. El Sv promedio de los cardúmenes de caballa en la columna de agua fue de -42,68 dB y el de jurel -46,58 dB, en la capa superficial de los 25 m hubo mayor abundancia de caballa (Fig. 6).

In summer, the vertical distribution of the jack mackerel and chub mackerel schools was mainly located in the surface layer of the 25 m, the mean depths were 9.89 and 10.33 m, respectively. The deepest school of jack mackerel was located at Punta Sal at 56 m and that of chub mackerel was between Punta La Negra-Pacasmayo at a depth of 68 m. The mean Sv of the chub mackerel schools in the water column was -42.68 dB and that of jack mackerel was -46.58 dB. There was more abundance of chub mackerel in the surface layer of the 25 m (Fig. 6).

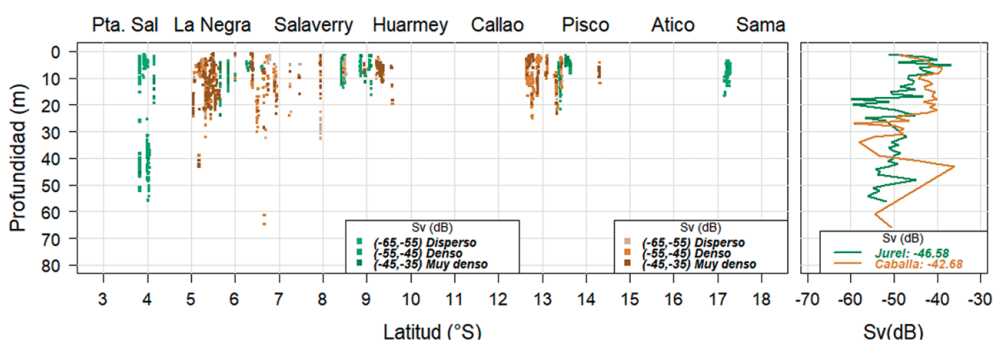


Figura 6.- Distribución vertical de cardúmenes de jurel y caballa en categorías de abundancia por grado de latitud. En el lado derecho el Sv total de ambas especies por profundidad registrados en el crucero 1802-04

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 1802-04

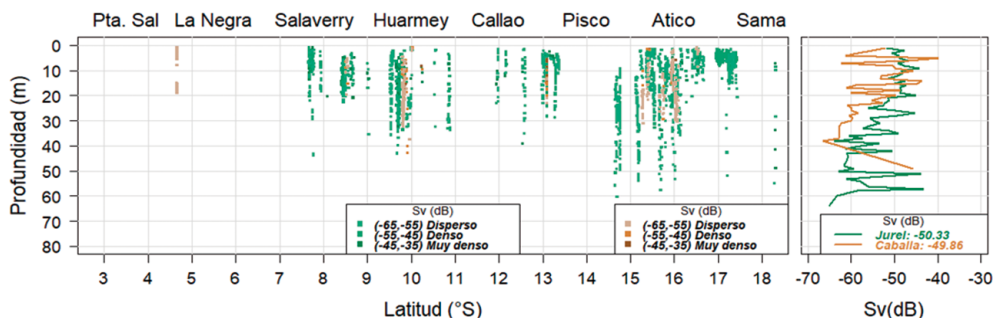


Figura 7.- Distribución vertical de cardúmenes de jurel y caballa en categorías de abundancia por grado de latitud. En el lado derecho el Sv total de ambas especies por profundidad registrados en el crucero 1809-11

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 1809-11

En primavera los cardúmenes de jurel estuvieron distribuidos entre 1 y 65 m de profundidad con una profundidad media de 13,72 m, los cardúmenes más profundos se localizaron entre Punta Caballas-Punta Bombón y en Sama; mientras que, la caballa fue registrada entre 1 y 58 m con una profundidad media de 15,44, los cardúmenes más profundos se localizaron entre Casma-Huarmey. El Sv promedio del jurel fue de -50,33 dB y de la caballa -49,86 dB, no hay diferencias significativas de abundancia de los cardúmenes con respecto a la profundidad (Fig. 7).

In spring, jack mackerel schools were distributed between a depth of 1 and 65 m with a mean depth of 13.72 m, the deepest schools were located between Punta Caballas-Punta Bombón and in Sama. Chub mackerel was recorded between 1 and 58 m with a mean depth of 15.44, the deepest schools were located between Casma-Huarmey. The mean Sv of jack mackerel was -50.33 dB and that of chub mackerel was -49.86 dB. There were no significant differences in the abundance of the schools regarding the depth (Fig. 7).

Samasa y bagre

Samasa and catfish

Estas especies costeras en el 2018 se registraron en la zona norte. La samasa en verano se encontró en la franja costera de 12 mn, entre Paita-Bayóvar (fue la zona de mayor densidad), Punta La Negra, isla Lobos de Tierra-Chicama y en Salaverry. En primavera solo fue registrada en tres zonas menores a 11 mn de la costa, ubicados entre Talara-Paita, Punta La Negra-Mórrope y frente a Pimentel (Fig. 8).

In 2018, these coastal species were registered in the northern zone. In summer, samasa was found in the coastal strip of 12 mn, between Paita-Bayóvar (area of highest density), Punta La Negra, Lobos de Tierra Island-Chicama, and Salaverry. In spring, it was only recorded in three areas less than 11 nm offshore, between Talara-Paita, Punta La Negra-Morrope, and off Pimentel (Fig. 8).

El bagre, en verano fue registrado hasta 17 mn de la costa, ubicado principalmente entre la isla Lobos de Tierra-Pacasmayo, otra área de menor densidad fue localizada entre Salaverry-Punta Chao. En primavera se encontró en diversas áreas comprendidas entre 0,5-58 mn de la costa de Talara-Chancay, estas áreas principalmente se localizaron entre Talara-Paita, Punta La Negra-Chicama y Salaverry-Casma (Fig. 8).

In summer the catfish was recorded up to 17 nm offshore, located mainly between the Lobos de Tierra Island-Pacasmayo, another area of lower density was located between Salaverry-Punta Chao. In spring, it was found in several areas between 0.5-58 nm off Talara-Chancay, these areas were mainly located between Talara-Paita, Punta La Negra-Chicama, and Salaverry-Casma (Fig. 8).

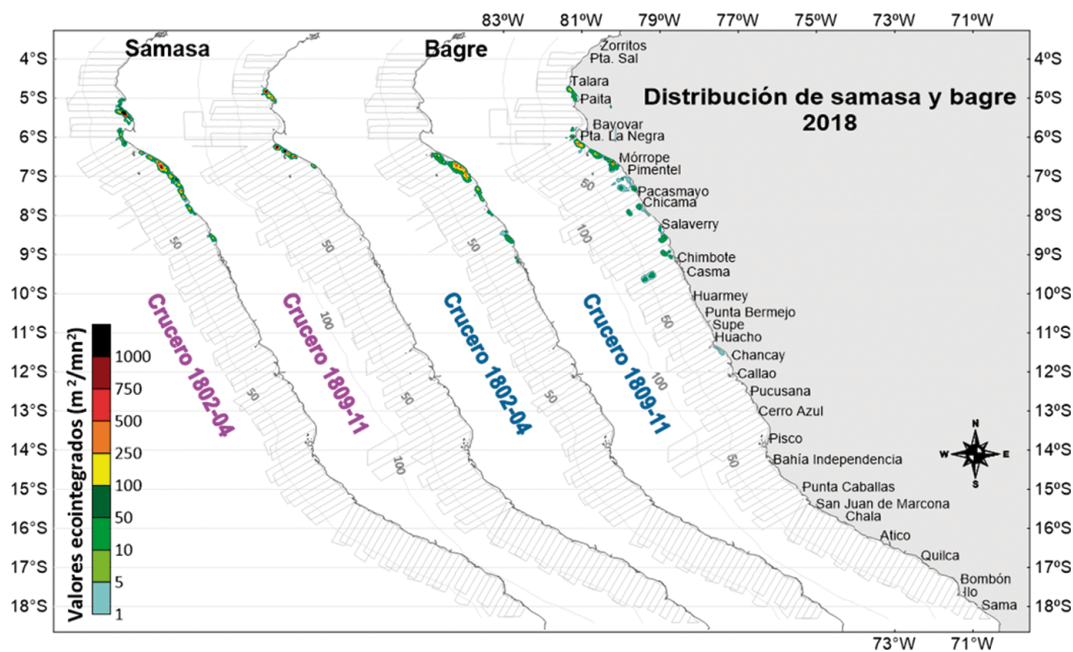


Figura 8.- Distribución espacial de samasa y bagre de acuerdo a niveles de ecointegración para los cruceros de verano y primavera del 2018

Figure 8. Spatial distribution of samasa and catfish based on eco-integration levels for the 2018 summer and spring cruises

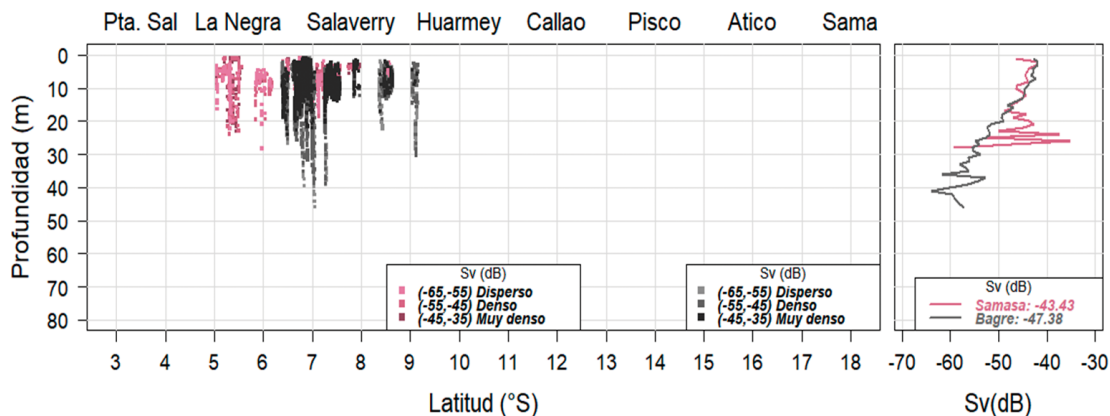


Figura 9.- Distribución vertical de cardúmenes de samasa y bagre en categorías de abundancia por grado de latitud. En el lado derecho el Sv total de ambas especies por profundidad registrados en el crucero 1802-04

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 1802-04

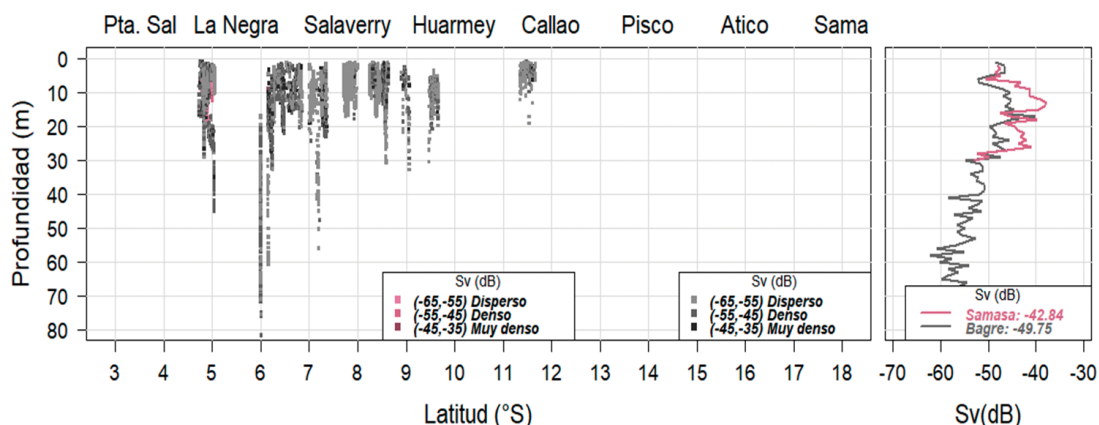


Figura 10.- Distribución vertical de cardúmenes de samasa y bagre en categorías de abundancia por grado de latitud. En el lado derecho el Sv total de ambas especies por profundidad registrados en el crucero 1809-11

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 1809-11

Verticalmente, en verano la samasa fue registrada entre 1 y 30 m con profundidad media en 7,67 m, los cardúmenes más profundos se localizaron en Punta La Negra y en la isla Lobos de Tierra, el Sv promedio fue de -43,43 dB. El bagre fue detectado entre 1 y 46 m con una profundidad media en 10,73 m, registrándose las agregaciones más profundas entre la isla Lobos de Tierra-Pacasmayo, el Sv promedio fue de -47,38 dB con una tendencia decreciente de abundancia a mayores profundidades de las agregaciones de bagre (Fig. 9).

En primavera, la samasa fue encontrada entre 2 y 31 m con profundidad media de 10,92 m con mayor presencia entre 10-28 m, el Sv promedio fue de -42,84 dB. El bagre fue detectado entre 1 y 81 m, con profundidad media de los cardúmenes en

At the vertical level, the samasa was recorded between 1 and 30 m with a mean depth of 7.67 m in the summer. The deepest schools were located in Punta La Negra and Lobos de Tierra Island, the mean Sv was -43.43 dB. The catfish was detected between 1 and 46 m with a mean depth of 10.73 m, with the deepest aggregations recorded between Lobos de Tierra Island and Pacasmayo, the mean Sv was -47.38 dB with a decreasing pattern of abundance at greater depths of the catfish aggregations (Fig. 9).

In spring, the samasa was found between 2 and 31 m with a mean depth of 10.92 m with a greater presence between 10-28 m, the mean Sv was -42.84 dB. Catfish were detected between 1 and 81 m, with a mean depth of 10.78 m, the deepest aggregations

10,78 m, las agregaciones de bagre más profundos fueron localizados en Punta La Negra, el Sv promedio fue de -49,75 dB, al igual que en el verano, fue observado una tendencia decreciente de abundancia a mayores profundidades (Fig. 10).

Múnida

Este crustáceo, es una especie costera y abundante que comparte su distribución con la anchoveta, propia de las aguas costeras frías. En verano fue registrada a lo largo de la costa en forma continua entre la isla Lobos de Tierra-Sama hasta las 72 mn, con importantes núcleos de alta abundancia localizados frente a Chicama, entre 25-65 mn de Chimbote-Huarmey, zona costera hasta 40 mn entre Huacho-Pucusana. Otras áreas menores de alta concentración se localizaron en Cerro Azul, Punta Caballas, Quilca y Punta Bombón. En primavera fue registrada principalmente entre Paita-Sama en la franja costera de las 65 mn de la costa, con amplio repliegue hacia la costa (1-22 mn) principalmente entre Huarmey-Huacho y Pisco-Sama, las mayores abundancias fueron localizadas entre Pacasmayo-Salaverry, Chancay-Pisco, frente a bahía Independencia, frente a Chala y frente a Sama (Fig. 11).

of catfish were located in Punta La Negra, the mean Sv was -49.75 dB. As in summer, a decreasing pattern of abundance was observed at greater depths (Fig. 10).

Munida lobster

This crustacean is a coastal and abundant species that share its distribution with the anchoveta, typical of cold coastal waters. In summer, it was recorded in a continuous way along the coast between Lobos de Tierra Island-Sama up to 72 nm, with important nuclei of high abundance located off Chicama, between 25-65 nm off Chimbote-Huarmey, the coastal area up to 40 nm between Huacho-Pucusana. Other minor areas of high concentration were located in Cerro Azul, Punta Caballas, Quilca, and Punta Bombón. In spring, squat lobster was recorded mainly between Paita-Sama in the coastal strip of 65 nm offshore, with a wide withdrawal to the coast (1-22 nm) mainly between Huarmey-Huacho and Pisco-Sama, the greatest abundances were located between Pacasmayo-Salaverry, Chancay-Pisco, off Independence Bay, off Chala, and off Sama (Fig. 11).

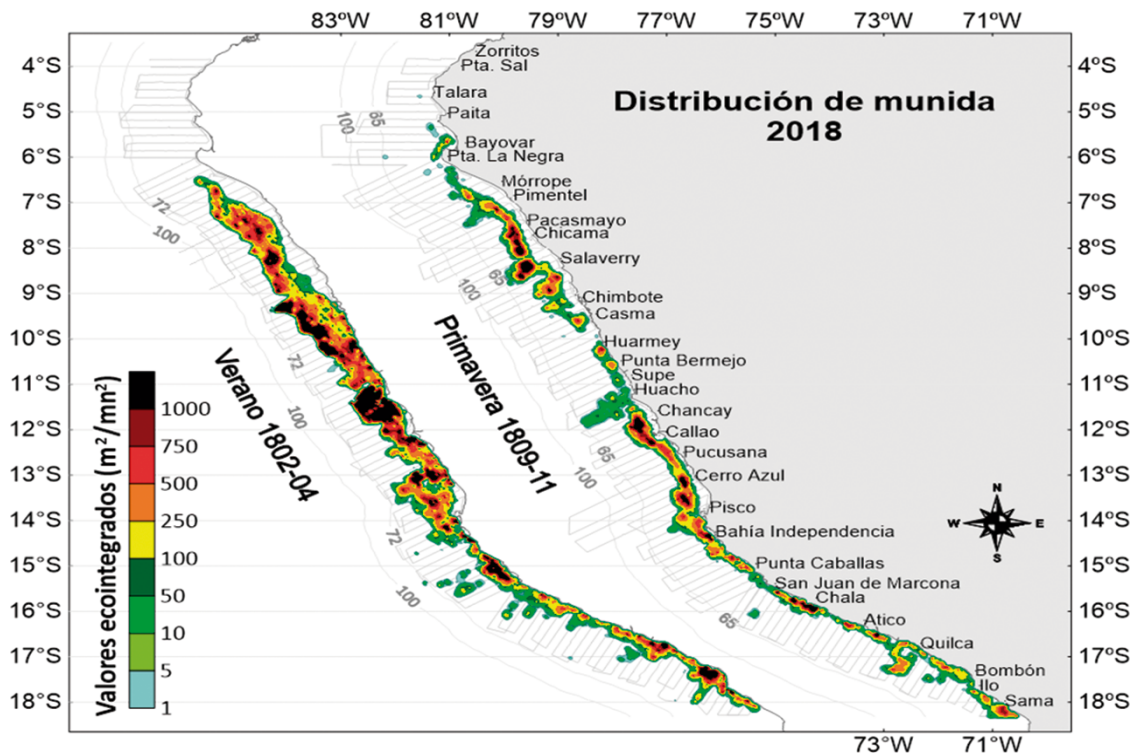


Figura 11.- Distribución espacial de la múnida de acuerdo a niveles de eointegración para los cruceros de verano y primavera del 2018

Figure 11. Spatial distribution of munida lobster based on eco-integration levels for the 2018 summer and spring cruises

Forma agregaciones amplias y continuas en forma de cordón verticalmente, con una característica habitual en las horas del día localizándose debajo de los cardúmenes de anchoveta. En el verano fue detectada entre 1 y 99 m con profundidad media en 17,84 m, las agregaciones más profundas fueron registradas en Punta Caballas y Quilca, el Sv promedio en las horas del día fue de -58,86 dB y en horas de la noche de -56,23 dB con un comportamiento similar de agregación con respecto a la profundidad, en las horas nocturnas tuvo una mayor densidad (Fig. 12). En la primavera fue detectada entre 1 y 124 m con una profundidad media en 21,17 m, los registros más profundos se localizaron en Salaverry, Pisco y Chala, el Sv promedio en las horas del día fue de -60,14 dB y en las horas de la noche en -58,87 dB, casi similar comportamiento registrado al verano (Fig. 13).

At the vertical level, it forms broad and continuous cordon-like aggregations and, in daytime, it is located under the anchoveta schools. In summer, it was detected between 1 and 99 m with a mean depth of 17.84 m, the deepest aggregations were recorded in Punta Caballas and Quilca, the mean Sv in the daytime was -58.86 dB and that of nighttime was -56.23 dB with a similar aggregation behavior regarding depth, in the nighttime it had a higher density (Fig. 12). In spring, it was detected between 1 and 124 m with a mean depth of 21.17 m, the deepest records were located in Salaverry, Pisco, and Chala, the mean Sv in the daytime was -60.14 dB and that of the nighttime was -58.87 dB (Fig. 13).

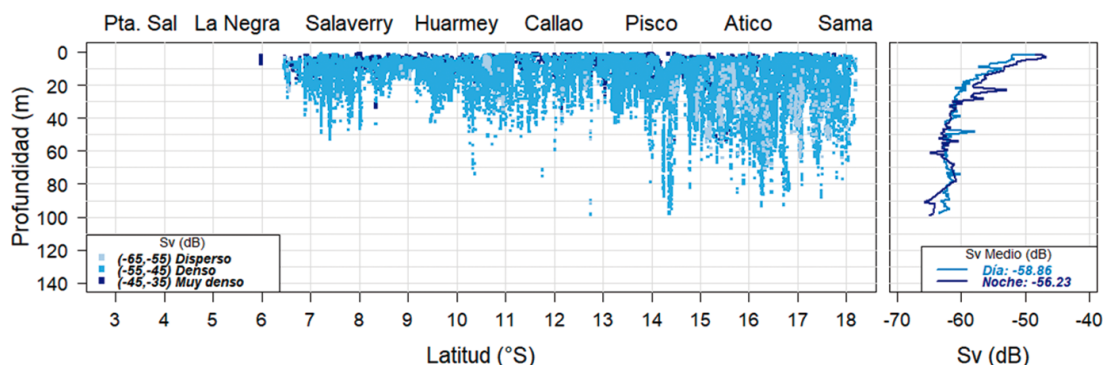


Figura 12.- Distribución vertical de agregaciones de múnida en categorías de abundancia por grado de latitud. En el lado derecho el Sv total con respecto al día y la noche por profundidad registrados en el crucero 1802-04

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 1802-04

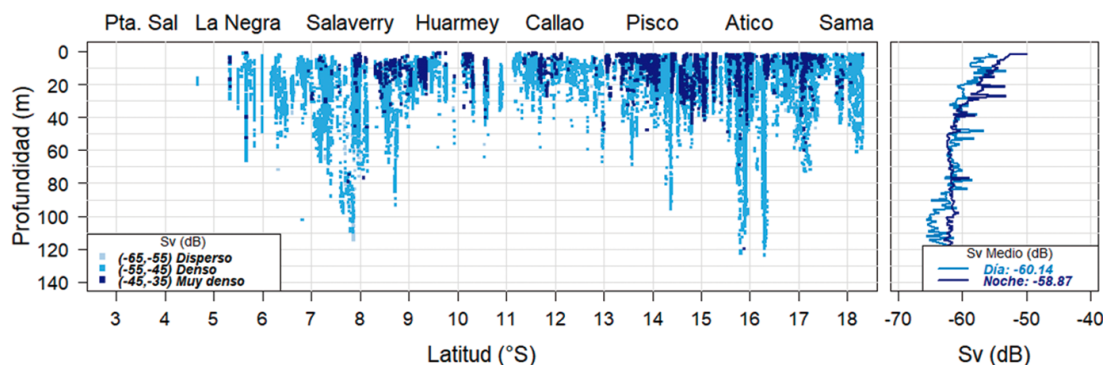


Figura 13.- Distribución vertical de agregaciones de múnida en categorías de abundancia por grado de latitud. En el lado derecho el Sv total con respecto al día y la noche por profundidad registrados en el crucero 1809-11

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 1809-11

Pota y vinciguerría

Estas especies propias de las aguas oceánicas suelen acercarse hacia la costa cuando las condiciones oceanográficas son favorables. La pota es un cefalópodo de amplia distribución horizontal y vertical, en el 2018 fue muy esporádica registrada en casi toda la costa en diversos núcleos aislados con características **dispersas y muy dispersas**, en el verano fue encontrada entre 1-78 mn de la costa de Punta Sal-Punta La Negra, entre 46-78 mn de Chicama-Cerro Azul, entre 20-77 mn de bahía Independencia-San Juan de Marcona y entre 12-58 mn de Atico-Quilca; en la primavera se encontró en diversos núcleos comprendidos entre 16 y 138 mn de la costa, en la zona sur fue registrada con mayor frecuencia entre Chala-Ilo (Fig. 14).

La distribución en el verano fue registrada en cinco grandes zonas: entre 40-80 mn de Punta Sal-Bayóvar, entre 42-80 mn de Punta Bermejo-Pucusana, entre 30-80 mn de bahía Independencia-San Juan de Marcona, entre 18-68 mn de Chala-Quilca y entre 16-66 mn de Quilca-Sama, con pequeños núcleos de alta concentración frente a Paita, Punta Caballas, Chala, Atico y Quilca. En primavera tuvo mayor presencia en áreas alejadas de la costa, estuvieron distribuidos en tres zonas amplias entre Talara-Chimbote, Punta Bermejo-Pisco y entre bahía independencia-Ilo; fue distante a la costa en el norte y a medida del avance hacia el sur fue encontrada cerca de la costa, registrándose hasta las 12 mn entre el sur de bahía Independencia-Ilo, los núcleos de alta concentración fueron precisamente en esta zona (Fig. 14).

Jumbo flying squid and vinciguerría lightfish

These species of oceanic waters usually approach the coast when the oceanographic conditions are favorable. *Dosidicus gigas* is a cephalopod with a wide horizontal and vertical distribution. In 2018, it was very sporadic and was recorded in almost all the coast in several isolated nuclei with scattered characteristics. In summer, *D. gigas* was found between 1-78 nm off Punta Sal-Punta La Negra, between 46-78 nm off Chicama-Cerro Azul, between 20-77 nm off Independencia Bay-San Juan de Marcona, and between 12-58 nm off Atico-Quilca. In spring, it was also found in several nuclei between 16 and 138 nm offshore. *D. gigas* was more frequently recorded in the southern area, between Chala-Ilo (Fig. 14).

In summer, the distribution of vinciguerría lightfish was recorded in five large areas: between 40-80 nm off Punta Sal-Bayóvar, between 42-80 nm off Punta Bermejo-Pucusana, between 30-80 nm off Independencia Bay-San Juan de Marcona, between 18-68 nm off Chala-Quilca, and between 16-66 nm off Quilca-Sama, with small nuclei of high concentration off Paita, Punta Caballas, Chala, Atico, and Quilca. In spring, it had a greater presence in offshore areas, distributed in three wide zones between Talara-Chimbote, Punta Bermejo-Pisco, and Independencia Bay-Ilo. *V. lutetia* was distant from the coast in the north and as it moved southward it was found nearshore, being recorded up to 12 nm between the south of Independencia Bay-Ilo, where the nuclei of high concentration were found (Fig. 14).

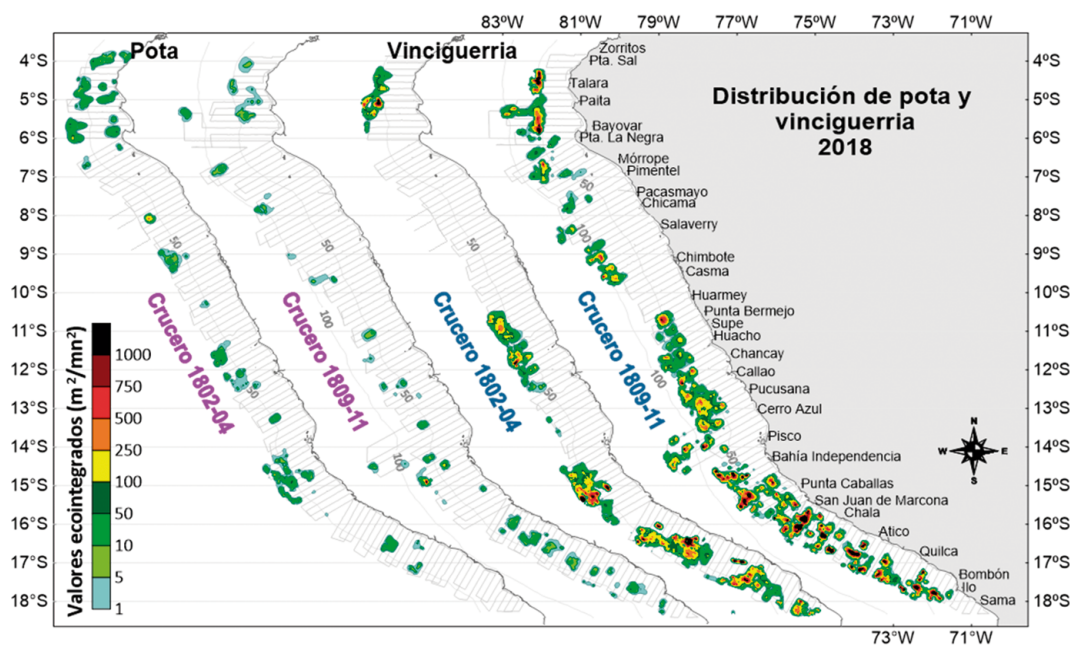


Figura 14.- Distribución espacial de la pota y vinciguerría de acuerdo a niveles de ecointegración para los cruceros de verano y primavera del 2018

Figure 14. Spatial distribution of *D. gigas* and *V. lutetia* based on eco-integration levels for the 2018 summer and spring cruises

Verticalmente estas especies mostraron asociación con respecto a las horas del día, debido a su comportamiento nictameral. En las horas diurnas se encontraron más profundas y en las horas nocturnas se detectaron en la capa superficial de los 60 m con otros organismos plantónicos. En verano, la pota y vinciguerría se encontraron entre 1-366 m con profundidad promedio en 46,25 m y entre 1-348 m con profundidad promedio en 95,92 m, respectivamente. El Sv promedio en la columna de agua no tuvo diferencias significativas, la pota tuvo un valor de -57,97 dB y la vinciguerría de -57,69 dB (Fig. 15). En la primavera la pota y vinciguerría se encontraron entre 1-326 m con profundidad promedio en 57,39 m y entre 1-441 m con profundidad promedio en 123,63 m, respectivamente. El Sv promedio de la pota fue de -61,66 dB y la vinciguerría de -57,32 dB, fue evidente la mayor abundancia de la vinciguerría en toda la columna de agua (Fig. 16).

Vertically, these species showed association concerning the hours of the day, due to their nychthemeral behavior. In the daytime, they were found deeper and, in the nighttime, they were detected in the superficial layer of the 60 m with other planktonic organisms. In summer, *D. gigas* and *V. lucetia* were found between 1-366 m with a mean depth of 46.25 m and between 1-348 m with a mean depth of 95.92 m, respectively. The mean Sv in the water column had no significant differences, the jumbo flying squid had a value of -57.97 dB and that of the vinciguerría lightfish was -57.69 dB (Fig. 15). In spring, *D. gigas* and *V. lucetia* were found between 1-326 m with a mean depth of 57.39 m and between 1-441 m with a mean depth of 123.63 m, respectively. The mean Sv of the first one was -61.66 dB while that of the second one was -57.32 dB. The greater abundance of *V. lucetia* in the whole water column was evident (Fig. 16).

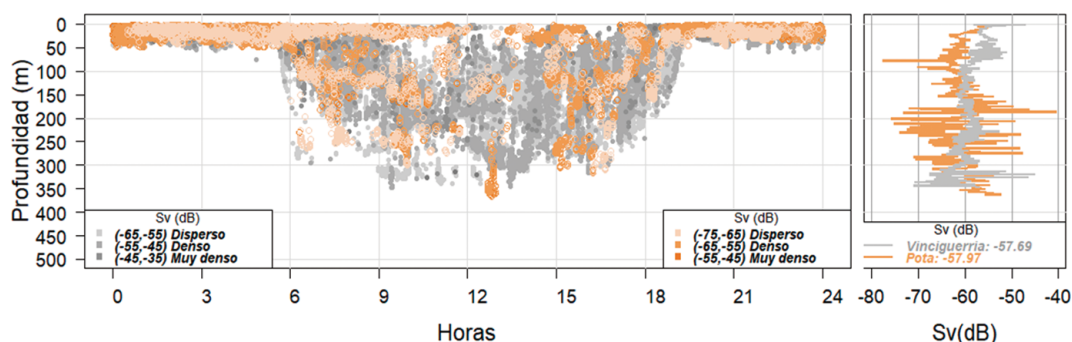


Figura 15.- Distribución vertical de agregaciones de pota y cardúmenes de vinciguerría en categorías de abundancia por horas del día. En el lado derecho el Sv total de cada especie por profundidad registrado en el crucero 1802-04

Figure 15. Vertical distribution of squid aggregations and vinciguerría lightfish schools in abundance categories by time of day. On the right side the total Sv of each species by depth recorded in the cruise 1802-04

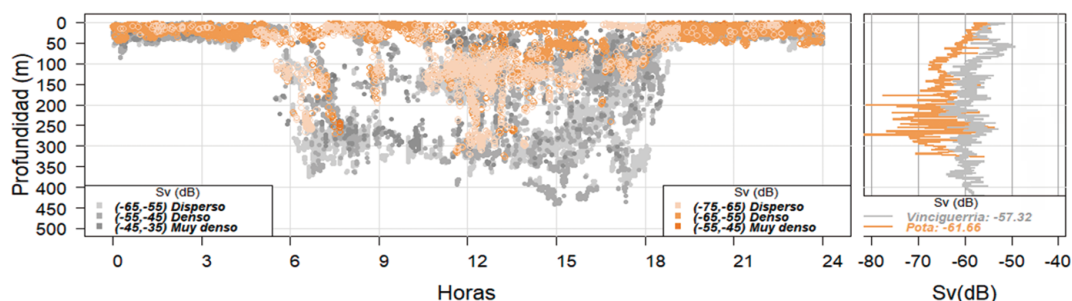


Figura 16.- Distribución vertical de agregaciones de pota y cardúmenes de vinciguerría en categorías de abundancia por horas del día. En el lado derecho el Sv total de cada especie por profundidad registrado en el crucero 1809-11

Figure 16. Vertical distribution of squid aggregations and vinciguerría lightfish schools in abundance categories by time of day. On the right side the total Sv of each species by depth recorded in the cruise 1809-11

Estimados de biomasa de las especies pelágicas

Biomasa de anchoveta

La biomasa de anchoveta fue estimada por el método acústico de estratificación de áreas isoparalitorales de 10x30 mn; en el verano fue de 11,21 millones de toneladas (para la región norte-centro se estimó 10,86 millones de toneladas y para la región sur 0,35 millones de toneladas) con un límite de confianza de los valores NASC de 9,29%; las mayores abundancias fueron estimadas en los grados 7°, 9° y 6°S con 2.192.091, 2.090.769 y 1.638.881 toneladas, respectivamente. Mientras que, en la primavera la biomasa total fue de 8,78 millones de toneladas (en la región norte-centro fue estimada en 7,63 millones de toneladas y en la región sur 1,15 millones de toneladas) con un límite de confianza de los valores NASC de 9,80%, la mayor abundancia fue estimada principalmente en el grado 8°S con 2.316.079 toneladas. Las tendencias de la biomasa de anchoveta en ambas estaciones mostraron un decrecimiento de la biomasa hacia el sur, aunque en el verano fue más pronunciada (Fig. 17).

La biomasa por distancia a la costa fue variable, en el verano estuvo concentrada principalmente en la franja costera de las 30 mn con el 57,32% de la biomasa total (Tabla 4) y en la primavera se encontró que la biomasa en esta misma franja fue de 72,20% del total (Tabla 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 11,32 millones de toneladas en el verano y de 8,40 millones de toneladas en la primavera.

Biomass estimates of pelagic species

Anchoveta biomass

We estimated the anchoveta biomass with the acoustic method of stratification on 10x30 nm isoparalittoral areas. In summer, it amounted to 11.21 million tons (for the North-Central region, we estimated 10.86 million tons and for the Southern region, it was 0.35 million tons) with a confidence limit of NASC values of 9.29%. The highest abundances were found in grades 7° (2,192,091 t), 9° (2,090,769 t), and 6° (1,638,881 t). In spring, the biomass was 8.78 million tons (in the North-Central region, we estimated 7.63 million tons and in the Southern region, it was 1.15 million tons) with a confidence limit of NASC values of 9.80%. We estimated the highest abundance mainly in grade 8°S (2,316,079 t). Both seasons showed a decreased tendency of the biomass towards the south, although it was more noticeable in the summer (Fig. 17).

The biomass by distance to the coast was variable. In summer, it was concentrated mainly in the coastal strip of the 30 nm with 57.32% of the total biomass (Table 4), and in spring, we found that the biomass in this same strip was 72.20% of the total (Table 5).

Another alternative methodology in the estimation of anchoveta biomass was performed by the delta-geostatistical method that considers spatial autocorrelation, resulting in an estimated 11.32 million tons in the summer and 8.40 million tons in the spring.

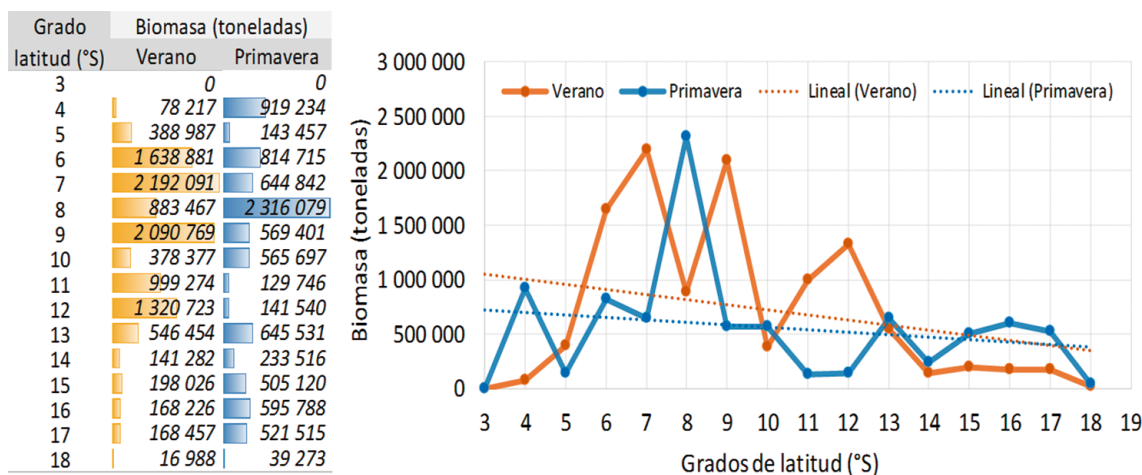


Figura 17.- Biomasa por grados de latitud de la anchoveta con su tendencia en los cruceros realizados el 2018

Figure 17. Biomass by degree of latitude of the anchoveta with its pattern in the cruises made in 2018

Tabla 4.- Biomasa de la anchoveta por grado latitudinal y por distancia a la costa en el crucero de verano 1802-04

Table 4. Anchoveta biomass by latitude and distance from the coast on the summer cruise 1802-04

TOTALES (t)	TOTAL (%)	Distancia de la costa (mn)										Grado de latitud sur				
		100-110	90-100	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20		0-10			
	0.00														03° 30 - 04° 00	
															03° - 04°	
													20 057	58 160	04° 00 - 04° 30	
78 217													20 057	58 160	04° 30 - 05° 00	
78 217	0.70														04° - 05°	
104 681														169	104 511	05° 00 - 05° 30
284 306														160 191	124 115	05° 30 - 06° 00
388 987	3.47													160 361	228 626	05° - 06°
447 917														176 986	201 207	06° 00 - 06° 30
1 190 964									23 145	534 219	69 724			90 839	77 843	06° 30 - 07° 00
1 638 881	14.62								23 145	534 219	534 642	267 824	279 050			06° - 07°
904 167																07° 00 - 07° 30
1 287 924																07° 30 - 08° 00
2 192 091	19.55															07° - 08°
496 447																08° 00 - 08° 30
387 020																08° 30 - 09° 00
883 467	7.88															08° - 09°
1 663 407																09° 00 - 09° 30
427 362																09° 30 - 10° 00
2 090 769	18.65															09° - 10°
116 532																10° 00 - 10° 30
261 845																10° 30 - 11° 00
378 377	3.38															10° - 11°
316 789																11° 00 - 11° 30
682 485																11° 30 - 12° 00
999 274	8.91															11° - 12°
363 037																12° 00 - 12° 30
957 685																12° 30 - 13° 00
1 320 723	11.78															12° - 13°
179 656																13° 00 - 13° 30
366 797																13° 30 - 14° 00
546 454	4.87															13° - 14°
81 535																14° 00 - 14° 30
59 747																14° 30 - 15° 00
141 282	1.26															14° - 15°
41 686																15° 00 - 15° 30
156 340																15° 30 - 16° 00
198 026	1.77															15° - 16°
127 028																16° 00 - 16° 30
41 198																16° 30 - 17° 00
168 226	1.50															16° - 17°
81 005																17° 00 - 17° 30
87 451																17° 30 - 18° 00
168 457	1.50															17° - 18°
16 988																18° 00 - 18° 30
16 988	0.15															18° - 18°30
TOTALES		252 623	2 760	736 399	163 380	683 372	809 480	613 745	1 523 062	1 630 474	2 457 936	2 336 986				11 210 217
11 210 217	100.00	2.25	0.02	6.57	1.46	6.10	7.22	5.47	13.59	14.54	21.93	20.85				

Tabla 5.- Biomasa de la anchoveta por grado latitudinal y por distancia a la costa en el crucero de primavera 1809-11

Table 5. Anchoveta biomass by latitude and distance from the coast on the spring cruise 1809-11

(t)	(%)	Distancia de la costa (mn)													latitud sur	
		130-140	120-130	110-120	100-110	90-100	80-90	70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20		0-10
	0.00															03° 30 - 04° 00
																03° - 04°
9 19 234																04° 00 - 04° 30
9 19 234	10.46															04° 30 - 05° 00
58 875																04° - 05°
84 581																05° 00 - 05° 30
143 457	1.63															05° 30 - 06° 00
345 981																06° 00 - 06° 30
468 735																06° 30 - 07° 00
814 715	9.27															06° - 07°
198 091																07° 00 - 07° 30
446 751																07° 30 - 08° 00
644 842	7.34															07° - 08°
1 002 812																08° 00 - 08° 30
1 313 267																08° 30 - 09° 00
2 316 079	26.36															08° - 09°
340 983																09° 00 - 09° 30
228 417																09° 30 - 10° 00
569 401	6.48															09° - 10°
421 174																10° 00 - 10° 30
144 523																10° 30 - 11° 00
565 697	6.44															10° - 11°
95 810																11° 00 - 11° 30
33 936																11° 30 - 12° 00
129 746	1.48															11° - 12°
66 953																12° 00 - 12° 30
74 587																12° 30 - 13° 00
141 540	1.61															12° - 13°
378 914																13° 00 - 13° 30
266 617																13° 30 - 14° 00
645 531	7.35															13° - 14°
103 466																14° 00 - 14° 30
130 050																14° 30 - 15° 00
233 516	2.66															14° - 15°
29 532																15° 00 - 15° 30
475 598																15° 30 - 16° 00
505 120	5.75															15° - 16°
273 416																16° 00 - 16° 30
322 372																16° 30 - 17° 00
595 788	6.78															16° - 17°
453 073																17° 00 - 17° 30
68 442																17° 30 - 18° 00
521 515	5.94															17° - 18°
39 273																18° 00 - 18° 30
39 273	0.45															18° - 18°30
TOTALES		9 526	38	115 116	36 104	63 287	110 376	189 708	154 335	385 956	615 957	762 345	1 373 704	1 246 333	3 722 670	8 785 454
8 785 454	100.00	0.11	0.00	1.31	0.41	0.72	1.26	2.16	1.76	4.39	7.01	8.68	15.64	14.19	42.37	

Biomasa de otras especies pelágicas

La biomasa estimada de las especies pelágicas investigadas, mostraron diversas abundancias en ambas estaciones como consecuencia de la variabilidad ambiental; en las Tablas 6 y 7 éstas se encuentran detalladas por estación.

Biomass from other pelagic species

The estimated biomass of the studied pelagic species showed diverse abundances in both seasons due to environmental variability. We can find detailed information per season in Tables 6 and 7.

Tabla 6.- Biomasa de otras especies pelágicas evaluadas en el crucero de verano 1802-04

Table 6. Biomass of other pelagic species evaluated in the summer cruise 1802-04

Grado de latitud (°S)	Especies						
	Jurel	Caballa	Samasa	Múnida	Bagre	Vinciguerría	Pota
03	4 498	0	0	0	0	0	57 435
04	3 537	0	0	0	0	21 689	59 120
05	5 419	33 238	139 976	0	0	50 971	103 882
06	2 494	27 938	34 515	39 259	31 914	0	74 328
07	0	6 468	64 390	289 053	11 219	0	0
08	0	0	2 332	228 315	1 136	0	62 710
09	0	9 896	0	950 972	2 448	0	16 103
10	0	0	0	481 112	0	22 033	1 727
11	0	0	0	1 296 120	0	55 373	47 305
12	0	4 603	0	300 168	0	3 207	14 999
13	12 680	4 999	0	371 088	0	798	9 128
14	0	26 538	0	308 065	0	24 102	58 383
15	0	0	0	201 575	0	209 106	46 521
16	0	0	0	185 266	0	311 919	27 343
17	643	0	0	291 554	0	103 380	240 082
18	0	0	0	33 064	0	26 148	107 668
TOTAL	29 270	113 679	241 213	4 975 611	46 717	828 727	926 735

Tabla 7.- Biomasa de otras especies pelágicas evaluadas en el crucero de primavera 1809-11

Table 7. Biomass of other pelagic species evaluated on the spring cruise 1809-11

Grado de latitud (°S)	Especies						
	Jurel	Caballa	Samasa	Múnida	Bagre	Vinciguerría	Pota
03	0	0	0	0	0	116 345	842
04	0	18	20 393	18	3 524	86 308	1 555
05	0	0	0	12 225	9 659	22 927	10 951
06	0	0	52 113	25 350	23 994	6 128	8 823
07	2 794	0	0	152 355	1 832	14 147	3 638
08	4 844	23	0	285 346	2 339	56 235	114
09	124 218	17 529	0	48 901	674	24 531	1 995
10	24 565	125	0	31 056	0	35 066	825
11	2 050	0	0	131 274	637	84 601	502
12	5 707	0	0	176 867	0	108 179	1 929
13	6 624	130	0	236 671	0	243 723	49 101
14	399	0	0	186 569	0	289 860	326 466
15	6 435	278	0	177 806	0	561 899	736
16	40 979	21	0	141 155	0	383 857	5 089
17	2 611	0	0	127 763	0	48 325	5 020
18	42 553	0	0	67 361	0	0	327
TOTAL	263 779	18 125	72 507	1 800 717	42 658	2 082 130	417 914

Estadística descriptiva de descriptores acústicos para cardúmenes de anchoveta

Los cardúmenes de anchoveta tuvieron características diferentes en las estaciones de verano y primavera. En el verano fue registrada menor cantidad de cardúmenes (36.623 cardúmenes) cuyas características energéticas (como volúmenes de energía de retrodispersión acústica (Sv), asimetría y curtosis) y morfométricas (como altura, largo, área, volumen, perímetro, elongación, circularidad y compactación) fueron mayores a los cardúmenes registrados en primavera. En la primavera fueron registrados 61.324 cardúmenes, con menores características en cuanto a su morfología y a su energía reflejada, debido a la mayor dispersión, por la amplitud de las aguas costeras frías registradas en la primavera 2018 (áreas favorables para la anchoveta); detectándose mayor variabilidad comparada con el verano en cuanto al área, volumen, perímetro, circularidad y compactidad, reflejados en los coeficientes de variación (CV) (Tabla 8).

Relación de la presencia de anchoveta con variables oceanográficas superficiales

En verano la anchoveta fue registrada, principalmente, cuando la temperatura superficial del mar

Descriptive statistics of acoustic descriptors for anchoveta schools

The anchoveta schools had different characteristics in summer and spring. In summer, we recorded fewer anchoveta schools (36,623 schools) whose energetic characteristics (such as volumes of acoustic backscattering energy (Sv), asymmetry, and kurtosis) and morphometric characteristics (such as height, length, area, volume, perimeter, elongation, circularity, and compaction) were greater than those recorded in spring. In spring, we recorded 61,324 anchoveta schools, with lower characteristics in terms of morphology and reflected energy, given the greater dispersion caused by the amplitude of cold coastal waters recorded in spring 2018 (favorable areas for anchoveta). Thus, we detected greater variability compared to summer in terms of area, volume, perimeter, circularity, and compactness, which is reflected in the coefficients of variation (CV) (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 17.1

Tabla 8.- Descriptores acústicos de los cardúmenes de anchoveta registrados en los cruceros del 2018. 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 2018 cruises. σ^2 is the variance, σ is the standard deviation of the data, and CV is the coefficient of variation

Descriptor	Verano 1802-04 (n = 36 623 datos)						Primavera 1809-11 (n = 61 324 datos)					
	Mín.	Media	Máx.	σ^2	σ	CV	Mín.	Media	Máx.	σ^2	σ	CV
1. Batimétrico												
Profundidad cardumen (m)	1.19	8.34	63.21	22.12	4.70	0.56	0.96	11.35	73.69	53.35	7.30	0.64
Altitud (m)	0.06	193.18	499.14	28434.67	168.63	0.87	0.01	194.10	498.93	29903.71	172.93	0.89
2. Energético												
Sv media	-67.95	-43.92	-19.36	0.00	0.00	3.80	-67.99	-46.68	-21.62	0.00	0.00	3.97
Sv máximo	-64.71	-32.53	-10.45	0.00	0.00	3.41	-65.66	-35.75	-9.34	0.00	0.00	4.66
Sv mínimo	-68.00	-65.89	-47.38	0.00	0.00	2.51	-68.00	-64.25	-45.61	0.00	0.00	1.88
Apereza vertical	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.07
Apereza horizontal	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	4.05	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	5.52
Asimetría	-1.39	2.82	46.22	4.48	2.12	0.75	-1.37	2.36	51.13	3.66	1.91	0.81
Curtosis	-1.93	14.38	2429.63	1810.52	42.55	2.96	-2.23	10.20	3404.23	1328.32	36.45	3.57
3. Morfométrico												
Altura (m)	0.10	1.50	26.30	2.27	1.51	1.01	0.17	1.17	26.77	1.36	1.17	0.99
Largo (m)	0.00	43.15	13145.62	28721.68	169.47	3.93	0.01	30.21	13177.17	12609.58	112.29	3.72
Área (m ²)	0.00	102.15	69852.27	608419.29	780.01	7.64	0.00	58.80	86045.01	374852.83	612.25	10.41
Volumen (m ³)	0.00	311.68	329813.44	12760515.20	3572.19	11.46	0.00	158.29	417229.67	9158937.11	3026.37	19.12
Perímetro (m)	0.77	238.67	69108.86	980609.64	990.26	4.15	0.64	165.55	126571.66	953230.28	976.34	5.90
Elongación	0.00	31.60	3262.44	3556.01	59.63	1.89	0.01	28.41	2739.08	1451.79	38.10	1.34
Dimensión fractal	0.02	2.62	786.61	58.91	7.68	2.93	0.00	3.30	7843.79	1816.53	42.62	12.91
Circularidad	3.69	279.29	32739.63	518233.91	719.88	2.58	5.36	226.12	85543.05	551111.83	742.37	3.28
Rectangularidad	0.64	1.28	5.30	0.05	0.22	0.17	0.37	1.33	11.74	0.06	0.25	0.19
Compactidad imagen	0.92	69.82	8184.91	32389.66	179.97	2.58	1.34	56.53	21385.76	34444.49	185.59	3.28

oscilaba entre 17,1 y 21,2 °C, la salinidad superficial entre 34,88 y 35,11 ups y el oxígeno superficial entre 4,3 y 8,2 mL/L. En primavera la anchoveta fue encontrada, principalmente, cuando la temperatura superficial varió entre 16,2 y 20,1 °C, la salinidad superficial entre 34,90 y 35,19 ups y el oxígeno superficial entre 3,8 y 7,0 mL/L (Fig. 18).

4. DISCUSIÓN

El 2018 fue un año con contrastes ambientales oceanográficos en el ecosistema marino peruano. En el verano las condiciones oceanográficas fueron generalmente frías (registradas hasta junio) como consecuencia de normalización de la etapa post Niña observada en el crucero de primavera 2017, luego de casi cuatro años con ocurrencias de distintos eventos El Niño (2014-2017). Además, en el crucero de primavera 2017 se encontró alta presencia de juveniles de anchoveta lo que favoreció a su biomasa estimada en el verano 2018 con 11,21 millones de toneladas. Entre julio y septiembre las condiciones fueron neutras; en octubre se observó debilitamiento del Anticiclón del Pacífico Sur, registrándose el acercamiento hacia la costa de las aguas subtropicales superficiales con incremento de temperatura y salinidad superficial del mar (considerado como Niño débil). En la primavera

and 21.2 °C, the surface salinity was between 34.88 and 35.11 psu, and the surface oxygen was between 4.3 and 8.2 mL/L. In spring, the anchoveta was found mainly when the surface temperature varied between 16.2 and 20.1 °C, surface salinity between 34.90 and 35.19 psu, and surface oxygen between 3.8 and 7.0 mL/L (Fig. 18).

4. DISCUSSION

In 2018, the Peruvian marine ecosystem was in a state of environmental oceanographic contrast. In summer, the oceanographic conditions were generally cold (recorded until June) due to the normalization of the post-Niña stage observed in the spring 2017 cruise, after almost four years with the occurrence of different El Niño events (2014-2017). Moreover, we found a high presence of anchoveta juveniles during the spring 2017 cruise, which favored its estimated biomass for summer 2018 with 11.21 million tons. Between July and September, conditions were neutral. In October, the South Pacific Anticyclone weakened, and the subtropical surface waters approached the coast, increasing the temperature and surface salinity of the sea (considered as a weak El Niño). In spring 2018,

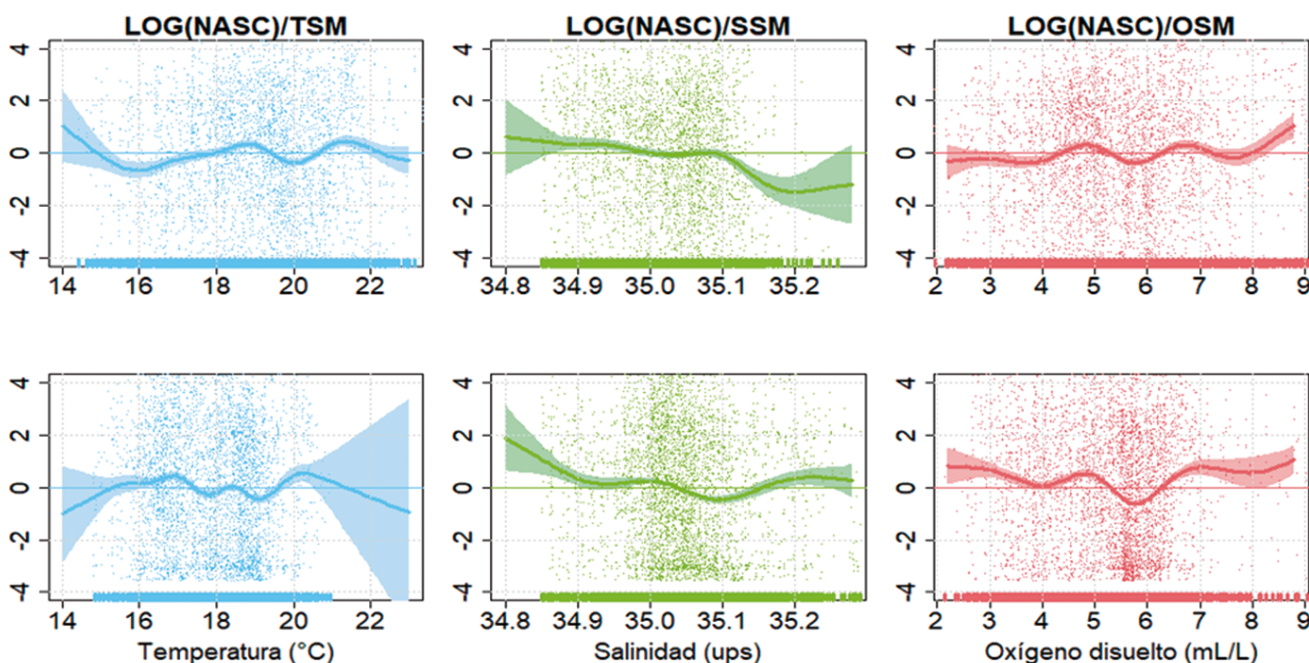


Figura 18.- Análisis de modelos aditivos generalizados (GAM) de los valores NASC de anchoveta con las variables oceanográficas superficiales de temperatura, salinidad y oxígeno. La parte superior corresponde al crucero de verano 1802-04 y la parte inferior al crucero de primavera 1809-11

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 1802-04 and the lower part to the spring cruise 1809-11

2018, la distribución de anchoveta fue muy amplia (hasta 142 mn de la costa) en las zonas de Punta Sal-Salaverry y Pucusana-Pisco con importantes concentraciones, y su biomasa total fue estimada en 8,78 millones de toneladas. Biomasa que es superior al promedio de todas las observaciones de los cruceros de invierno-primavera realizadas entre 1997 y 2017, con amplia distribución en la región Norte-Centro, estructura demográfica dominada por individuos adultos y el proceso de desove de invierno-primavera fue superior al patrón (IMARPE, 2018d). Estas estimaciones de la biomasa contribuyeron en la determinación de los informes para la recomendación de las temporadas de pesca en el 2018, al término de la primera temporada de pesca se extrajo 97,9% de la cuota asignada por PRODUCE (el Límite Máximo Total de Captura Permisible-LMTCP fue de 3.316.700 toneladas métricas) y en la segunda temporada de pesca al 31 de diciembre 2018, se encontraba en curso y se había capturado el 90,3% de la cuota asignada por PRODUCE de 2.100.000 toneladas métricas, al finalizar la temporada el 27 de enero 2019 se capturó el 99,1% de la cuota asignada. Estas capturas de la anchoveta contribuyeron en el crecimiento del Producto Bruto Interno (PBI) nacional para el 2018, el sector pesca y acuicultura aportó con el crecimiento del 39,9% respecto al año anterior, la pesca marítima (por extracción de anchoveta) representó el mayor porcentaje que fue 168,9% (en el cuarto trimestre 2018) y la pesca de origen continental 13,5% (INEI, 2019).

the anchoveta distribution was very wide (up to 142 nm offshore) in Punta Sal-Salaverry and Pucusana-Pisco with important concentrations, and its total biomass was estimated at 8.78 million tons. This biomass estimate is higher than the average of all the observations from the winter-spring cruises made between 1997 and 2017, with a wide distribution in the North-Central region, where the demographic structure is dominated by adult individuals and the winter-spring spawning process was higher than the pattern (IMARPE, 2018d). These biomass estimates contributed to the determination of the reports for the recommendation of fishing seasons in 2018. When the first fishing season ended, 97.9% of the quota allocated by PRODUCE was caught (the Maximum Total Allowable Catch Limit-MTACL was 3,316,700 metric tons). In the second fishing season, as of December 31, 2018, 90.3% of the quota allocated by PRODUCE (2,100,000 metric tons) had been caught. By the end of the season, on January 27, 2019, 99.1% of the allocated quota was extracted. These catches contributed to the growth of the national Gross Domestic Product (GDP) for 2018. The fisheries and aquaculture sector contributed with a 39.9% growth compared to the previous year, sea fisheries (anchoveta extraction) represented the highest percentage, which was 168.9% (in the fourth quarter of 2018) while inland fisheries accounted for 13.5% (INEI, 2019).

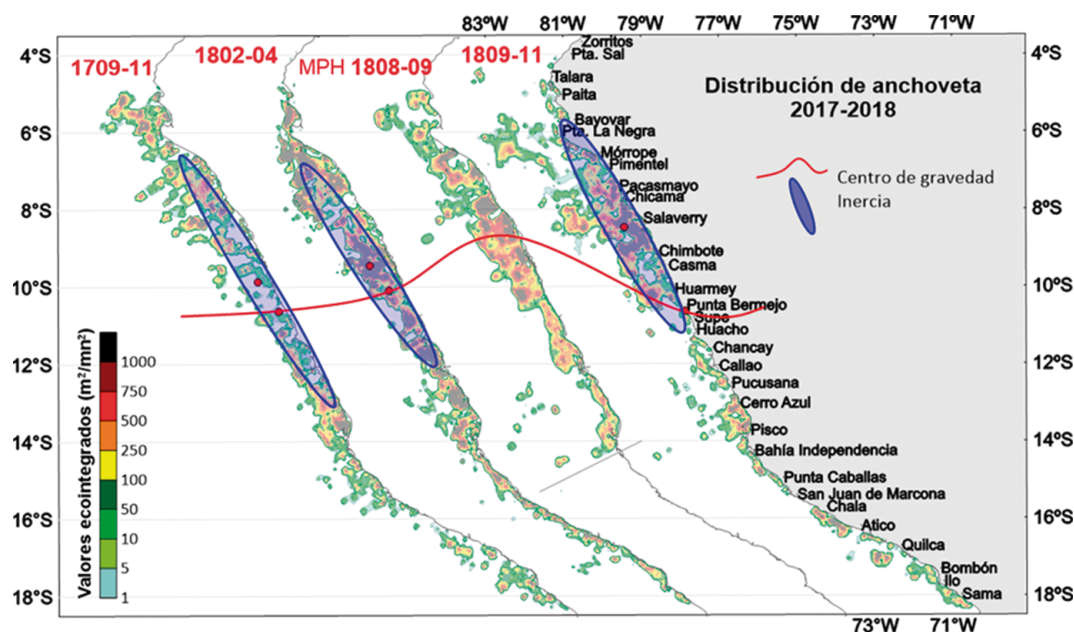


Figura 19.- Índices de distribución de la anchoveta (centro de gravedad e inercia) realizados entre octubre 2017 y noviembre 2018

Figure 19. Anchoveta distribution indexes (center of gravity and inertia) made between October 2017 and November 2018

Si efectuamos una comparación de la distribución de la anchoveta con cruceros anteriores solo hasta bahía Independencia, observamos que en los cruceros 1709-11 y 1802-04 el centro de gravedad estuvo frente a Supe, en el crucero 1808-09 estuvo un poco más al norte (Punta Chao) y en el crucero 1809-11 se situó, nuevamente, en Supe. Este centro de gravedad muestra la migración espacial de la anchoveta, en los meses de setiembre-octubre 2018, hacia el sur. La inercia es la elongación y amplitud de la distribución, siendo más estrecha en la zona costera en el crucero 1709-11 y más amplia en el crucero 1809-11 (Fig. 19). Esta migración hacia el sur fue observada visualmente en algunas zonas costeras principalmente entre bahía Independencia-Quilca y por el avistamiento de las aves marinas, que fue generada por las condiciones oceanográficas en el sur por el acercamiento de las ASS hacia la costa que replegó a la anchoveta. Esta migración produjo incremento de la captura de anchoveta en el norte de Chile (Fig. 20).

Es habitual que las condiciones oceanográficas en la primavera sean más frías que en el verano, principalmente la temperatura del mar. La anchoveta se adapta a estas variaciones leves de temperatura; sin embargo, en la salinidad tiene una barrera hacia valores mayores a 35,29 ups. En cuanto al oxígeno se mantienen casi con los mismos valores. Los valores obtenidos de estas variables oceanográficas se enmarcan en los resultados con datos históricos realizados por CASTILLO *et al.* (2018). McCALL (1990) mostró que un modelo para la colonización de hábitats pelágicos, como el caso de la anchoveta indica que los peces primeramente colonizan el hábitat más favorable y después se extienden para sectores menos favorables.

If we compare the distribution of the anchoveta with previous cruises only up to Independencia Bay, we observe that on cruises 1709-11 and 1802-04 the center of gravity was off Supe, and on cruise 1808-09 it was a little further north (Punta Chao) while on cruise 1809-11 it was again off Supe. This center of gravity shows the spatial migration of the anchoveta between September-October 2018 towards the south. The inertia is the elongation and amplitude of the distribution, being narrower in the coastal area in the cruise 1709-11 and wider in the cruise 1809-11 (Fig. 19). This southward migration was observed visually in some coastal areas mainly between Independencia Bay and Quilca and by the sighting of the sea birds, which was generated by the oceanographic conditions in the south by the approach of the SSW to the coast that pushed back the anchoveta. This migration produced an increase in the anchoveta catch in northern Chile (Fig. 20).

Commonly, oceanographic conditions in spring are colder than in summer, mainly the temperature of the sea. The anchoveta adapts to these slight variations of temperature; however, regarding salinity, it has a barrier towards values higher than 35.29 psu. The oxygen maintained almost with the same values. The values obtained from these oceanographic variables are framed in the results with historical data made by CASTILLO *et al.* (2018). McCALL (1990) showed that a model for the colonization of pelagic habitats, such as the case of the anchoveta, indicates that fish first colonize the most favorable habitat and then spread to less favorable sectors.

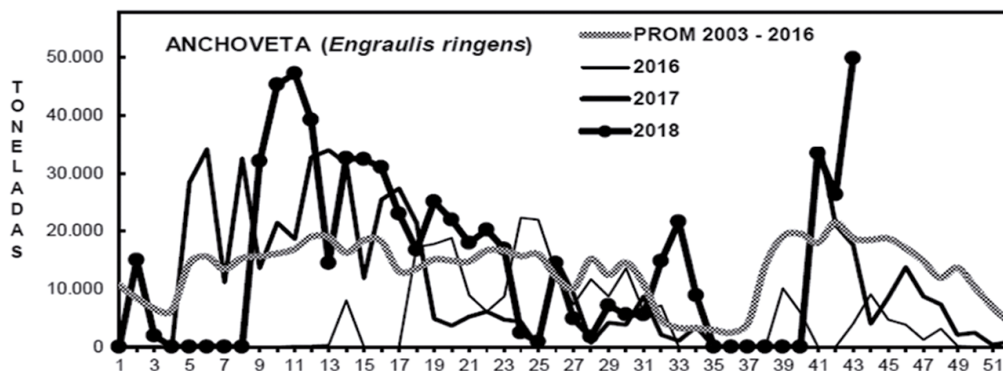


Figura 20.- Desembarque de anchoveta por semana en la región I y II de Chile. Semana 40: 1-7 octubre, Semana 41: 8-14 de octubre, Semana 42: 15-21 de octubre, Semana 43: 22-28 de octubre. Fuente: Boletín semanal del IFOP-Chile

Figure 20. Landing of anchoveta per week in Chilean Regions I and II. Week 40: October 1-7, Week 41: October 8-14, Week 42: October 15-21, Week 43: October 22-28. Source: IFOP-Chile Weekly Newsletter

Con respecto a otras especies, como jurel y caballa su distribución y biomasa fueron variables, en el verano fue más abundante la caballa y en la primavera el jurel, constituidas por diversos núcleos en gran parte de la costa por el acercamiento de las aguas subtropicales superficiales a la costa, que se registró en esos meses del año.

Las especies costeras samasa y bagre, fueron localizadas principalmente en el norte, sus abundancias no muestran uniformidad en el tiempo y dependen, como la mayoría de especies, de las condiciones oceanográficas.

La múnida es un crustáceo propio de las aguas costeras frías que comparte su distribución con la anchoveta y su permanencia fue continua después del evento El Niño 1997-1998. En el verano tuvo su máxima biomasa con 4,97 millones de toneladas debido a las condiciones frías registrados entre los meses de enero-junio del 2018.

Especies mesopelágicas como pota y vinciguerría tuvieron distribución y biomasa mayor a los estimados en los cruceros de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos debido a que su distribución es más amplia hacia el oeste, propia de las aguas oceánicas. En primavera la vinciguerría fue estimada en 2,08 millones de toneladas, principalmente en la zona sur por el acercamiento hacia la costa de las aguas subtropicales superficiales.

5. CONCLUSIONES

En la zona costera pelágico nerítico las especies abundantes estuvieron constituidas por la anchoveta, samasa, bagre y la múnida; mientras que, en la zona pelágica oceánica fueron la pota y la vinciguerría, aunque ellas serían más abundantes en zonas más alejadas del área de investigación; también se consideró en esa zona a jurel y caballa.

La anchoveta en el 2018 mostró amplia distribución con biomasa de 11,21 millones de toneladas en verano y 8,78 millones en primavera, y a pesar de sus niveles de captura en las temporadas de pesca su abundancia continúa siendo saludable en el ecosistema marino peruano.

La múnida tuvo alta biomasa con 4,97 millones de toneladas en el verano por las condiciones frías registradas en esa estación del año; mientras que, la vinciguerría fue más abundante en la primavera con 2,08 millones de toneladas, principalmente en el sur por el acercamiento hacia la costa de las aguas oceánicas.

Other species, such as jack mackerel and chub mackerel, their distribution and biomass were variable. In summer, chub mackerel was more abundant and in spring jack mackerel, made up of diverse nuclei in a large part of the coast due to the approach of the surface subtropical waters to the coast, was recorded in those months of the year.

Samasa and catfish were located mainly in the north, their abundances do not show uniformity in time and depend, like most species, on oceanographic conditions.

The munida lobster is a crustacean typical of cold coastal waters that share its distribution with the anchoveta and, its permanence was continuous after the El Niño 1997-1998. In summer, it had its maximum biomass with 4.97 million tons due to the cold conditions recorded between January and June 2018.

The distribution and biomass of jumbo flying squid and vinciguerría lightfish were greater than those estimated in the hydroacoustic surveys because their distribution is wider towards the west, typical of oceanic waters. In spring, *V. lucetia* was estimated at 2.08 million tons, mainly in the southern zone due to the approach to the coast of the surface subtropical waters.

5. CONCLUSIONS

In the neritic zone, the abundant species were: anchoveta, samasa, catfish, and the munida lobster; whereas, *D. gigas* and *V. lucetia* were found in the oceanic zone, although they would be more abundant in zones farther away from the research area; jack mackerel and chub mackerel were also observed in this zone.

In 2018, the anchoveta showed a wide distribution with biomasses of 11.21 million tons in summer and 8.78 million tons in spring, and despite its catch levels in the fishing seasons, its abundance continues to be healthy in the Peruvian marine ecosystem.

The munida lobster had high biomass with 4.97 million tons in the summer due to the cold conditions recorded in that season, while *V. lucetia* was more abundant in spring with 2.08 million tons, mainly in the south by the approach to the coast of the oceanic waters.

La mayor biomasa de jurel fue estimada en la primavera con 263.779 toneladas, y al igual que la caballa, sus abundancias no son estables debido a las condiciones oceanográficas.

Otras especies como la samasa y el bagre, son netamente costeras que se distribuyen muy cerca de la costa, sus mayores abundancias fueron obtenidas en el verano con 241.213 toneladas y 46.717 toneladas, respectivamente.

En la primavera se registró mayor cantidad de cardúmenes de anchoveta que en el verano, con mayores coeficientes de variación de las características morfométricas por la amplia dispersión; mientras que, en el verano tuvieron mayores características energéticas por la concentración de los cardúmenes.

Agradecimientos

Nuestro sincero agradecimiento a todo el personal que participaron por el área de acústica y pesca en los diferentes buques que participaron en los cruceros, y que contribuyeron al logro de los objetivos propuestos. Son cruceros que permiten conocer aún más a las especies investigadas; sin embargo, no dejamos de aprender de ellos. Son muchas las personas y destacamos la labor de Pedro, Ketty, Néstor, Wuilliam, Jairo, Jaime, Han, Walter, Lucho, etc. ..., y a nuestra secretaria Leslie Rodríguez por su apoyo logístico.

In spring, the largest biomass of jack mackerel was estimated at 263,779 tons, and like chub mackerel, its abundances are not stable due to oceanographic conditions.

Other species such as samasa and catfish are distributed very close to the coast, their greatest abundances were obtained in the summer with 241,213 tons and 46,717 tons, respectively.

More anchoveta schools were recorded in the spring than in the summer, with higher coefficients of variation of morphometric characteristics due to the wide dispersion; while, in the summer they had higher energetic characteristics because of the concentration of the schools.

Acknowledgments

Our sincere thanks to all the staff who worked in the area of acoustics and fishing on the different vessels that participated in the surveys, and who contributed to the achievement of the proposed objectives. These surveys allow us to know even more about the studied species; however, we do not stop learning from them. There are many people and we highlight the work of Pedro, Ketty, Nestor, Wuilliam, Jairo, Jaime, Han, Walter, Lucho, etc., and our secretary Leslie Rodriguez for her logistical support.

REFERENCIAS / REFERENCES

- BAKUN A, WEEKS S J. 2008. The marine ecosystem off Peru: What are the secrets of its fishery productivity and what might its future hold? *Progress in Oceanography*. 79: 290 – 299. Doi 10.1016/j.pcean.2008.10.027
- 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 R, GUTIERREZ M, PERALTILLA S, HERRERA N. 1998. Biomasa de recursos pesqueros a finales del invierno 1998. *Crucero BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra 9808-09, de Paita a Tacna*. *Inf Inst Mar Perú*. 141: 136-155.
- 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*. 1-13. doi.org/10.1111/fog.12419.
- 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. Instituto del Mar del Perú. 36(1-2): pp. 7-28.
- 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.
- CHAVEZ F, BARBER R T, SANDERSON M P. 1989. The potential Primary Production of the Peruvian Upwelling System. Instituto del Mar del Peru (IMARPE), Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM).
- DEMER D A, BERGER L, BERNASCONI M, BETHKE E, BOSWELL K, CHU D, DOMOKOS R, et al. 2015. Calibration of acoustic instruments. *ICES Cooperative Research Report No. 326*: 133. Doi: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-185>.
- ENFEN. 2018a. Comunicado Oficial de la Comisión Multisectorial Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, Nro. 01.
- ENFEN. 2018b. Comunicado Oficial de la Comisión Multisectorial Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, Nro. 05.
- ENFEN. 2018c. Comunicado Oficial de la Comisión Multisectorial Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, Nro. 08.
- ENFEN. 2018d. Comunicado Oficial de la Comisión Multisectorial Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, Nro. 09.

- FLORES R, ESPINO M, LUQUE G, QUISPE J. 2013. Patrones de variabilidad ambiental en el mar peruano. En: Csirke J., R. Guevara-Carrasco & M. Espino (Eds.). Ecología, pesquería y conservación del jurel (*Trachurus murphyi*) en el Perú. Rev. Peru. biol. número especial 20(1): 21 – 28.
- GRACO M, LEDESMA J, FLORES G, GIRÓN M. 2007. Nutrientes, oxígeno y procesos biogeoquímicos en el sistema de surgencias de la corriente de Humboldt frente a Perú. Revista Peruana de Biología 14(1): 117 – 128.
- 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. 1999. Mediciones *in situ* de TS a finales del verano 1999. Crucero BIC José Olaya Balandra 9902-03. Inf Inst Mar Perú. 147: 7-10.
- GUTIÉRREZ M, HERRERA N. 1998. Mediciones de TS *in situ* de diversas especies a finales del invierno de 1998. Crucero BIC José Olaya Balandra 9808-09. Inf Inst Mar Perú. 141: 7-12.
- 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.
- HASTIE T, TIBSHIRANI R. 1990. Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London. 335 pp.
- IMARPE. 2017a. Informe sobre el Proceso Reproductivo de Anchoqueta del stock Norte-Centro del Perú al 20 de enero de 2018. Inf Inst Mar Perú. 4 pp.
- IMARPE. 2018a. Informe Ejecutivo del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1802-04. Inf Inst Mar Perú. 52 pp.
- IMARPE. 2018b. Informe de la primera temporada de pesca de anchoqueta en la región norte-centro del mar peruano (07 abril-30 julio 2018). Inf Inst Mar Perú. 12 pp.
- IMARPE. 2018c. Informe Ejecutivo del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1809-11. Inf Inst Mar Perú. 57 pp.
- IMARPE. 2018d. Informe de la Situación del stock norte-centro de la anchoqueta peruana (*Engraulis ringens*) al 10 de noviembre del 2018 y perspectivas de explotación para la segunda temporada de pesca de 2018. Inf Inst Mar Perú. 18 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.
- MACLENNAN D N, GUTIÉRREZ M, CASTILLO R, GANOZA F, ESCUDERO L, GONZALES A, CHALÉN X, ALIAGA A. 1998. Fuerza de Blanco de anchoqueta (*Engraulis ringens*) utilizando frecuencias de 38 y 120 kHz. Inf Inst Mar Perú. 133: 15-25.
- McCALL A D. 1990. Dynamic Geography of Marine Fish Populations: Books in Recruitment Fishery Oceanography. University of Washington. 163 pp.
- MORÓN O. 2000. Características del ambiente marino frente a la costa peruana. Bol Inst Mar Perú. 19: 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.