

CALAMAR GIGANTE *Dosidicus gigas* EN EL MAR PERUANO, PRIMAVERA 2019. Cr. 1911-12

JUMBO FLYNG SQUID *Dosidicus gigas* IN THE PERUVIAN SEA, SPRING 2019. Cr. 1911-12

Luis Mariátegui¹ Maria Sanjinez² Jimena Mendoza Ricardo Tafur
 Ericka Espinoza Oswaldo Flores Gustavo Cuadros Noel Domínguez
 Luis Beltrán Juan Chambilla Aldo Rodríguez Luz Orosco
 Jorge Barturen Miguel Sarmiento Carmen Yamashiroo

RESUMEN

MARIÁTEGUI L[†], SANJINEZ M, MENDOZA J, TAFUR R, ESPINOZA E, FLORES O, CUADROS G, DOMÍNGUEZ, N, BELTRÁN L, CHAMBILLA J, RODRÍGUEZ A, OROSCO L, BARTUREN J, SARMIENTO M, YAMASHIRO C. 2021. Calamar gigante *Dosidicus gigas* en el mar peruano, primavera 2019. Cr. 1911-12. Inf Inst Mar Perú. 48(4): 610-635.- El Crucero de Investigación del calamar gigante *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) se efectuó del 18 de noviembre al 22 de diciembre 2019, a bordo de los BIC José Olaya Balandra y Humboldt; para estimar índices de abundancia, determinar estado biológico y poblacional e interrelación del recurso con las condiciones del ambiente marino. El BIC Olaya cubrió la zona norte-centro, entre Punta Sal (4°00'S) y Cerro Azul (13°04'S) de 38 a 190 mn de la costa. El BIC Humboldt la zona sur, de Cerro Azul (13°04'S) a Ilo (17°65'S) de 39 a 194 mn de la costa. El recurso presentó amplia distribución, entre 38 y 194 mn de distancia a la costa, con mayores densidades frente a Punta Sal y Salaverry (4°-8°30'S) de 80 a 190 mn de distancia a la costa, y frente a Mollendo-Ilo de 90 a 120 mn de la costa. El mayor índice de concentración se dio en 3°-5°S con 76,9-100,6 m²/mn² y en 8°-13°S con 56,8 y 53,3 m²/mn². La captura total del calamar gigante fue 2.255,7 kg en 274 operaciones/lances de pesca, correspondiendo 2.238,8 kg a 197 operaciones con líneas de mano con potera y 16,8 kg a 77 lances con red de arrastre pelágica. La CPUE promedio en número (línea de mano con potera) presentó mayor valor en el norte (1,1 ejem/h/pescador), en la zona sur fue 2,6 kg/h/pescador. La estructura de tallas total varió de 1 a 72 cm de LM; para la línea de mano con potera fluctuó de 18 a 72 cm de LM, con la red de arrastre de 1 a 43 cm. En las zonas norte y centro se observó predominio de ejemplares menores de 40 cm LM, mientras que al sur fueron de mayor tamaño. Al norte y centro predominaron hembras maduras, mientras al sur estuvieron en desove.

PALABRAS CLAVE: *Dosidicus gigas*, calamar gigante, captura, abundancia acústica, CPUE, mar peruano

ABSTRACT

MARIÁTEGUI L[†], SANJINEZ M, MENDOZA J, TAFUR R, ESPINOZA E, FLORES O, CUADROS G, DOMÍNGUEZ, N, BELTRÁN L, CHAMBILLA J, RODRÍGUEZ A, OROSCO L, BARTUREN J, SARMIENTO M, YAMASHIRO C. 2021. Jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in the Peruvian sea, Spring 2019. Cr. 1911-12. Inf Inst Mar Peru. 48(4). 610-635.- The Instituto del Mar del Perú (IMARPE) carried out a research cruise on jumbo flying squid *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) onboard the R/Vs José Olaya Balandra and Humboldt. This cruise took place between November 18 to December 22, 2019, and it was intended to estimate abundance indexes and to determine the biological and population status of the squids and their interrelation with the conditions of the marine environment in their concentration areas. The R/V Olaya covered the northern-central area from 4°S (Punta Sal) to 13°04'S (Cerro Azul) while the R/V Humboldt covered the southern area from 13°04'S (Cerro Azul) to 17°65' (Ilo), at distances between 39 nm and 194 nm offshore. The resource was widely distributed, between 38 and 194 nm offshore. Its highest densities occurred off Punta Sal and Salaverry (4°S-8°30'S), between 80 and 190 nm offshore, and off Mollendo and Ilo, between 90 and 120 nm offshore, respectively. The highest concentration index occurred between 3°S and 5°S (76.9-100.6 m²/nm²) and between 8°S and 13°S (56.8-53.3 m²/nm²). The total catch of the resource amounted to 2,255.7 kg in 274 fishing operations, 2,238.8 kg in 197 operations with handlines with jigs, and 16.8 kg in 77 operations with a pelagic trawl. The mean CPUE (handline with jigs) showed its highest values in the northern area (1.1 spec./hour/fisherman), while regarding weight, in the southern area, it was 2.6 kg/hour/fisherman. The size structure ranged from 1 to 72 cm ML. For the specimens caught using handline with jigs, the size ranged from 18 to 72 cm ML, while for those caught with trawl, it fluctuated between 1 and 43 cm ML. The northern and central areas had a predominance of specimens smaller than 40 cm ML. Larger size individuals were observed in the southern area. Mature females predominated in the north-central area, while in the south they were spawning.

KEYWORDS: *Dosidicus gigas*, Jumbo flying squid, catch, acoustic abundance, CPUE, Peruvian sea

1 † Luis Mariátegui falleció el 17 de diciembre 2020

2 IMARPE, DGIRM. msanjinez@imarpe.gob.pe

1. INTRODUCCIÓN

El calamar gigante *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) es el segundo recurso pesquero de importancia económica en el Perú. Es extraído exclusivamente por la flota pesquera artesanal. En estudios de más de tres décadas de evaluación, se caracterizó por mostrar grandes cambios de abundancia y disponibilidad ante la variabilidad ambiental, que se reflejaron en desembarques registrados entre 1991-2019, alcanzando el máximo de ~210 mil toneladas en 1994, con participación de la flota industrial calamarera de bandera extranjera; mientras que las capturas superiores a 500 mil toneladas se efectuaron en los años 2008 y 2014, con participación de la flota artesanal nacional. En condiciones ambientales cálidas de mayor intensidad y duración, como ocurrió en el evento El Niño 1997-1998, el recurso estuvo menos disponible a la flota, las capturas fueron inferiores a 16 mil toneladas (GUEVARA-CARRASCO *et al.*, 2018; CSIRKE *et al.*, 2018)

Los modelos de evaluación poblacional que se vienen aplicando, con la finalidad de determinar el estado del recurso y estimar las cuotas de pesca, requieren de índices de abundancia complementarios, independientes de la pesquería, que contribuyan a la sintonización de estos modelos en concordancia con la variabilidad del ambiente marino. En ese contexto, el objetivo del crucero fue estimar índices de abundancia

usando métodos acústicos y por arte de pesca, considerando las posibles variaciones horarias, espaciales y tamaños del recurso; otro objetivo fue recopilar muestras para continuar estudios sobre variabilidad genética en su área de distribución frente a la costa peruana.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El estudio se realizó en el mar jurisdiccional de Perú, efectuando transectos perpendiculares a la línea de costa, a bordo del BIC José Olaya Balandra que cubrió las zonas norte-centro, de 38 a 190 mn de la costa y BIC Humboldt en la zona sur, de 39 a 194 mn (Fig. 1).

Zona norte: Punta Sal (04°00'S) - Huarmey (09°59'S)

Zona centro: Huarmey (10°00'S) - San Juan de Marcona (15°59'S)

Zona sur: San Juan de Marcona (16°00'S) - Ilo (17°65'S)

AMBIENTE MARINO

Se efectuaron 750 estaciones; se recolectó información de parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de mar, así como información atmosférica (Fig. 1a).

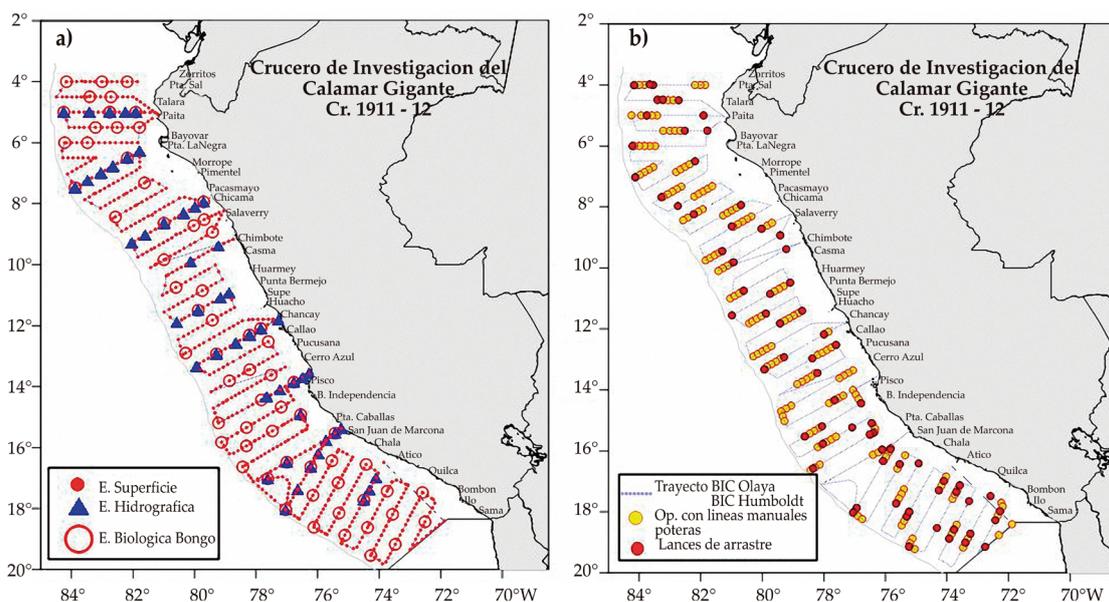


Figura 1.- Carta de Estaciones oceanográficas (a), de trayectos y operaciones de pesca (b). Cr. 1911-12. BIC José Olaya Balandra, Humboldt

En el BIC Humboldt se tuvo la estación meteorológica Vaisala, que permitió contar con temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento.

Para las condiciones ambientales superficiales se registró temperatura y salinidad, utilizando equipo Portasal Guildline modelo 8410A.

En las secciones frente a Paita, Punta La Negra, Bermejo, Callao, Pisco, San Juan y Atico, que abarcaron distancias variables entre 5 y 190 mn de la costa, se realizaron 85 lances con perfiladores CTDO para registrar datos continuos de temperatura, salinidad, oxígeno, hasta 500 m de profundidad. Además, se usó botellas Niskin de 5 L de capacidad en todas las secciones verticales, excepto en Pisco y San Juan donde se utilizó una roseta con 11 botellas.

Para la información oceanográfica química se analizó oxígeno disuelto, aplicando la metodología de Winkler modificada por Carrit & Carpenter (1966); se realizaron lecturas de potencial de Hidronio (pH) y se congelaron muestras para nutrientes a -20 °C, para ser analizadas con el método de Strickland & Parson (1968). Para la determinación de clorofila-a se analizaron con el método de HOLM-HANSEN *et al.* (1965) en el Laboratorio de la Sede Central.

ACÚSTICA Y PESCA

El diseño de muestreo fue sistemático paralelo, con trayectos perpendiculares a la línea de costa entre 38 y 194 mn, separados por 30 millas náuticas (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005), la Unidad Básica de Muestreo (UBM) fue una milla náutica (1 mn) (Fig. 1b). Para la detección acústica en el BIC José Olaya Balandra, se utilizó un ecosonda científica multifrecuencia Simrad modelo EK80, con frecuencias sónicas de 18, 38, 70, 120 y 200 kHz, operadas en modo de onda continua (*continuous wave*, CW), en el BIC Humboldt la ecosonda científica multifrecuencia Simrad EK60, con frecuencias de 38, 120 y 200 kHz.

Calibración de sistemas acústicos.- Se realizaron calibraciones de las ecosondas EK60 y EK80 según metodología estándar, utilizando esfera de tungsteno y cobre (DEMER *et al.*, 2015; SIMRAD, 2016; SIMRAD, 2012).

Para estimar indicadores espaciales acústicos de abundancia del calamar gigante, se utilizó la frecuencia 38 kHz. Los resultados de las calibraciones fueron aceptables según recomendaciones del fabricante Simrad y del ICES (*International Council for the Exploration of the Sea*). Para la de 38 kHz, se observaron valores similares de ganancia y ancho del haz según lo especificado por metodología estándar (DEMER *et al.*, 2015; SIMRAD, 2016).

Procesamiento de datos acústicos.- Los datos acústicos recolectados fueron procesados con el programa de post-procesamiento *Echoview* versión 8.0.92.31892 (edición de 64 bits). Se utilizaron algoritmos, que permitieron reducir ruidos sistemáticos con respecto a la profundidad (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005). Para esto se utilizó "*Background noise removal*" (DE ROBERTIS & HIGGINBOTTOM, 2007), que permitió la remoción del ruido de los datos acústicos de la ecosonda EK80 del BIC Olaya.

Los cefalópodos tienen baja reflectividad (GUTIÉRREZ, 2002) por lo tanto, la detección del calamar gigante se realizó aplicando un algoritmo empírico. Los valores de volumen de retrodispersión acústica (Sv) o de densidad acústica, fueron calculados según frecuencia y rango de tallas de los ejemplares capturados durante las pescas de arrastre y pinta (Fig. 2). Los rangos de Sv fueron obtenidos a partir de ecuaciones de fuerza de blanco (TS) descritos en GUTIÉRREZ (1999).

20 Log L - 87,2 para ejemplares de 12 a 24 cm de longitud de manto (LM)

20 Log L - 86,17 para ejemplares de 22 a 38 cm de LM

20 Log L - 92,82 para ejemplares de 65,5 a 93,5 cm de LM

El rango especificado derivado de estas ecuaciones de TS fue: *Minimum in-range data value*: -54,6 dB, *Maximum in-range data value*: -59 dB.

Este rango fue ajustado según tamaño de los ejemplares. Se aplicaron en la frecuencia de 38 kHz sin ruido, generando un ecograma virtual con valores Sv para el calamar gigante. En esa variable se efectuó identificación y detección de

agregaciones del calamar gigante o pota (POT) según el protocolo descrito en CASTILLO *et al.* (2009). Finalmente, los valores resultantes de eointegración fueron exportados de variables sin ruido de frecuencias de 38 y 120 kHz (Fig. 3).

Para presentar los índices de abundancia del calamar gigante, se utilizaron valores de eointegración (Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica, NASC m²/mn²) de 38 kHz, por cada grado de latitud y distancia a la costa (mn).

Máximo: valor máximo de eointegración (m²/mn²) en 1 mn (UBM) por grado de latitud.

Índice de concentración: expresado como valor de eointegración promedio donde se consideran UBM con valor cero (GUTIÉRREZ, 2014).

NASC+: densidad acústica, utilizando UBMs con NASC mayores a cero, este indicador es una medida de densidad espacial que ocupa la especie en un área ocupada.

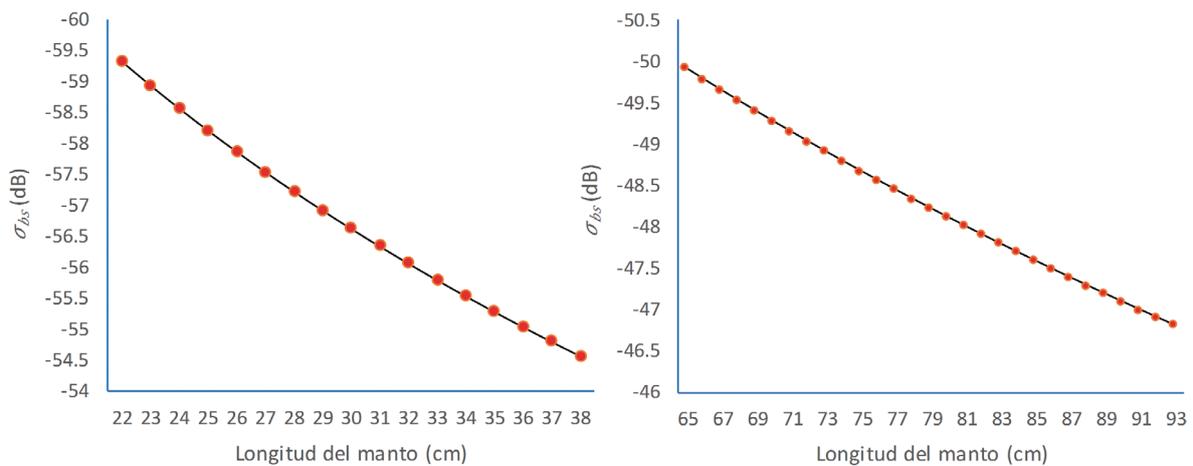


Figura 2.- Relación del área de retrodispersión acústica σ_{bs} (dB) y longitud media del manto (LM, cm) de calamar gigante, estimada de las ecuaciones: $20 \text{ Log L} - 86,17$ (22 a 38 cm LM) y $20 \text{ Log L} - 92,82$ (65,5 a 93,5 cm LM)

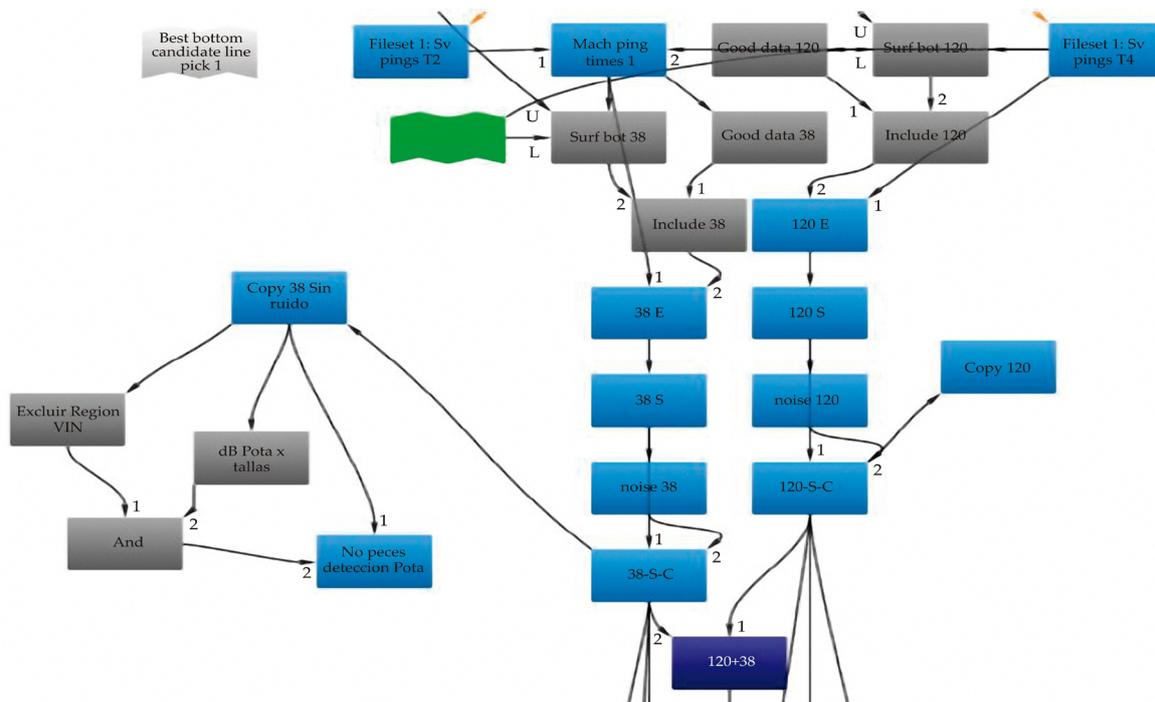


Figura 3.- Ecograma sintético para detección de calamar gigante, con dos variables bitmap del ecograma sin ruido, frecuencia de 38 kHz, se excluyen regiones (VIN) y ecos fuera del umbral de *Minimum in-range data value*: -54.6 dB y *Maximum in-range data value*: -59 dB, que corresponden a peces pelágicos, mesopelágicos, macrozooplancton, etc. En esa variable se efectúa la identificación y detección del calamar gigante

Mínimo: valor mínimo de eointegración (m^2/mn^2) en 1 mn (UBM) por grado de latitud, sin considerar valor cero.

Para la representación gráfica de distribución espacial de recursos evaluados, se utilizó el programa de interpolación y geoestadística *Surfer* versión 16.0.330 (*Golden Software* 2018), cuya metodología fue descrita por CASTILLO *et al.* (2009).

ARTES DE PESCA

Se realizaron 187 operaciones con línea de mano con potera y 59 lances con red de arrastre pelágica.

Línea de mano con potera (pinta).- Este aparejo (LHP código ISSCFG 09.1.0) está compuesto por tres tamaños de poteras de 11, 15 y 35 cm de longitud total, líneas de nylon monofilamento de 0,7, 0,9 y 1,5 mm, respectivamente, plomos de 2,4 cm de diámetro y peso 150 g. Las características técnicas del arte de pesca y el sistema de iluminación, son las mismas que se utilizaron en los anteriores cruceros de evaluación de la pota.

El sistema de iluminación del BIC Olaya se compuso de 5 focos (2 kW) en cada banda y 3 reflectores (1 kW) usados para atraer la especie objetivo.

Se distribuyeron 6 líneas de mano con potera en las bandas de estribor y babor de la popa de la embarcación. Se usaron poteras de 15 cm de longitud total. Cada operación duró 1 hora, en un horizonte de pesca de 10 a 60 m, registrándose por cada pescador la captura de los ejemplares en número y peso, así como el número de ejemplares desprendidos y poteras perdidas. El horario establecido para la pinta fue de 19:00 a 05:00 horas.

Operación: se fijó la zona de trabajo de 19:00 a 05:00 horas. Se encendieron las lámparas de atracción, se lanzaron las líneas de mano distribuidos 3 a babor y 3 a estribor. En el crucero, se utilizaron poteras medianas.

Red de arrastre pelágica.- Este aparejo (40,6 m LOA, 1050 HP) se utilizó en el BIC Olaya para lances de comprobación, es tipo Engel 286x900

mm, de poliamida (PA), con 57,05 m, de longitud total, copo de 6,00 m con malla anchovetera de 13 mm.

En el BIC Humboldt se utilizó la red de arrastre pelágica (72 m LOA, 3480 HP) de poliamida (PA), con 55,21 m de longitud total, copo de 5,5 m con malla anchovetera de 13 mm.

Red Larva Catcher.- Adicionalmente, el BIC Olaya utilizó la red muestreadora *Larvae Catcher net* de 27,35 m de longitud total, copo de 1,50 m, con malla marca Mithal de 0,5 mm de abertura de malla, mediante la cual se pudieron recolectar ejemplares juveniles del calamar gigante.

BIOLOGÍA DEL CALAMAR GIGANTE Y OTRAS ESPECIES

La composición por especies de las capturas en cada operación de pesca, se efectuó identificándolas en base a los trabajos de CHIRICHIGNO y VÉLEZ (1998), FISCHER *et al.* (1995), NESIS (1982) y JEREB & ROPER (2010). También, se registró número de individuos (N) y peso (kg) de cada especie usando una balanza digital de 0,1 g de precisión. Las muestras biológicas fueron congeladas y trasladadas al Área Funcional de Investigaciones en Biodiversidad de la Sede Central de IMARPE para su verificación.

Se realizaron muestreos biométricos (estructura de tallas) y biológicos del calamar gigante y otros cefalópodos de acuerdo a estudios y protocolos establecidos (TAFUR *et al.*, 2016, 2019; YAMASHIRO *et al.*, 2018). Se recolectaron otolitos y estómagos para estudios de edad, crecimiento y ecología trófica.

Se obtuvo 629 muestras para investigar la variabilidad genética de *D. gigas* a lo largo de su distribución geográfica en Perú. De cada muestra se registró información biológica y biométrica. Las muestras de tejido muscular fueron preservadas en microtubos de 1,5 mL con etanol al 96% y se almacenaron a 4 °C.

Para elaboración de tablas y gráficos se procesó la información en Microsoft Excel 2016. Los gráficos de tallas se elaboraron con el Programa R y los mapas con *Surfer* (Versión 15), entre otros.

BIODIVERSIDAD

La diversidad se estudió tanto con el número de especies, como con los índices de Diversidad de Shannon (H'), Dominancia de Simpson (λ) y equidad de Pielou (J'), usando el programa estadístico PRIMER v.6.

La información de paralarvas e ictioplancton proviene de muestras recolectadas con red bongo provista de 2 mallas de 300 μ, en 62 lances oblicuos, obtenidas desde 300 m de profundidad. En los perfiles oceanográficos de Pisco y Atico se realizaron 2 lances verticales de Multinet (día y noche) con barco parado en una columna de agua de 1000 m de profundidad, estratificada cada 200 m. Las muestras obtenidas con las dos mallas de la red bongo fueron fijadas: i) con alcohol etílico 96% y refrigerada por 6 días, y ii) con formaldehído 4%, mantenida a temperatura ambiente.

El análisis de las muestras a bordo estuvo orientado al reconocimiento y conteo rápido de paralarvas de cefalópodos y larvas del ictioplancton, las cuales fueron colocadas en crioviales de 2 mL y fijadas con alcohol 96%.

DEPREDADORES SUPERIORES

El avistamiento de mamíferos marinos se realizó de forma continua entre las 06:00 y 18:00 horas, en ambas bandas de la embarcación (180° frente a proa) dentro del rango de visibilidad (7,2 km) usando prismáticos reticulados de 7x50 y GPS para georreferenciación de especímenes avistados. La velocidad del barco fue de 10 nudos; las unidades de muestreo fueron las líneas del recorrido de la embarcación. Se tomaron datos de temperatura superficial del mar (TSM), distancia a la costa, visibilidad, brillo, entre otros. No se realizaron observaciones durante las estaciones oceanográficas, calas y pintas, debido a que el barco se encontraba a la deriva, y se podría incurrir en recuentos y sobreestimación de abundancia.

3. RESULTADOS

AMBIENTE MARINO

Viento (m/s)

Se registraron vientos con intensidades de 0,4 a 15,5 m/s, velocidad promedio de 5,7 m/s. Los

vientos débiles (0 y 4 m/s) se ubicaron en zonas extensas fuera de 50-60 mn, frente a Punta La Negra, entre Mórrope - Huarmey y entre Chancay - bahía Independencia, con algunos núcleos dentro de 50 mn entre Paita e Ilo. Se hallaron vientos moderados (4 y 8 m/s) entrecruzados con vientos débiles hasta 190 mn en amplias zonas, frente a Punta Sal - Punta La Negra; Pimentel - Huacho; bahía Independencia y San Juan - Ilo. Los vientos fuertes (mayores a 8 m/s) se encontraron fuera de 80 mn, principalmente en la zona sur, entre el sur de bahía Independencia y San Juan de Marcona; núcleos entre Chala - Ocoña y entre Chimbote - Mórrope, alcanzando en algunos momentos ráfagas con valores mayores a 12 m/s. La dirección predominante de vientos fue del sureste (SE) y sur (S), característica típica de la zona evaluada, al encontrarse influenciada por vientos alisios (Fig. 4).

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS SUPERFICIALES

Distribución de la temperatura superficial (TSM)

La TSM varió de 15,0 a 23,6 °C, promedio de 21,3 °C. Los valores térmicos exhibieron predominio de isotermas mayores de 22 °C entre Punta Sal-Cerro Azul y Ocoña-Ilo, que coincidieron con vientos débiles y moderados.

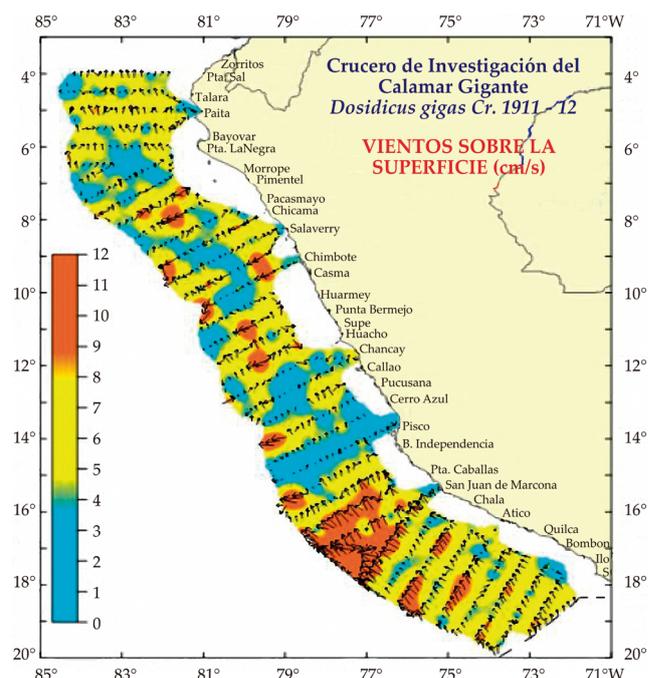


Figura 4.- Distribución de vientos (m/s). Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

Los valores próximos a 20 °C asociados a vientos moderados y fuertes, se hallaron entre Cerro Azul y Atico. La distribución de isotermas también mostró valores <19 °C dentro de 40-45 mn entre Pucusana – Atico, y un núcleo con temperatura <16 °C dentro de 10 mn frente a San Juan de Marcona, asociadas al afloramiento costero. Frente a bahía Independencia, a 120 mn, se detectó un núcleo cálido >21 °C, evidenciando un leve proceso de anomalía. Los valores térmicos estuvieron asociados a presencia de aguas oceánicas fuera de las 30 mn, entre Cerro Azul y San Juan (Fig. 5).

Distribución de la anomalía térmica superficial (ATSM)

Los valores de ATSM fluctuaron entre -1,69 y +4,09 °C, promedio 0,82 °C. Anomalías superiores a 2,0 °C (zonas cálidas) se ubicaron hasta 100 mn frente a Punta Sal – Mórrope, en forma de núcleos frente a San Juan - Pisco (cerca de 160 mn). Condiciones ligeramente cálidas con ATSM próximas a +1,0 °C se hallaron en mayor parte del recorrido principalmente entre Supe - Chala y Casma – Pimentel; se registraron valores similares fuera de las 100 mn al norte de Mórrope. Anomalías térmicas menores de -1 °C se ubicaron al sur de Chala dentro de 60 -70 mn y también fuera de 160 mn frente a Pimentel. Al sur de Atico y entre Huacho - Pimentel se encontraron valores próximos al promedio patrón. Se evidenció un cambio estacional que va de un período neutral a condiciones cálidas debido a la aproximación de aguas del oeste, principalmente frente a Chala y Huacho, y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) al norte de Pimentel (Fig. 6).

Distribución de salinidad superficial del mar (SSM) y masas de agua

La SSM varió de 33,491 a 35,572 ups, con predominio de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) fuera de 40-60 mn entre Chimbote e Ilo, restringiendo su ubicación fuera de 70-80 mn al norte de Pacasmayo. Las ASS llegaron a su máxima proyección (cercano a 20 mn) frente a Pisco, Atico y Punta Bombón. Al norte de Pimentel, las características mostraron Aguas Tropicales Superficiales (ATS) desde Pta. Sal (100 mn de la costa) hasta Sechura (60 mn), desplazando las AES hasta 150 mn frente a Punta Sal, para luego replegarse a la costa frente a Pimentel.

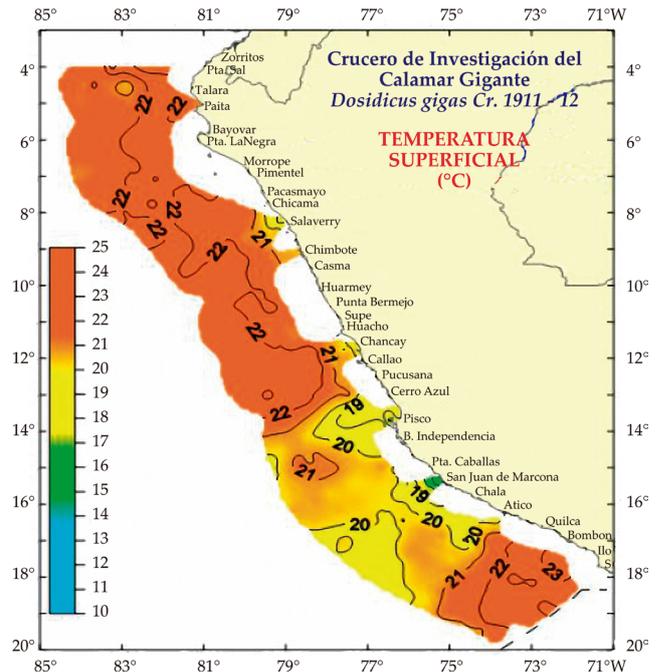


Figura 5.- Distribución de TSM (°C). Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

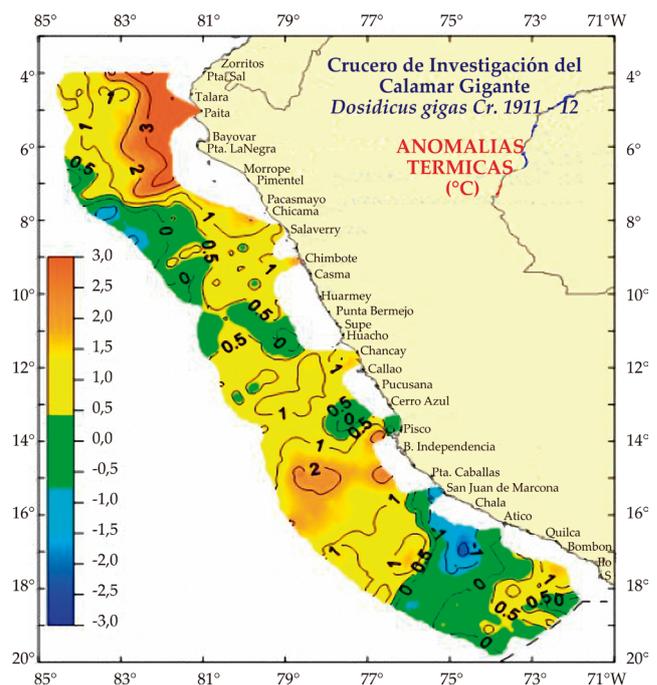


Figura 6.- Distribución de ATSM (°C). Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt, Olaya

Las Aguas Costeras Frías (ACF) se observaron fuera de 180 mn frente a Pta. Sal, y a 150 mn entre Paita - Pimentel, acercándose a la costa entre Malabrigo - Chimbote y desde Pisco a San Juan de Marcona. Las Aguas de Mezcla (AES+ACF) estuvieron oceánicas a 150 mn formando un núcleo frente a Talara; Aguas de Mezcla (ASS

+ ACF) se hallaron en la zona costera frente a Chancay y sur de San Juan (Fig. 7).

Distribución de anomalía halina superficial (ASSM)

Las anomalías halinas fluctuaron entre -1,30 y 0,49 ups. Al igual que la salinidad, las áreas con valores positivos >0,1 ups se ubicaron en una extensa área fuera de 60-70 mn entre Punta Chao e Ilo; esos valores alcanzaron su máxima aproximación (10 mn de costa) frente a Pisco y Quilca, asociados a la presencia de las ASS. Las mayores anomalías positivas (>0,2 ups) se observaron fuera de 150 mn, principalmente frente a San Juan y Atico. Caso contrario, se presentó al norte de Punta Chao con valores menores de -1,0 ups, asociados a ATS y AES. Condiciones neutrales se hallaron en distintos espacios del área evaluada, en algunos casos fuera de 50 mn (norte de Huacho) y en otros muy cerca del borde costero (sur de San Juan) (Fig. 8).

Distribución de oxígeno disuelto en superficie del mar (OSM)

El OSM varió entre 2,30 y 8,26 mL.L⁻¹, con promedio de 5,62 mL.L⁻¹. Concentraciones >6,0 mL.L⁻¹ se hallaron dentro de 60-70 mn entre Casma-Supe, frente a Chancay y entre Cerro Azul-Punta Infiernillos; este proceso

estaría asociado a floraciones fitoplanctónicas o aguas cálidas del oeste con vientos típicos de la primavera. Los valores <4 mL.L⁻¹ se ubicaron frente a Callao y San Juan de Marcona. dentro de las 20 mn, asociado a ACF y al afloramiento costero. En la parte más oceánica se observaron valores homogéneos con presencia de AES en el norte y ASS en el centro-sur (Fig. 9).

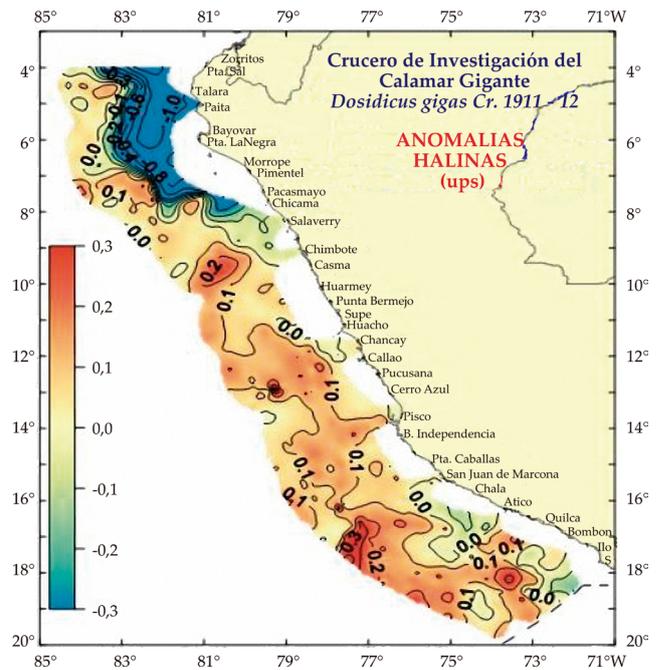


Figura 8.- Distribución de la ASSM (ups). Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

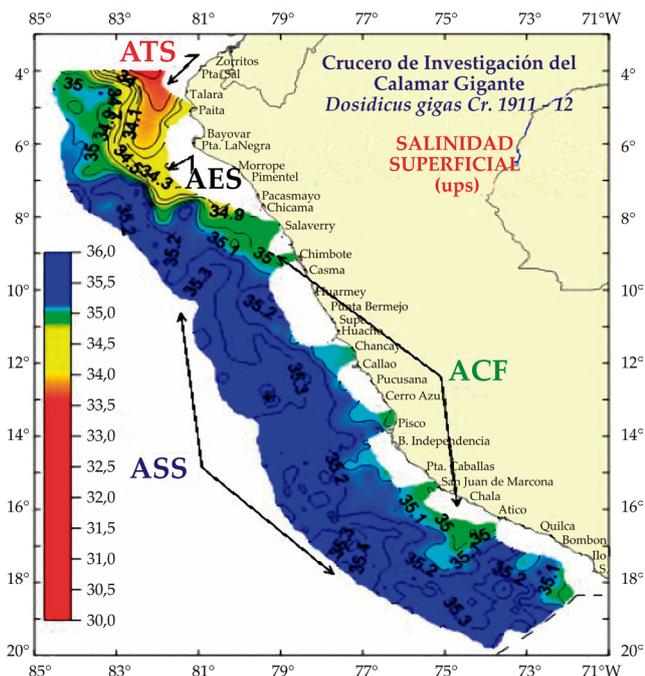


Figura 7.- Distribución de SSM (ups). Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

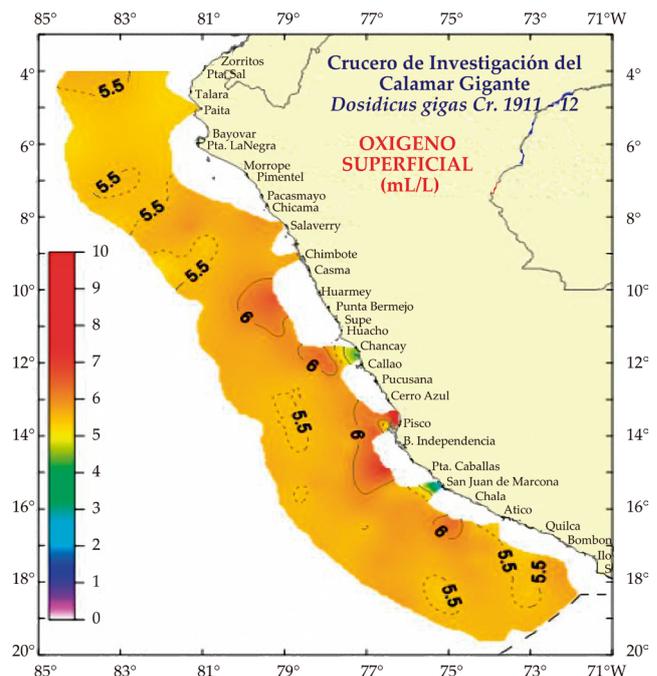


Figura 9.- Distribución de la OSM (mL.L⁻¹). Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

Distribución de anomalías de oxígeno disuelto en la superficie del mar (AOSM)

Las AOSM presentaron valores entre -2,06 y +3,17 mL.L⁻¹, próximos al promedio patrón (condiciones neutras), excepto entre Casma y Punta Caballas (de 40 a 80 mn) donde los valores fueron más elevados (>1,0 mL.L⁻¹), incrementándose (>2,0 mL.L⁻¹) frente a Pisco debido a un proceso de floración fitoplanctónica. Los valores negativos (<-1,0 mL.L⁻¹) se hallaron frente a San Juan, asociados al afloramiento costero (Fig. 10).

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS SUBSUPERFICIALES

Sección Paita

Se apreció una termoclina sobre 80 m de profundidad (15-21 °C) por fuera de 50 mn de costa; la isoterma de 15 °C (base de la termoclina) mostró comportamiento homogéneo, ubicándose alrededor de 80 m de profundidad. La presencia de anomalías térmicas de +2 a +3 °C en la capa de 0 a 30 m dentro de las 80 mn, asociadas a ATS, y anomalías de +1,0 °C relacionadas con AES en la capa de 80 y 120 mn hasta 30 m de profundidad, indicaron fuerte aproximación de aguas cálidas, originando aguas de mezcla de ACF+AES y ASS + ACF en los bordes. Las anomalías halinas de -0,1 a -1,0 ups, estuvieron originadas por ATS y AES. La distribución del oxígeno disuelto mostró la ZMO entre 150 – 220 m, y una oxiclina de 2 a 4 mL.L⁻¹ de similar tendencia a la termoclina. La buena oxigenación del fondo marino sería producto de presencia de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), hecho que se

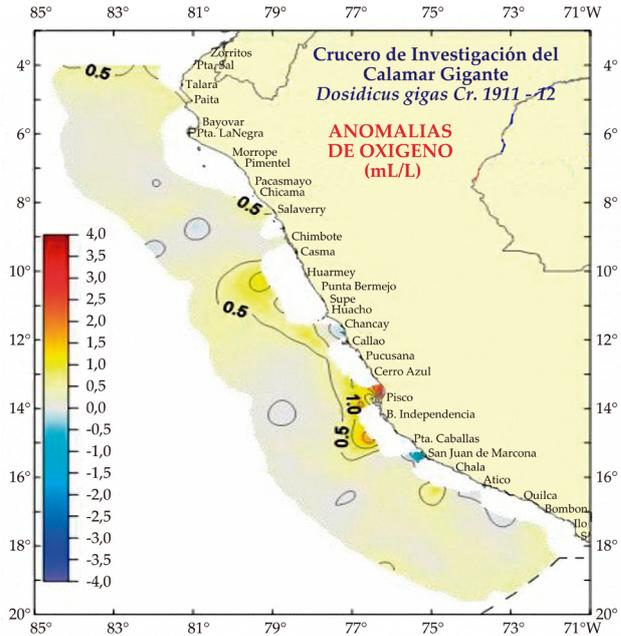


Figura 10.- Distribución de AOSM (mL.L⁻¹). Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

refleja en las anomalías de oxígeno de 0,5 mL.L⁻¹ debajo de los 50 m (Fig. 11).

Sección Punta La Negra

En esta sección, la termoclina estuvo conformada por isotermas de 15 a 21 °C sobre 100 m de profundidad; la isoterma de 15 °C mostró profundización respecto a Paita ubicándose de 100 a 180 mn de costa. La proyección de aguas cálidas del norte y oeste, originaron anomalías térmicas de hasta +2,5 °C alrededor de 30 m de profundidad, dentro de 50 mn de la costa y, valores menores de -1,5 °C sobre 50 m fuera de 160 mn. Las ASS, se observaron fuera de 120 mn, alcanzando un espesor de 50 m fuera de las 130 mn

Cr. Investigación del Calamar Gigante 1911-12 BIC Olaya SECCIÓN PAITA (24-25 Noviembre del 2019)

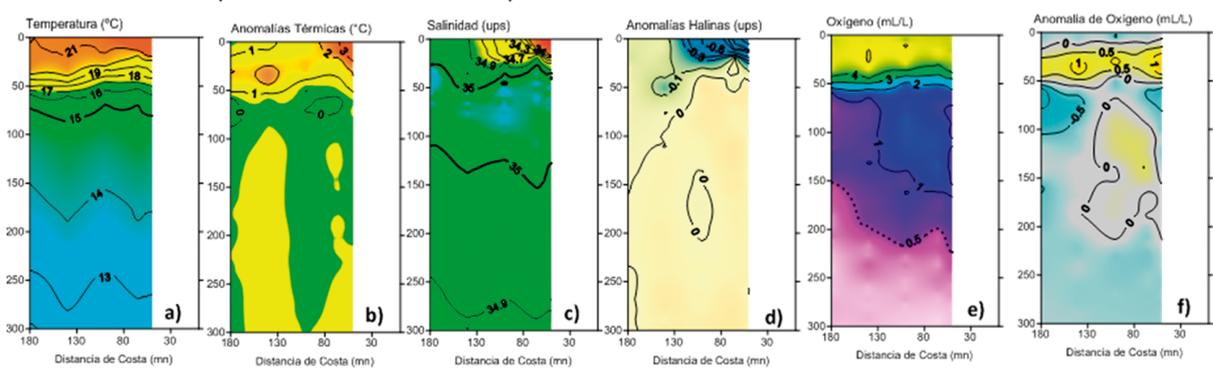


Figura 11.- Sección Paita: a) Temperatura, b) Anomalías térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías halinas, e) Oxígeno disuelto, f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

de costa; en tanto que, las AES se localizaron dentro de 100 mn sobre 20–30 m de profundidad, apreciándose debajo de ella, aguas de mezcla de AES+ACF. Las anomalías halinas corroboraron presencia de aguas cálidas del norte mostrando valores menores de -0,2 ups. La distribución del contenido de oxígeno mostró isoxígenas de 1 a 5 mL.L⁻¹ sobre 100 m y la ZMO entre 170 - 150 m de profundidad. Se apreció la ESCC debilitada respecto a lo observado en Paita. Las anomalías de oxígeno fueron mayores de 0,5 mL.L⁻¹ asociados a los valores de 2 a 4 mL.L⁻¹ (Fig. 12).

Sección Malabrigo

La sección vertical frente a Malabrigo mostró una termoclina sobre 100 m de profundidad, conformada por isotermas de 15 a 21 °C, similar al de Paita y Punta La Negra, pero menos profunda, ubicando las isotermas de 15 °C sobre 70 m. Cerca de costa se evidenció ascenso de la isoterma de 17 °C y profundización de

isotermas de 15 y 16 °C. Las anomalías térmicas mostraron valores mayores de +1,0 °C sobre 50 m asociados a temperaturas mayores de 16 °C; en tanto que, por debajo de 50 m, las condiciones fueron neutras fuera de 100 mn. Las ASS se aproximaron hasta 110 mn de costa con espesor de 0 a 50 m vinculadas con valores mayores de 35,1 ups, esta situación se vio reflejada en anomalías halinas, sobre 50 m se hallaron valores positivos asociados a ASS y valores negativos asociados a aguas cálidas del norte. La oxiclina de 2 a 5 mL.L⁻¹ mostró un ligero ascenso en su proyección hacia la costa (50 m en la zona oceánica hasta 30 m en la costa). La ZMO (<0,5 mL.L⁻¹) se observó desde 50 m en la parte más costera (20 mn) profundizándose a más de 100 m entre 60 y 120 mn, ascendiendo nuevamente hasta 50 m a 180 mn. Por otro lado, las anomalías negativas de oxígeno debajo de 50 m entre los 20 y 110 m de profundidad indicaron presencia de aguas frías provenientes de niveles inferiores (Fig. 13).

Cr. Evaluacion Calamar Gigante 1911-12 BIC Olaya SECCIÓN PUNTA LA NEGRA (29-30 Noviembre del 2019) - CTD

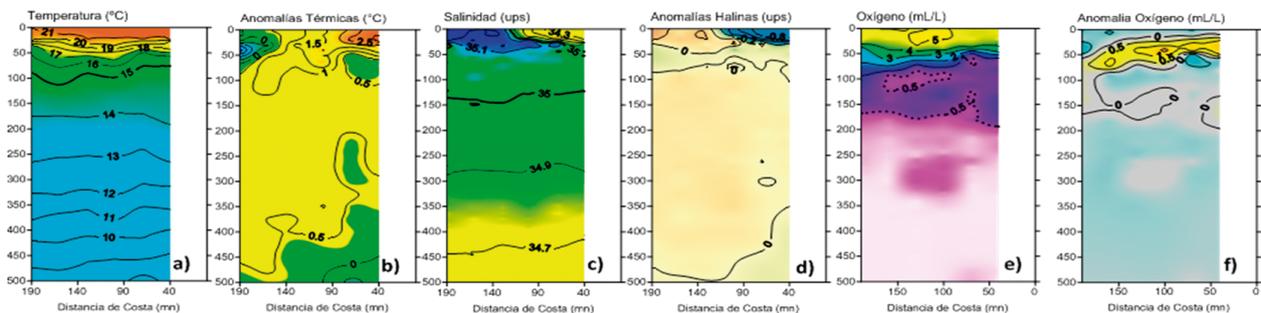


Figura 12.- Sección Punta La Negra: a) Temperatura, b) Anomalías térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías halinas, e) Oxígeno disuelto, f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

Cr. Investigación del Calamar Gigante 1911-12 BIC Olaya SECCIÓN MALABRIGO (04-05 diciembre del 2019) - CTD

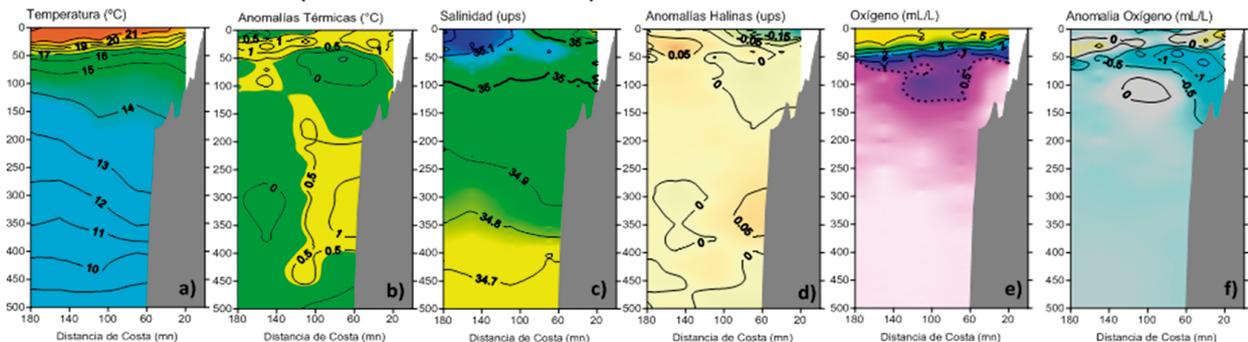


Figura 13.- Sección Malabrigo: a) Temperatura, b) Anomalías térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías halinas, e) Oxígeno disuelto, f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

Sección Punta Bermejo

Su característica fue presentar termoclina formada por 7 isotermas (15 – 21 °C) sobre 100 m de profundidad, que ascendió conforme se aproximó a la costa. Las anomalías térmicas presentaron algunos núcleos con valores positivos de 0,5 °C principalmente a 120 mn sobre 70 m y algunos valores negativos a 70 mn entre 30 y 110 m. Las ASS se aproximaron hasta 80 mn de costa con valores >35,1 ups sobre 80 m de profundidad. Sin embargo, las anomalías halinas mostraron un área estable próxima al promedio patrón (condiciones neutras). La oxiclina de 1 a 5 mL.L⁻¹, evidenció ascenso desde 80 m (zona oceánica) hasta 30 m de profundidad en la costa. La ZMO (<0,5 mL.L⁻¹) se observó desde 60 m en la parte más costera, profundizándose (90 m) a 170 mn. Las anomalías de oxígeno presentaron valores negativos entre 30 y 120 m, de 70 a 120 mn de costa, debido a probables procesos de surgencia (Fig. 14).

Sección Callao

Esta sección presentó una termoclina bien definida y fortalecida compuesta por isotermas de 15 a 22 °C; la isoterma de 15 °C se encontró entre 10 y 100 m de profundidad, siendo más somera en la zona costera. Las anomalías térmicas mostraron cambios sobre 100 m de profundidad, con valores negativos dentro de 80 mn y valores positivos fuera de 90 mn. Los niveles de salinidad indicaron aproximación de ASS hasta 55 mn sobre 90 m; de igual forma, las ACF se mostraron dentro de 40 mn generando una débil franja de aguas de mezcla de ACF+ ASS. Las anomalías halinas corroboran presencia de Aguas Oceánicas presentando valores positivos de 0,1 ups sobre 90 m hasta 55 mn. La oxiclina estuvo ubicada sobre 20 y 100 m de profundidad. La ZMO (<0,5 mL.L⁻¹) se observó estrechamente acoplada a la base de la oxiclina desde 25 m en la costa y 100 m de profundidad en la parte oceánica. Las anomalías de oxígeno mostraron cambios sobre 110 m, siendo negativos dentro de 60 mn y positivos fuera de 70 mn (Fig. 15).

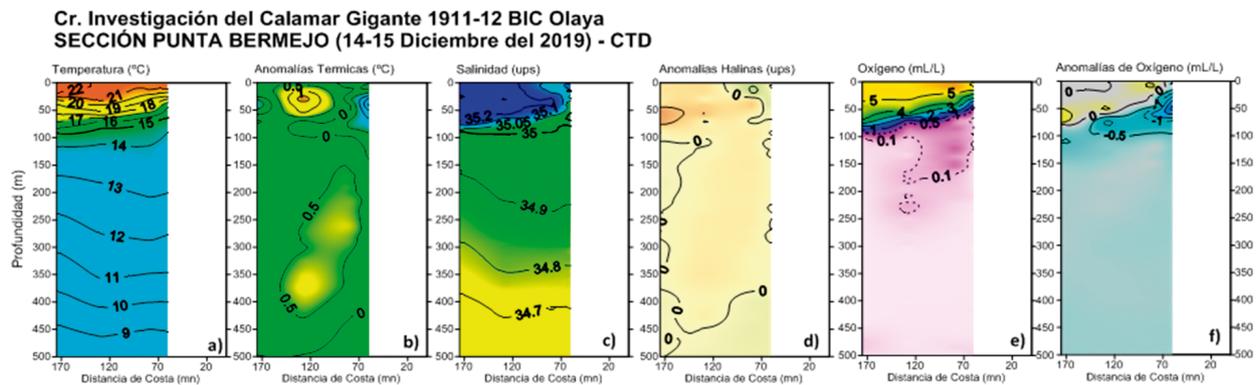


Figura 14.- Sección Pta. Bermejo: a) Temperatura, b) Anomalías térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías halinas, e) Oxígeno disuelto, f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

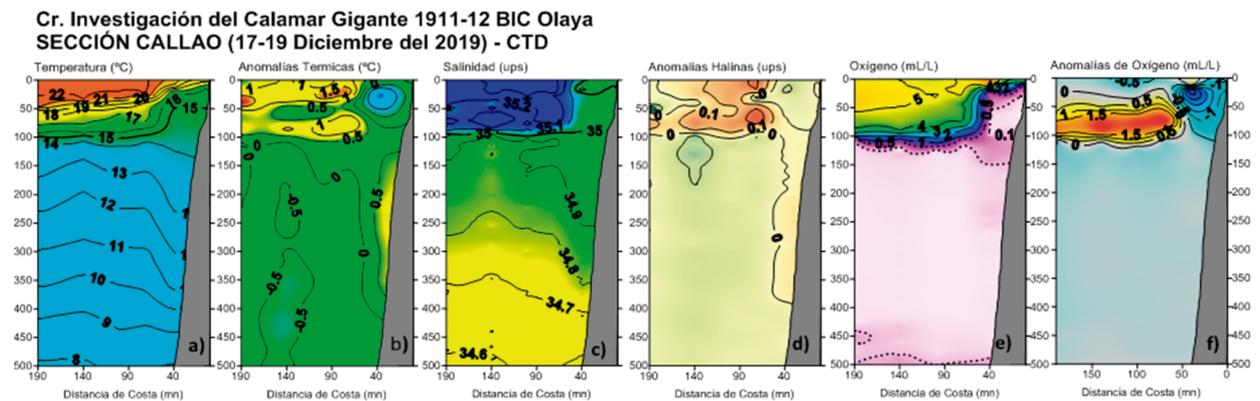


Figura 15.- Sección Callao: a) Temperatura, b) Anomalías térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías halinas, e) Oxígeno disuelto, f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

Sección Pisco

La distribución térmica presentó una termoclina sobre 80 m de profundidad, con isotermas de 14 a 19 °C asociadas al ingreso de Aguas Oceánicas, principalmente fuera de 60 mn. Las isotermas de 14 y 15 °C (dentro de 30 mn) se encontraron asociadas a anomalías térmicas de -1 y -1,5 °C sobre 50 m de profundidad. Por debajo de 100 m se hallaron temperaturas >14 °C asociadas a anomalías menores o próximas al promedio patrón. La distribución halina en la columna de agua indicó presencia de ACF dentro de 25 mn, en tanto que, ASS se ubicaron fuera de 50 mn en una capa de 70 m de espesor a 100 mn. Las anomalías halinas mostraron valores >+0,1 ups asociados a presencia de ASS, y una zona con valores <-0,05 asociados a ACF. El contenido de oxígeno fue >5 mL/L sobre 15 m, entre 30 - 50 mn de costa. Valores <2 mL/L cerca de la superficie y sobre 60 m a 30 mn, indicaron procesos de surgencia. El límite superior de la ZMO (0,5 mL/L) se ubicó entre 30 y 100 m de profundidad. Las anomalías de oxígeno presentaron amplia zona de valores próximos a -1,0 mL/L ubicados entre 0 y 100 mn de costa, excepto por un núcleo con valor de hasta +1,5 mL/L a 40 mn de costa. Asimismo, se hallaron valores de hasta -2,0 mL/L fuera de 90 mn entre 60 y 90 m de profundidad (Fig. 16).

Sección San Juan

Presencia de aguas oceánicas, reflejado en una termoclina de 6 isotermas (14 a 19 °C) fuera de 60 mn. La isoterma de 14 °C se ubicó entre 50 - 120 m de profundidad (cerca y a 100 mn de costa). Las anomalías térmicas reflejaron presencia de aguas cálidas fuera de 70 mn de costa, con valores próximos a +1 °C sobre 100 m de profundidad. Dentro de 50 mn, las anomalías fueron <-0,5 °C hasta 80 m de profundidad, asociados a aguas frías. La distribución halina evidenció ACF dentro de 40 mn sobre 80 m,

y aproximación de ASS fuera de 50 mn sobre 100 m. La incidencia de esas dos masas de agua indicó Aguas de Mezcla en los límites fronterizos. Ligera presencia de ATSA fuera de 95 mn entre 120 y 140 m de profundidad. Las anomalías halinas fueron >+0,1 ups fuera de 50 mn (hasta 100 m de profundidad), en regiones cercanas a la costa los valores fueron próximos al promedio patrón. La distribución de oxígeno evidenció ingreso de aguas cálidas, >4 y 5 mL/L sobre 80 m y fuera de 40 mn. El límite superior de la ZMO (0,5 mL/L) se localizó sobre 50-140 m de profundidad. Las anomalías de oxígeno presentaron valores de hasta +1,5 mL/L fuera de 50 mn, y hasta -2,0 mL/L dentro de 40mn (Fig. 17).

Sección Atico

La estructura térmica mostró isotermas de 14 a 20 °C sobre 80 m de profundidad. Fuera de 50 mn la anomalía térmica estuvo próxima al promedio patrón, excepto por pequeños núcleos cálidos de +0,5 a +1 °C a 80 mn sobre 25 m de profundidad, y valores de -0,5 °C a -1,0 °C dentro de 40 mn. Hubo presencia de ASS sobre 40 m y fuera de 80 mn de costa y aguas de mezcla dentro de 40 mn. A 95 mn y 100 m de profundidad se detectó presencia de ATSA. La anomalía halina fue de +0,1 ups fuera de 20 mn y sobre 100 m de profundidad. La distribución de oxígeno disuelto descartó procesos de surgencia, en base al comportamiento de la isoxígena de 3 y 4 mL/L; fuera de 30 mn los valores fueron relativamente bajos, considerando que las ASS dominaron esta área. La ZMO se ubicó entre 90 m cerca de costa y 120 m lejos de costa. La anomalía de oxígeno, entre la costa y 100 mn, sobre 50 m, presentó comportamiento homogéneo con valores de hasta -1,5 mL/L y hasta +1,0 mL/L fuera de las 90 mn entre 50 y 100 m de profundidad (Fig. 18).

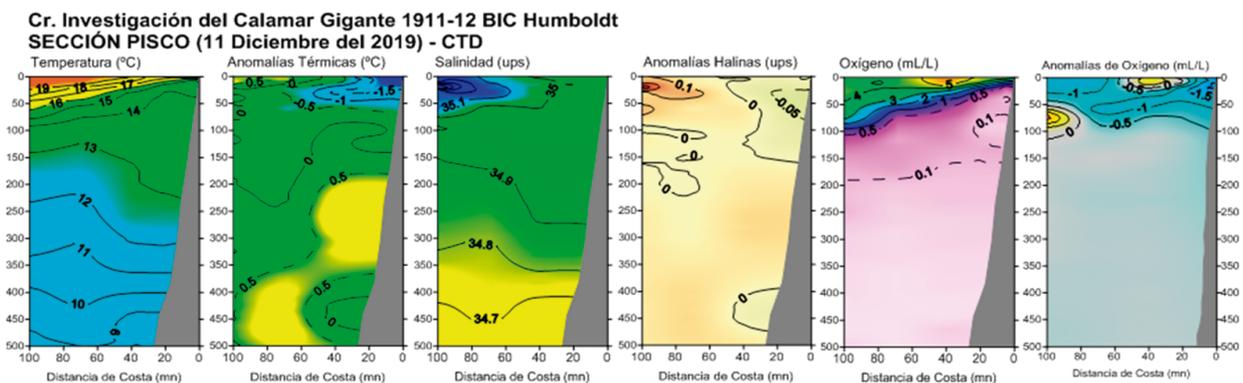


Figura 16.- Sección Pisco: a) Temperatura, b) Anomalías Térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías Halinas, e) Oxígeno, f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

Cr. Investigación del Calamar Gigante 1911-12 BIC Humboldt SECCIÓN SAN JUAN (28-29 Noviembre del 2019) - CTD

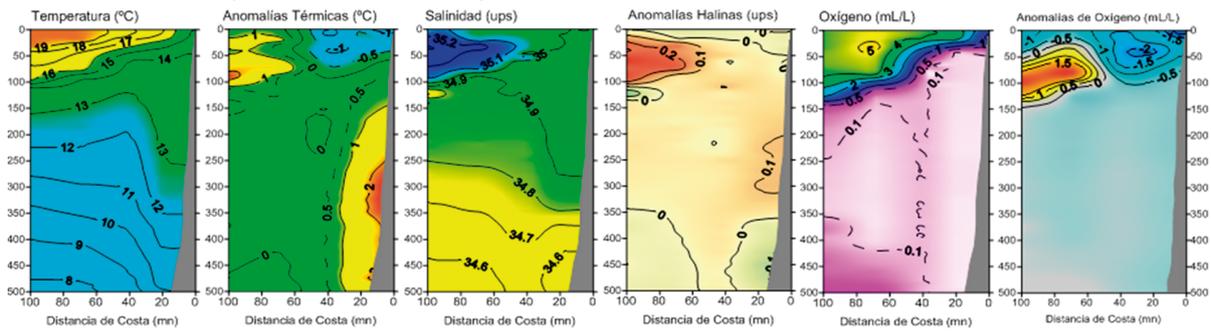


Figura 17.- Sección San Juan: a) Temperatura, b) Anomalías Térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías Halinas, e) Oxígeno, f) Anomalías de oxígeno. Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

Cr. Investigación del Calamar Gigante 1911-12 BIC Humboldt SECCIÓN ATICO (03-04 Diciembre del 2019) - CTD

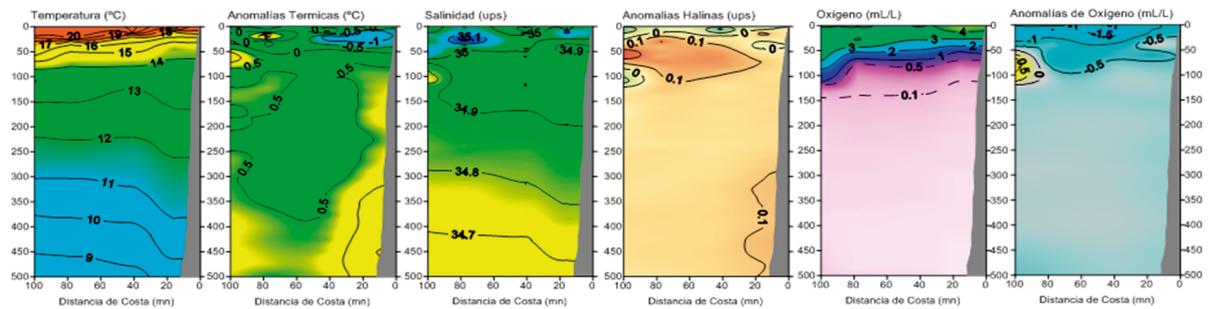


Figura 18.- Sección Atico: a) Temperatura, b) Anomalías Térmicas, c) Salinidad, d) Anomalías Halinas, e) Oxígeno y f) Anomalías de Oxígeno. Cr. Calamar gigante 1911-12. BIC Humboldt y Olaya

Distribución de la isoterma de 15 °C

La isoterma de 15 °C se presentó en áreas someras cerca de la costa, acompañando a las aguas de surgencia, como se observó frente a Pisco y San Juan de Marcona, fue más profunda en áreas más alejadas. La disposición de las isobatas en forma descendente indica un flujo de norte a sur, asociado a la ESCC, como se muestra en las secciones verticales de Paita y Pta. La Negra. En la parte central y sur del área estudiada y en la zona más alejada de la costa, la isoterma de 15 °C se ubicó entre 90 y 110 m de profundidad, mostrando un área bastante homogénea, asociada a la presencia de ASS (Fig. 19).

ACÚSTICA Y PESCA

***Dosidicus gigas* "calamar gigante"**

Su distribución alternó entre continua y discontinua de Paita a Morro Sama, entre 40 y 195 mn de distancia a la costa (Fig. 20). La continua se encontró entre Punta Sal-Punta La Negra, frente a Supe y Cerro Azul, frente a Pisco-San

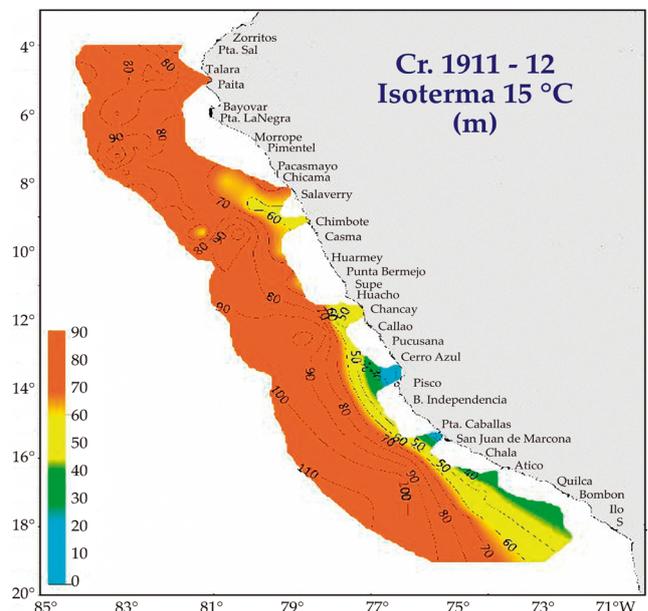


Figura 19.- Distribución espacial de la isoterma de 15 °C Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC Olaya, Humboldt

Juan de Marcona y entre San Juan de Marcona y Atico, mientras la discontinua se localizó frente a Salaverry-Supe y Atico - Ilo. La distribución presentó cobertura del 30,4% (51.896 mn²) del área total evaluada (170.735 mn²).

La mayor concentración se localizó entre Pta. Sal - Salaverry (4°S-8°30'S) de 80 a 190 mn de distancia a la costa, las de menor abundancia frente a Ancón-Pucusana en dos núcleos distribuidos entre 40 y 195 mn de la costa. Entre Pisco-Atico, el recurso se encontró más disperso entre 40 - 190 mn de la costa, y de Mollendo a Ilo se registraron núcleos más densos en un área de 213 mn², de 40 a 195 mn. El 94,9% del área de distribución del recurso fueron de abundancia dispersa (50-100 m²/mn²) y muy dispersas (1-10 m²/mn²) y el 5,13% correspondieron a áreas densas y muy densas (Tabla 1).

Verticalmente, se distribuyó entre 2 - 420 m de profundidad. En relación a las horas del día, se encontró principalmente por debajo de 150 m de la superficie entre 06:00 y 18:00 y hasta 90 m de profundidad en las horas de noche.

Vinciguerria lucetia "vinciguerria" o "portador de luces"

Presentó distribución continua alejada de la costa, entre Punta Sal-Malabrigo, Pucusana-San Juan de Marcona y Atico - Ilo; distribución discontinua entre Supe-Pisco y San Juan de Marcona - Atico. Su distribución espacial ocupó 64.600 mn² desde 40 hasta 195 mn de distancia a la costa. Mayores abundancias se localizaron frente a Pta. Sal-Salaverry de 25 a 195 mn de la costa y frente a Chimbote-Pta. Las Zorras de 60 a 180 mn de la costa. Otras áreas importantes de concentración estuvieron frente a bahía Independencia-San Juan de Marcona, de 45 a 195 mn de la costa y Mollendo-Morro Sama, de 40 a 195 mn de distancia a la costa (Fig. 21).

Verticalmente se distribuyó desde 5 hasta 450 m de profundidad. En relación con su comportamiento horario, se encontró principalmente a mayores profundidades (>~120 m) durante las horas del día y más cerca de la superficie durante horas de la noche.

Engraulis ringens "anchoveta".- Presentó núcleos importantes frente a Ancón, Punta La Negra (~110 mn de la costa), Huarmey (~75 mn de la costa) y entre Malabrigo y Chimbote. El área de cobertura ocupada por la anchoveta fue de 2.776 mn², sobre todo dentro de 50 mn de distancia a la costa. El área de mayor concentración se localizó frente a Ancón dentro de 35 mn de distancia a la costa.

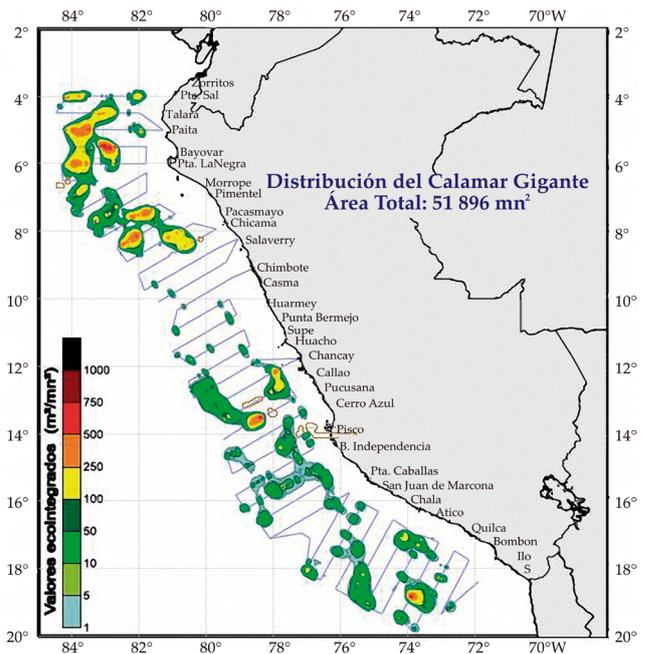


Figura 20.- Distribución horizontal del calamar gigante, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC Olaya y Humboldt

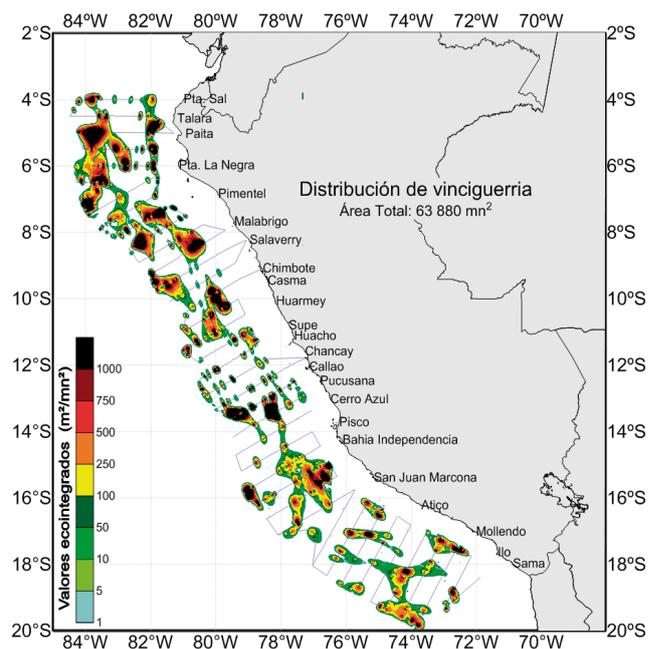


Figura 21.- Distribución horizontal de Vinciguerria lucetia, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1911-12 BIC Olaya y Humboldt

Trachurus murphyi "jurel".- Presentó distribución discontinua entre Cerro Azul y Mollendo, ocupando 5.320 mn². Sus áreas de mayor concentración se localizaron frente a Mollendo de 50 a 60 mn de distancia a la costa. Otros núcleos importantes se localizaron frente a San Juan de Marcona; las zonas de menor concentración se detectaron entre Pisco y San Juan de Marcona.

Tabla 1.- Área (mn²) por categorías de abundancia relativa (mn²/mn²) del calamar gigante”

Categoría de abundancia (m ² /mn ²)	Área (mn ²)	%
Muy denso	1000	0
	750	0,02
Denso	500	0,47
	250	4,65
Disperso	100	14,25
	50	11,44
	10	32,71
Muy disperso	5	13,26
	1	23,21
Total	51896	100

Tabla 2.- Índices de energía acústica (m²/mn²) del calamar gigante por grados de latitud (°S)

Zona	Ecointegración (m ² /mn ²) por latitud				
	Latitud (°S)	Máximo	Índice de concentración	NASC+	Mínimo
Norte	3	361,0	92,3	204,3	4,1
	4	655,9	76,9	232,0	0,2
	5	846,8	100,6	341,5	0,4
	6	644,1	34,0	123,8	0,3
	7	835,2	45,8	162,5	0,3
	8	589,5	56,8	248,2	0,3
	9	176,5	1,2	59,5	3,6
Centro	10	91,4	2,0	30,4	0,3
	11	267,3	3,9	62,8	0,5
	12	488,8	27,2	98,1	0,7
	13	980,6	53,3	138,7	0,4
	14	1044,3	11,6	39,6	0,4
	15	129,6	6,4	18,1	0,2
Sur	16	235,8	5,6	28,6	0,1
	17	430,6	7,7	41,8	0,5
	18	1107,2	15,3	61,6	0,1
	19	226,4	14,3	40,9	0,2

Scomber japonicus “caballa”.- Su distribución fue discontinua entre Malabrigo y Huacho, ocupando 1.790 mn². Los núcleos de mayor concentración se localizaron frente a Malabrigo y Chimbote entre 25 y 110 mn de distancia a la costa. Otros núcleos importantes se localizaron frente a Huarmey por fuera de 150 mn de la costa.

ÍNDICES DE ENERGÍA ACÚSTICA DEL CALAMAR GIGANTE

Según la ecoabundancia o abundancia acústica del calamar gigante por unidad básica de muestreo (UBM=1 mn), expresada en m²/mn² (Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica, NASC), las mayores concentraciones se detectaron en 3, 4 y 5°S y los máximos valores de eco abundancia en 18°S y 14°S (Tabla 2).

El índice de concentración del calamar gigante por distancia a la costa y grado de latitud, en la zona norte, las mayores concentraciones se localizaron entre 100 y 180 mn de distancia a la costa de 3 a 4°S con valores de 244,8 a 443,7 m²/mn². En la zona centro, el máximo índice fue de 198,0 y 272,8 m²/mn², en el grado 13°S entre 100 y 130 mn de la costa. En la zona sur, fue de 55,1 a 59,6 m²/mn², en 18°S y 19°S, entre 150 y 160 mn de distancia a la costa (Tabla 3).

CAPTURA POR ARTE DE PESCA

La captura total del calamar gigante fue de 2.255,7 kg, de los cuales 99,3% correspondió a captura con línea de mano con potera (2.238,8 kg), y 0,7% con red de arrastre pelágica (16,8 kg); similar tendencia se observó por zonas de estudio (Tabla 4).

Tabla 3.- Índice de concentración (m²/mn²) del calamar gigante por grados de latitud (°S) y distancia a la costa (mn)

Zona	Latitud (°S)	Índice de concentración (m ² /mn ²) por Distancia a la costa (mn)																		
		30-40	40-50	20-30	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	120-130	130-140	140-150	150-160	160-170	170-180	180-190		
Norte	03		174		148			3		1		5	167	270	204	269				
	04	5	77		95	5		90	118	110	150	113	156	106	121	110	142	3		
	05	0	32		8	4			171	364	444	39	88	245	210	247	48	93		
	06							5	25	36	28	3	4	61	129	114	89	26		
	07								59	100	128	100	88	30	29	28	20	80	5	
	08								81	112	135	83	135	31	39	147	123	105	88	4
	09														0	3	14			
Centro	10							17	2				1	0		2	6			
	11				7	0	9					21				22	8	1		
	12	6	140		108	53	28						12	38	26	20	5			
	13	14	8		0	4	9			69	273	198	120	17	55	56	11	7		
	14	41	5			15	10		33	24				1	3	9	7	6		
	15	1	9		10	10	1	0	4	4	2	6	19	26	1	5				
Sur	16		12		11	4	6	4	0	3						2	14	18		
	17		9		41	18	8	0		7	3	6	1				1	18		
	18							0	30		3	17	10	13	55	16	3	16		
	19									1	5	2		19	60		0	17		

Tabla 4.- Capturas (kg) por zonas, grados de latitud y método de pesca, obtenidas durante el Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1911-12 BIC Olaya y Humboldt

Zona	Grado	Captura(kg)						Total
		Calamar gigante			Otras especies			
		Línea de mano con potera	Red de arrastre	Total	Línea de mano con potera	Red de arrastre	Total	
Norte	3	68,4	2,5	70,9		1,4	1,4	72,3
	4	185,0	3,2	188,2		37,8	37,8	226,0
	5	32,0	1,0	33,0		38,6	38,6	71,6
	6	106,2	0,0	106,3		1,5	1,5	107,7
	7	74,3	0,1	74,3		5,7	5,7	80,1
	8	273,2	0,0	273,2		14,6	14,6	287,7
	9	0,8	0,0	0,8	0,5	3,2	3,7	4,5
Total, norte		739,8	6,9	746,7	0,5	102,7	103,2	849,9
%		99,1	0,9	100	0,5	99,5	100	
Centro	10	24,6		24,6		5,1	5,1	29,7
	11	12,1	0,4	12,5		0,1	0,1	12,6
	12	79,8	4,7	84,5		0,3	0,3	84,8
	13	361,2	0,0	361,2		16,4	16,4	377,6
	14	97,9	0,1	98,0	0,2	13,7	14,0	112,0
	15	40,8	1,0	41,8	1,1	61,7	62,8	104,6
Total, centro		616,4	6,2	622,6	1,3	97,4	98,7	721,3
%		99,0	1,0	100	1,3	98,7	100	
Sur	16	59,3	1,1	60,4	0,1	109,1	109,3	169,6
	17	208,8	2,3	211,1		35,7	35,7	246,8
	18	480,5	0,1	480,6	0,2	21,3	21,5	502,1
	19	134,1	0,2	134,3		3,3	3,3	137,6
Total, sur		882,6	3,8	886,4	0,3	169,4	169,7	1056,1
%		99,6	0,4	100	0,2	99,8	100	
Total general		2238,8	16,8	2255,7	2,1	369,4	371,6	2627,2
%		99,3	0,7	100	0,6	99,4	100	

Tabla 5.- CPUE de calamar gigante en número (ejm/h/pescador) y peso (kg/h/pescador) obtenidos de capturas con líneas manuales con potera. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1911-12 BIC Olaya y Humboldt

Zona	N° Opera. totales	N° Opera. positivas	CPUE en número (ejm/h/pescador)			CPUE en número (kg/h/pescador)		
			Mín	Máx	Prom	Mín	Máx	Prom
Norte	72	52	0	6,3	1,1	0	13	1,8
Centro	75	47	0	9,2	0,7	0	32	1,6
Sur	50	31	0	3,2	0,5	0	22	2,6
Total	197	130	0	9,2	0,8	0	32	1,9

CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE)

La CPUE promedio por zona, fluctuó entre 0,5 - 1,1 ejm/h/pescador y entre 1,6 - 2,6 kg/h/pescador, en 197 operaciones de pesca efectuadas con línea de mano con potera (Tabla 5).

Los mayores valores en número se registraron en 3, 4 y 13°S, y en términos de peso en 13 y 19°S, evidenciándose tendencia creciente de norte a sur (Fig. 22). Por distancia a la costa, se observó un ligero aumento de esos valores, en número y peso, hacia el oeste, principalmente en la zona sur (Fig. 23).

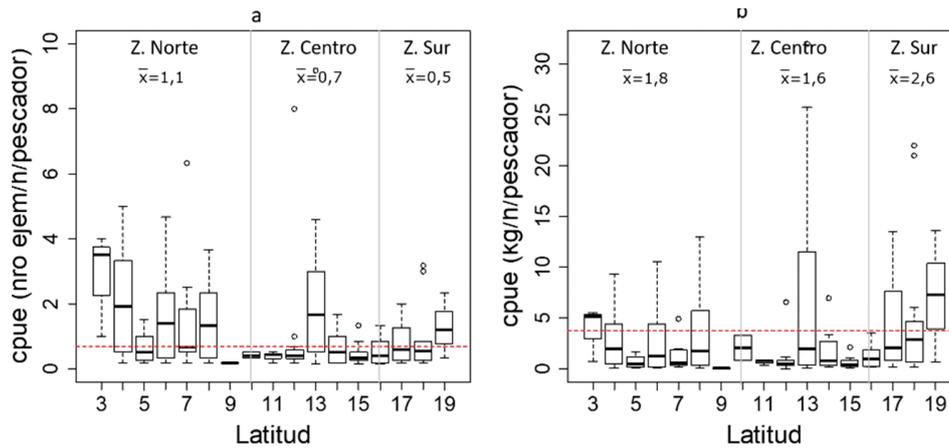


Figura 22.- CPUE en número (a. Nro/h/pescador) y peso (b. kg/h/pescador, líneas rojas entrecortadas representan valor medio de cuatro últimos cruceros (2015-2018) de calamar gigante, obtenidos en las capturas con líneas manuales con potera. Cr de investigación de calamar gigante Cr1911-12 BIC Olaya y Humboldt

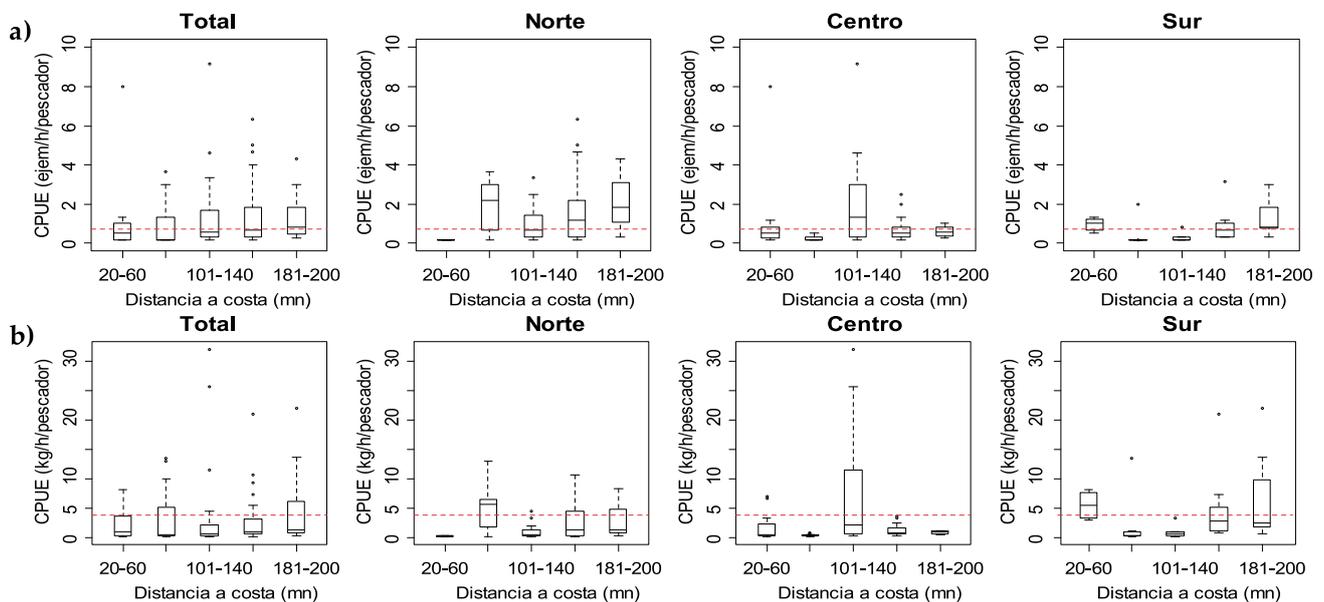


Figura 23.- CPUE en número (a: ejem/h/pescador) y peso (b: kg/h/pescador), líneas rojas entrecortadas representan valor medio de cuatro últimos cruceros (2015-2018) de calamar gigante, obtenidos en las capturas con línea manuales con potera. Cr de investigación de calamar gigante Cr1911-12 BIC Olaya y Humboldt

RELACIÓN ESPACIAL CPUE - MASAS DE AGUA

Las máximas concentraciones en la zona norte estuvieron asociadas con aguas de mezcla (ASS-ACF) a 50 m de profundidad promedio, los mayores núcleos se encontraron en dos zonas: i) entre Punta Sal y Paita a ~150 mn, ii) entre Malabrigo y Salaverry a 40 mn; concentraciones más dispersas se detectaron frente a Chimbote – Huacho y bahía Independencia – San Juan de Marcona. Al sur las mayores concentraciones se encontraron asociadas a ASS y aguas de mezcla (ASS-ACF), desde 40 hasta 150 mn de la costa, principalmente frente a Chancay, Pisco, Atico y Morro Sama (Fig. 24).

BIOLOGÍA DEL CALAMAR GIGANTE Y OTRAS ESPECIES

Dosidicus gigas

Distribución de tallas.- Con base en el análisis de 1034 ejemplares (470 en la zona norte, 297 en la zona centro, 267 en la zona sur) capturados con línea de mano con potera. Se determinó que la estructura de tallas comprendió de 18 a 72 cm LM, media en 40,5 cm, moda principal en 30 cm y secundaria en 63 cm (Fig. 25 a). En las zonas norte y centro se observó predominio de ejemplares <40 cm de LM e importante

proporción de individuos de mayor tamaño en la zona sur. Se analizaron 2675 ejemplares (157 en el norte, 509 en el centro y 2009 en el sur) capturados con red de arrastre pelágica, cuyas tallas variaron de 1 a 43 cm, media de 3,6 cm y

moda en 3 cm LM; no se observaron diferencias significativas por zonas (Fig. 25 b). Las figuras 26 y 27 muestran los cambios en la estructura de tallas por grados de latitud y distancia a la costa, respectivamente.

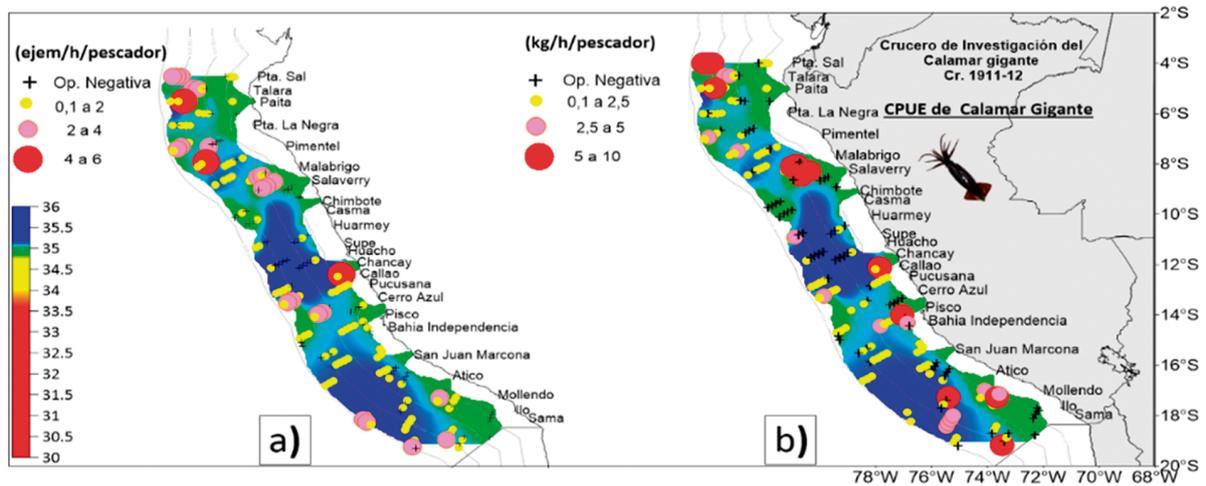


Figura 24.- Relación de CPUE de calamar gigante con masas de agua a 50 m de profundidad, a) en número (ejem/h/pescador), b) peso (kg/h/pescador) obtenidos de las capturas con líneas manuales con poteras, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1812-1901 BIC Olaya y Humboldt

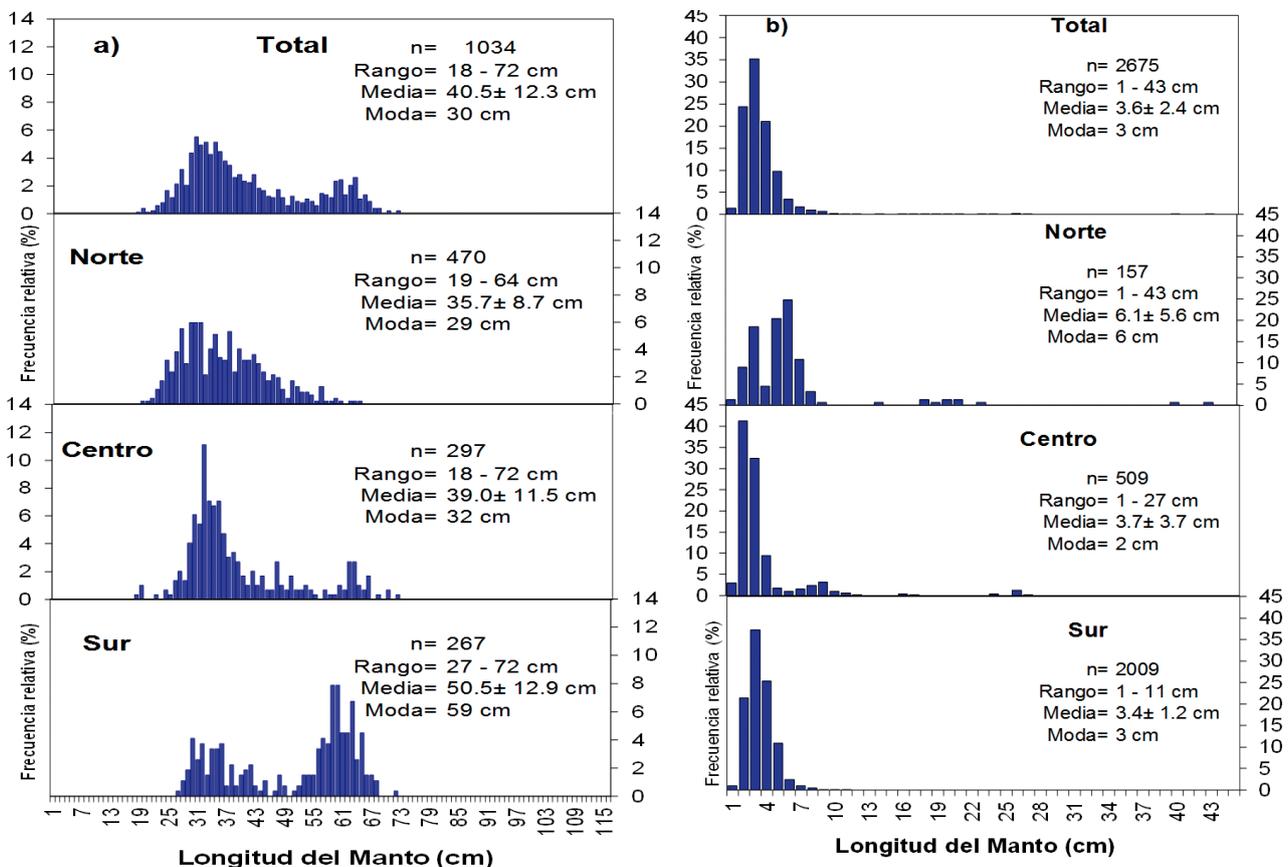


Figura 25.- Estructura de tallas de calamar gigante. Línea de mano con potera (a) y con red de arrastre pelágica (b). Zonas norte, centro y sur. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1812-1901 BIC Olaya y Humboldt

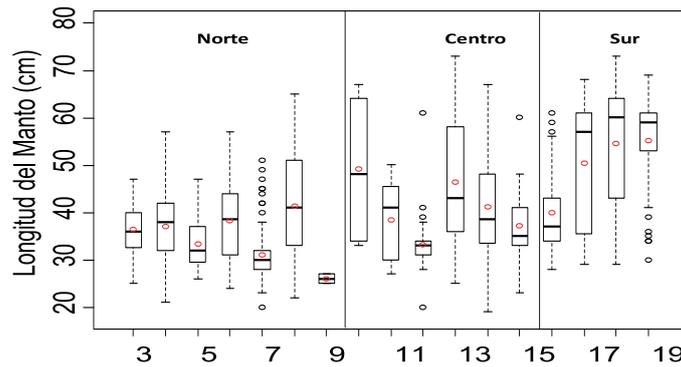


Figura 26.- Estructura de tallas de calamar gigante. Línea de mano con potera, según grado de latitud. Círculos rojos dentro de barras representan medias y círculos extremos fuera de las barras representan valores atípicos. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1911-12 BIC Olaya y Humboldt

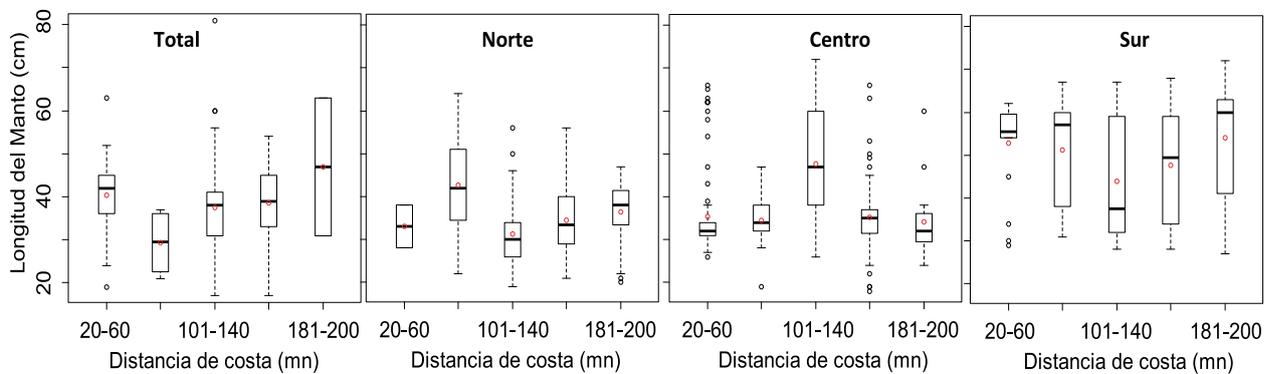


Figura 27.- Estructura de tallas de calamar gigante, por distancia de costa. Zonas norte, sur, círculos rojos dentro de las barras representan medias, círculos extremos fuera de las barras representan valores atípicos. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1911-12 BIC Olaya y Humboldt

En el análisis por sexo, se evidencia mayor proporción de hembras menores a 40 cm LM, y proporciones similares entre ambos sexos a tamaños mayores de 50 cm LM (Fig. 28).

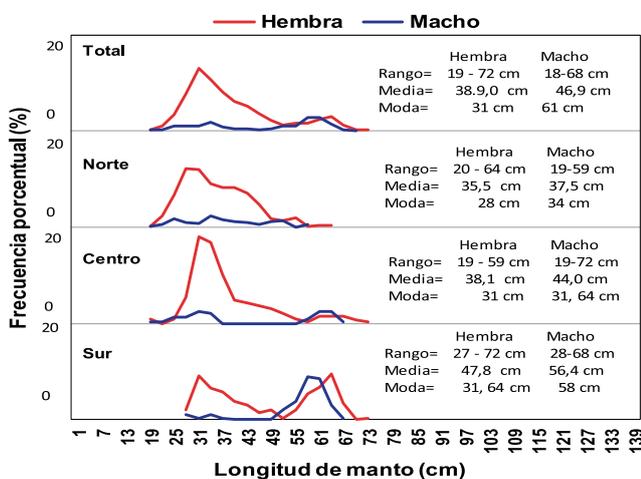


Figura 28.- Estructura de talla de calamar gigante por sexo y zona, con línea de mano con potera. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1711-12 BIC Olaya y Humboldt

Relación longitud peso.- La relación longitud de manto - peso total de los ejemplares capturados con línea de mano con potera, presentó alta correlación ($R^2_{Total} = 0,986$; $R^2_{Hembras} = 0,984$; $R^2_{Machos} = 0,992$), mostrando crecimiento isométrico en ambos sexos (Fig. 29).

Estado reproductivo.- El análisis de 1030 ejemplares de calamar gigante (829 hembras y 201 machos) capturados con línea de mano con potera, mostró predominio de ejemplares en estadio maduro en ambos sexos y, de individuos maduros para machos y en desove para hembras; en menor proporción hubo ejemplares inmaduros y en maduración (Fig. 30).

En la relación talla-madurez, al norte y sur, predominaron hembras maduras a partir de 34 cm de LM e inmaduros (ejemplares menores); en la zona sur se observó mayor presencia de individuos desovantes (Fig. 31).

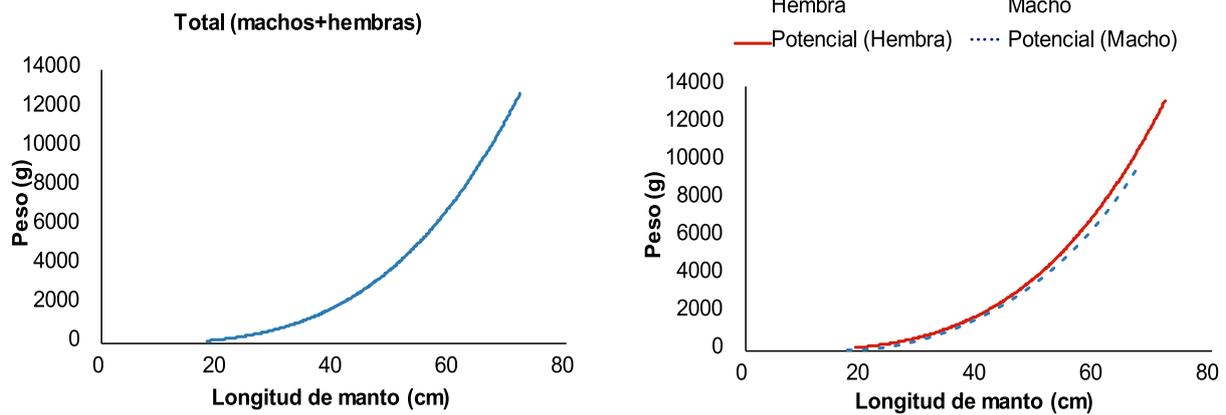


Figura 29.- Relación longitud de manto - peso total del calamar gigante. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr1812-1901 BIC Olaya Balandra y Humboldt

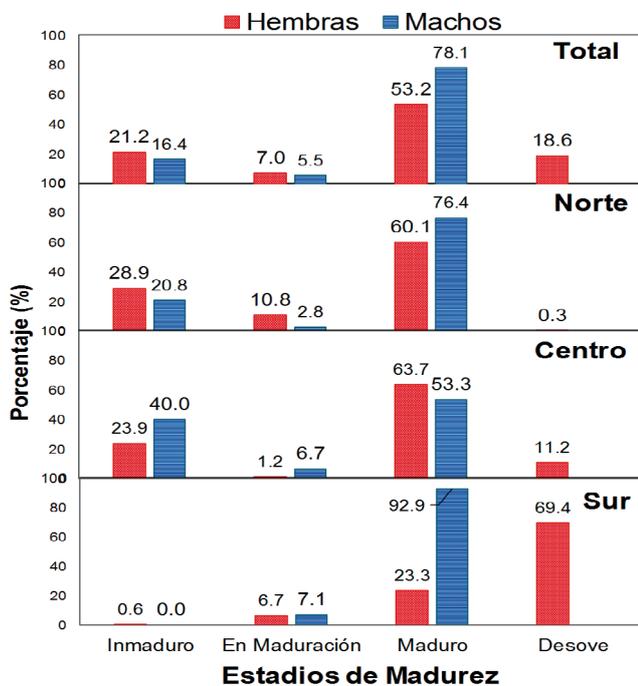


Figura 30.- Estadios de madurez de *D. gigas*. Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1911-12 BIC Olaya y Humboldt

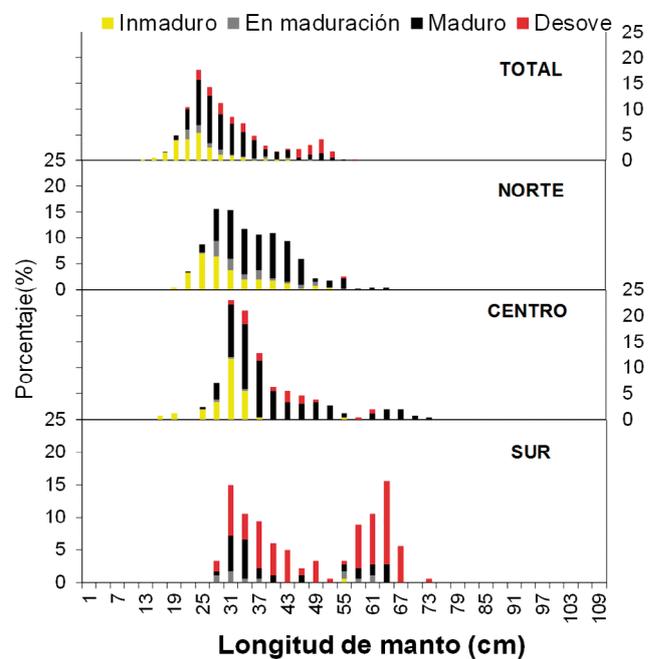


Figura 31.- Relación talla-madurez de hembras de *D. gigas*. Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1911-12 BIC Olaya Balandra y Humboldt

Distribución de estadios de madurez por latitud y distancia a la costa

Latitudinalmente predominaron hembras maduras entre 4 - 8°S y 11 - 15°S, registrando mayores concentraciones entre 100 - 200 mn de costa. En la zona sur (16-19°S) destacaron hembras desovantes, mayores concentraciones entre 150 - 200 mn de costa (Fig. 32). Por distancia a la costa no se observó tendencia clara en la distribución de hembras maduras y desovantes.

Análisis genético

En el proceso de extracción de ADN de muestras procedentes de la zona norte (n= 180), divididas en tres grupos (n= 60 por grupo) según distancia a la costa (cercana a 40 mn, cercana a 200 mn, y entre ambas distancias), se presentaron índices de calidad 260/280 y 260/230 adecuados (1,7-2,0), con bajos niveles de degradación de ADN.

OTRAS ESPECIES DE INVERTEBRADOS Y PECES

Se detalla la presencia de otros invertebrados (cefalópodos y crustáceos) y peces que fueron registrados en las capturas con la red de arrastre pelágica.

***Pleuroncodes monodon* "múnida", "camaroncito rojo".-** El rango de tallas comprendió entre 7 - 19 mm de longitud de cefalotórax (LC), con media y moda en 15 mm de LC. Las hembras representaron el 24,1% del total de individuos analizados, del cual 22,5% fueron portadoras de huevos (ovígeras), observándose mayor incidencia en 8°S y 9°S.

***Abraliopsis* sp.-** La estructura de tallas de 345 ejemplares analizados estuvo comprendida entre 10 y 48 mm de LM, con media de 31,1 mm y moda de 28 mm de LM.

***Argonauta* sp. -** Del análisis de 246 ejemplares, se observó rango de tallas entre 7 y 46 mm de LM, con media de 20,7 mm y moda en 22 mm de LM.

***Todarodes filippovae*.-** Se presentó baja incidencia de ejemplares de esta especie (11) durante las operaciones de línea de mano con potera entre bahía Independencia y Morro Sama; el rango de tallas fluctuó entre 12 y 27 cm de LM.

***Vinciguerria lucetia* ""vinciguerria" o "portador de luces".-** La estructura de tallas estuvo comprendida entre 20 y 78 mm de longitud total (LT), con media de 54,4 mm y moda en 55 mm de LT.

***Engraulis ringens* "anchoveta".-** La estructura por tamaños osciló entre 2,0 y 16,5 cm de longitud total (LT), con media de 10 cm, moda principal en 10,5 cm y secundarias en 4,0 cm y 13,5 cm (Fig. 33). El 56,5% de ejemplares analizados estuvieron por debajo de la talla mínima de captura (12 cm LT).

Respecto a la condición reproductiva, se observaron ejemplares maduros (fase 3) y desovantes (fase 4), en proceso de recuperación gonadal (fase 5) en las zonas norte-centro y sur. Esta condición reproductiva se condice con el índice gonadosomático (IGS) calculado para cada zona, el cual fue 6,7 (zona norte-centro) y 5,6 (zona sur).

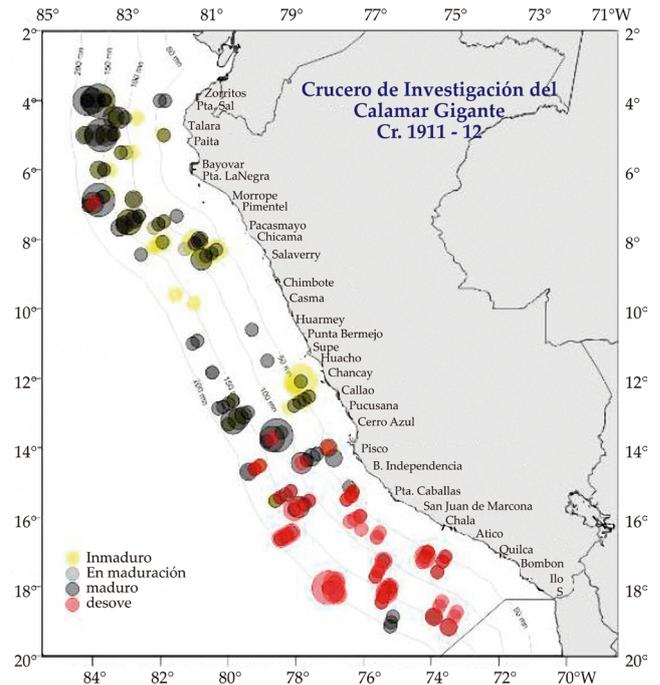


Figura 32.- Estadios de madurez gonadal de hembras de *D. gigas*, por latitud y distancia a la costa. Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1911-12 BIC Olaya y Humboldt

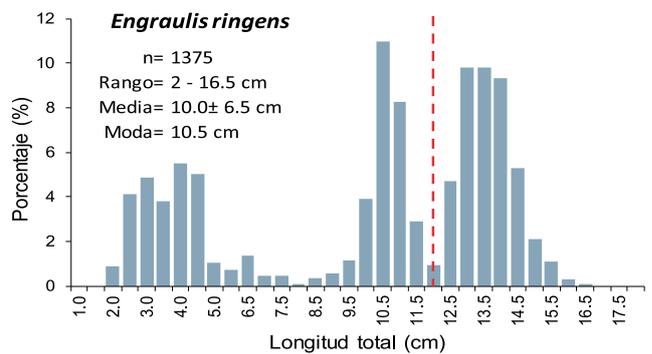


Figura 33.- Estructura de tallas de anchoveta. Cr. de investigación del calamar gigante. Cr1911-12, BIC Olaya y Humboldt

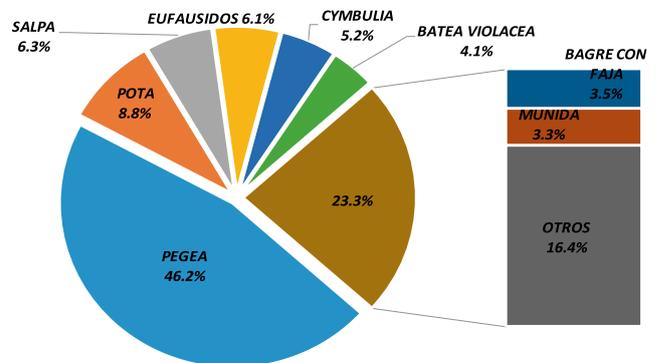


Figura 34.- Composición de especies de la captura obtenida en arrastres de media agua de la zona norte. Cr1911-12, BIC Olaya y Humboldt

Trachurus murphyi "juel".- La estructura de tallas fue unimodal en 4 cm de longitud total (LT), en un rango de 2 a 11 cm que correspondió a ejemplares juveniles, con una media de 4,7 cm de LT.

BIODIVERSIDAD

Composición por especies de peces e invertebrados en la red de arrastre pelágica

La captura total de peces e invertebrados en la red de arrastre pelágica fue 386,3 kg, constituido por 103 especies, entre las cuales destacaron los

grupos de peces (43), moluscos (23), cnidarios (12), artrópodos (12), tunicados (10) y ctenoforos (2) (Tabla 6). Se incluye un grupo gelatinoso y un cnidario no identificado.

La especie de mayor captura fue vinciguerría (170,3kg), seguido por el molusco holoplanctónico *Pterotrachea* sp. (51,8 kg) y *Pegea* sp. (36,2 kg). Otras especies presentes en las capturas fueron anchoveta (23,5 kg) y calamar gigante (16,8 kg); mientras que las demás representaron menos del 8%, entre ellos un cnidario de la Clase Scyphozoa (3,8%) y los tunicados *Pyrosoma* sp. (1,9%), *Salpa* spp., entre otros (1,7%) (Fig. 34).

Tabla 6.- Listado de especies y capturas (kg) de peces e invertebrados registrados por zonas en los lances de red de arrastre de media agua. Crucero de Investigación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) Cr. 1911-12

GRUPO	NOMBRE CIENTIFICO	Z. NORTE	Z. CENTRO	Z. SUR	
ARTHROPODA	<i>Amphipoda</i>	0.000	0.000	0.002	
	<i>Caridea</i>	0.000	0.000	0.0001	
	<i>Isopoda</i>	0.000	0.000	0.0001	
	<i>Oxycephalus</i> sp.	0.000	0.000	0.026	
	<i>Phronima</i>	0.0002	0.000	0.000	
	<i>Pleuroncodes monodon</i>	2.618	0.000	0.0004	
	<i>Rhabdosoma</i> sp.	0.000	0.000	0.0002	
	<i>Sergestidae</i>	0.008	0.000	0.009	
	<i>Squillidae</i>	0.030	0.000	0.000	
	<i>Stomatopoda n.d.</i>	0.000	0.000	0.0002	
	<i>Euphausia mucronata</i>	4.796	0.524	0.000	
	<i>Euphausia</i> sp.	0.000	0.000	5.627	
	CHORDATA	<i>Anguiliforme</i>	0.000	0.000	0.000
		<i>Bathylagidae</i>	0.000	0.000	0.096
		<i>Belontiidae</i>	0.000	0.000	0.054
		<i>Carangidae</i>	0.023	0.000	0.000
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>		0.000	0.000	0.069	
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>		0.179	0.000	0.000	
<i>Cyclopsetta</i> sp.		0.009	0.000	0.000	
<i>Desmodema lorum</i>		0.716	0.000	0.000	
<i>Diogenichthys laternatus</i>		0.000	0.000	0.797	
<i>Diogenichthys laternatus</i>		0.605	0.000	0.000	
<i>Engraulis ringens</i>		0.233	3.434	23.516	
<i>Exocoetidae</i>		0.000	0.004	0.910	
<i>Fistularia corneta</i>		0.000	0.000	0.000	
<i>Galeichthys peruvianus</i>		2.764	0.000	0.000	
<i>Gempylus serpens</i>		0.312	0.000	0.000	
<i>Gobiidae</i>		0.002	0.000	0.001	
<i>Hirundichthys rondeletti</i>		0.165	0.000	0.000	
<i>Lampanyctus omostigma</i>		0.000	0.000	0.393	
<i>Lampanyctus</i> sp.		0.097	0.000	0.000	
<i>Larva Leptocephalus</i>		0.140	0.029	0.024	
<i>Leuroglossus stilbius</i>		0.049	0.000	0.033	
<i>Myctophum</i> sp.		0.013	0.000	0.000	
<i>Myctophidae</i>		0.001	0.000	0.693	
<i>Myctophum aurolateratum</i>		0.024	0.051	1.146	
<i>Myctophum nitidulum</i>		0.000	0.000	0.005	
<i>Nomeidae</i>		0.031	0.005	0.000	
<i>Pez n.d. 1</i>		0.000	0.000	0.000	
<i>Pez n.d. 2</i>		0.000	0.000	0.044	
<i>Pez n.d. 3</i>		0.000	0.000	0.070	
<i>Pleuronectiforme</i>		0.071	0.000	0.000	
<i>Psenes sio</i>		0.027	0.000	0.061	
<i>Pteroplatytrion violacea</i>		3.250	0.000	0.000	
<i>Sarda chilensis chilensis</i>	1.136	0.000	0.004		
<i>Scomber japonicus</i>	0.000	0.000	0.071		
<i>Scomberesox saurus scombroides</i>	0.149	0.000	0.135		
<i>Scopelosaurus</i> sp. c.f.	0.000	0.000	0.001		
<i>Selene peruviana</i>	0.002	0.000	0.000		
<i>Sphaeroides trichocephalus</i>	0.025	0.000	0.000		
<i>Stomias atrioenter</i>	0.000	0.000	0.005		
<i>Trachipteridae</i>	0.001	0.000	0.000		
<i>Trachurus murphyi</i>	0.000	0.096	1.479		
<i>Trichiurus lepturus</i>	0.000	0.000	0.001		
<i>Triphoturus mexicanus</i>	0.043	0.000	0.000		
<i>Vinciguerria lucetia</i>	2.038	0.095	170.271		
<i>Scombridae</i>	0.0003	0.000	0.000		
CNIDARA	<i>Cnidaria 2</i>	0.000	0.000	0.049	
	<i>Aequorea</i> sp.	0.000	0.000	0.114	
	<i>Atolla</i> spp.	0.262	0.238	0.209	
	<i>Cnidaria 3</i>	0.000	0.000	0.080	
	<i>Cnidaria 5</i>	0.000	0.000	0.102	
	<i>Cranchia scabra</i>	0.000	0.000	0.004	
	<i>Hippopodius hipopus</i>	0.010	0.036	0.000	
	<i>Liriope tetraphylla</i>	0.146	0.000	0.000	
	<i>Scyphozoa</i>	0.000	14.870	0.000	
	<i>Siphonophora</i>	0.905	0.002	0.054	
	<i>Siphonophora sp1</i>	0.000	0.000	0.013	
	<i>Soestia zonaria</i>	0.000	0.000	5.939	
	<i>Especie no identificada</i>	0.006	0.000	0.000	
	CTENOPHORA	<i>Ctenophora n.d.</i>	0.000	0.000	0.077
		<i>Hormiphora</i> sp	0.042	0.000	0.000
	MOLLUSCA	<i>Abraliopsis affinis</i>	0.134	0.000	0.662
		<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	0.000	0.000	0.011
<i>Argonauta</i> spp.		0.109	0.013	0.627	
<i>Bolitaena</i> sp.		0.000	0.000	0.133	
<i>Chiroteuthis veranyi</i>		0.000	0.000	0.023	
<i>Cranchiidae</i> sp. 1		0.000	0.000	0.001	
<i>Cymbulia</i> sp		4.060	0.000	0.000	
<i>Doryteuthis gahi</i>		0.000	0.000	0.001	
<i>Dosidicus gigas</i>		6.856	5.095	4.876	
<i>Gonatus antarcticus</i>		0.045	0.000	0.056	
<i>Leachia danae</i>		0.000	0.000	0.183	
<i>Leachia dislocata</i>		0.000	0.000	0.015	
<i>Leachia pacifica</i>		0.040	0.000	0.000	
<i>Leachia</i> sp.		0.000	0.000	0.165	
<i>Loliginidae</i>		0.000	0.000	0.001	
<i>Octopodidae</i>		0.000	0.000	0.024	
<i>Onychoteuthis banksii</i>		0.386	0.021	0.140	
<i>Pterigioteuthis</i> spp.		0.012	0.000	0.000	
<i>Pterotrachea</i> sp.		0.467	0.002	51.810	
<i>Pterygioteuthis</i> sp.	0.000	0.000	0.002		
<i>Stenoteuthis</i> sp.	0.0004	0.000	0.000		
<i>Todarodes filippovae</i>	0.000	0.000	0.412		
OTROS	<i>Gelatinoso</i>	0.943	0.963	0.000	
UROCHORDATA	<i>Cyclosalpa cf. bakeri</i>	0.000	0.085	0.000	
	<i>Cyclosalpa</i>	1.811	0.000	0.000	
	<i>Pegea</i> spp.	36.216	0.000	0.000	
	<i>Pyrosoma</i> sp.	1.438	0.000	7.489	
	<i>Salpa fusiformis</i>	0.000	0.000	0.005	
	<i>Salpa</i> sp 1	0.000	0.000	1.250	
	<i>Salpa</i> spp.	4.897	1.003	0.765	
	<i>Salpidae</i>	0.000	0.000	0.036	
	<i>Salpidae 1</i>	0.000	0.000	0.136	
	<i>Salpidae 2</i>	0.000	0.000	0.350	
Total		78.33880	26.56590	281.36015	

Zona Norte

Fue la zona con mayor captura de otras especies (72,8%) principalmente tunicados, salpa *Pegea* sp. (46,2%), seguido de calamar gigante (8,8%), salpas (6,3%), *Euphausia mucronata* (6,1%), *Cymbulia* sp. (5,2%) y *Pteroplatytrygon violacea* (Bonaparte) (4,1%).

Las demás especies contribuyeron en 23,3% de la captura total de la zona norte, representando cada una menos de 4%; ejemplo el bagre faja *Galeichthys peruvianus* Lütken (3,5%) y múnida *Pleuroncodes monodon* (3,3%).

Zona Centro

El mayor porcentaje de captura fue de medusas Scyphozoa (56,0%), *D. gigas* (19,2%), *E. ringens* (12,9%), *Salpa* spp. (3,8%), otros gelatinosos (3,6%) y *Euphausia mucronata* (2,0%). Las demás especies en conjunto constituyeron menos del 3,0%.

Zona Sur

La especies más representativas fueron *Vinciguerrria lucetia* (60,5%), el molusco holoplanctónico sp. (18,4%), anchoveta (8,4%), *Pyrosoma* sp. (2,7%), salpa *Soestia zonaria* (Pallas) (2,1%) y *Euphausia mucronata* (Sars) (2,0%). Otras especies, representaron en conjunto 5,9%, con porcentajes individuales menores a 2,0%, entre ellas *D. gigas* (1,7%).

Principales índices ecológicos

En la Tabla 7, se presentan los índices ecológicos por zonas. La zona sur presentó el mayor número de especies (S) en 25 lances de pesca, con 70 especies, en la zona norte se registraron 55 especies en 22 lances, y en la zona centro, 19 especies en 25 lances. La mayor diversidad

Tabla 7.- Índices ecológicos, riqueza de especies (S), diversidad (H'), equidad (J'), dominancia (λ) obtenidos en las zonas norte, centro y sur, en el crucero de calamar gigante 1911-12

	Riqueza (S)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (λ)
Norte	55	0,90331	3,6033	0,96946
Centro	19	0,9535	2,75596	0,95462
Sur	70	0,86951	3,69413	0,96766

de especies se registró al sur, representada por alta variedad de moluscos, decapodiformes y cefalópodos. La zona centro mostró mayor equitatividad de Pielou (J') con distribución más homogénea de organismos. El índice de Dominancia de Simpson (λ) fue mayor en la zona norte, asociada a la abundancia de tunicados como *Pegea* sp. y *Salpa* sp. y a leptomedusas (Cnidarios) no determinadas.

Paralarvas de cefalópodos

Los niveles de abundancia de paralarvas fueron bajas, observando que los estadios rynchonteuthion de *D. gigas* estuvieron en mayor concentración (de 6 a 12 individuos/muestra) frente a Talara (200 mn), Supe (100 mn) y desde Pisco a Punta Caballas entre 40 y 150 mn; mientras que las concentraciones de 2 a 5 individuos/muestra estuvieron frente a Talara (120 mn), Paita (40 mn) y Pimentel (200 mn). Concentraciones mínimas (1 individuo/muestra) se registraron a lo largo del litoral con mayor distribución en la zona centro (Fig. 35).

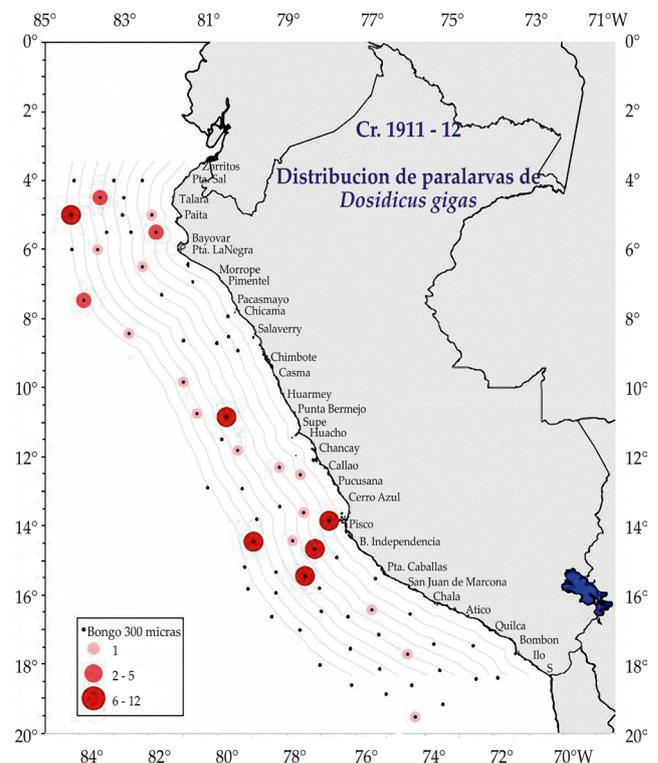


Figura 35.- Distribución espacial de paralarvas de *D. gigas* muestreado con red Bongo 300 μm. Cr1911-12, BIC Olaya y Humboldt

En relación a otras especies de cefalópodos, las paralarvas de *Argonauta* spp., *Japetella diaphana* y *Abraliopsis* sp. fueron las más frecuentes. Las paralarvas de *Ctenopteryx sicula* y Gonatidae, reportadas en el sur, y de *Ancistrocheirus lesueurii*, *Pterygioteuthis* sp. e *Histioteuthis* sp. registradas en el norte-centro, fueron las menos frecuentes. *Argonauta* spp. fue registrada en la mayor parte del área con altas concentraciones. *J. diaphana* y *Abraliopsis* sp. fueron encontradas principalmente en la zona norte frente a Talara/Paita y en el centro de Callao a Pisco.

Composición por especies del ictioplancton

La especie predominante fue *Vinciguerria lucetia*, cuyos huevos y larvas estuvieron distribuidas desde el sur de Paita hasta Morro Sama, entre 30 y 200 mn. Se encontraron también otras especies mesopelágicas como *Diogenichthys laternatus*, *Lampanyctus parvicauda*, *Triphoturus oculeum*, *Bathylagoides wesethi*, entre otros.

Larvas de anchoveta fueron observadas en 3 zonas bien diferenciadas, frente a Salaverry entre 40 y 60 mn, entre Callao - Pisco hasta 170 mn y frente a Mollendo hasta 150 mn; mientras que, huevos de anchoveta estuvieron en las mismas zonas, pero entre 90 y 100 mn.

En la zona centro y sur, el zooplancton gelatinoso fue el grupo predominante, representando hasta el 90% de presencia en las muestras recolectadas, principalmente *Salpa* sp., *Pterotrachea* sp., *Cyclosalpa* sp. entre otros.

DEPREDADORES SUPERIORES

Se realizaron 73 avistamientos con 21.453 individuos, divididos en 4 familias y 15 especies. Se registraron 46 avistamientos de delfínidos (21.410 individuos), 25 de cetáceos mayores (41 individuos) y 2 avistamientos de lobos marinos (2 individuos) en 4746,05 km de muestreo entre Punta Sal (Tumbes) y Cerro Azul (Lima) (Tabla 8).

El delfín común de hocico corto *Delphinus delphis* fue la especie más abundante durante el recorrido, registrando un total de 16.495 individuos, entre 6 y 13°S, con los grupos más numerosos frente a Punta La Negra, Chicama y Salaverry (1000-4000 ind) a 150 mn. El delfín mular *Tursiops truncatus* (3.995 individuos) se distribuyó entre 5-9,5°S y 12-13°S, observando el grupo más numeroso frente a Chicama. El *Delphinus* sp. (515 individuos) se encontró en grupos mixtos con los delfines antes mencionados, principalmente a 70 mn frente a Ancón.

Tabla 8.- Composición de mamíferos marinos registrados entre Punta Sal (Tumbes) y Cerro Azul (Lima). durante el Crucero de Investigación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) Cr. 1911-12

Familia	Especie		Abundancia	Frecuencia	Abundancia %	Frecuencia %
	Nombre científico	Nombre Común				
Otaridae	<i>O. flavescens</i>	Lobo chusco	2	2	0	2,7
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera edeni/borealis</i>	Ballena Bryde-Sei	15	11	0,1	15,1
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena de aleta	1	1	0	1,4
	<i>Balaenoptera</i> sp.	Ballena	3	2	0	2,7
	Balaenopteridae	Ballena	2	1	0	1,4
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	4	2	0	2,7
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	16	8	0,1	11,0
Balaenopteridae	<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común de hocico corto	16 495	17	76,9	23,3
	<i>Delphinus capensis</i>	Delfín común de hocico largo	280	5	1,3	6,8
	Delphinidae	Delfín	10	1	0	1,4
	<i>Delphinus</i> sp.	Delfín	515	3	2,4	4,1
	<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	85	6	0,4	8,2
	<i>Globicephala</i> sp.	Delfín piloto	26	3	0,1	4,1
	<i>Orcinus orca</i>	Orca	4	1	0	1,4
	<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín mular	3 995	10	18,6	13,7
Total general			21 453	73	100	100

La especie más frecuente fue el delfín de hocico corto *Delphinus delphis*, con 17 avistamientos entre Punta La Negra y Chimbote, la segunda especie más frecuente fue la ballena de Bryde/Sei *Balaenoptera edeni/borealis* con 11 avistamientos entre Paita y Pimentel y finalmente el delfín mular *Tursiops truncatus* con 10 avistamientos desde Paita hasta Pimentel, volviendo a registrarse entre Callo y Pucusana.

Los delfines, en su mayoría *Delphinus delphis*, se distribuyeron en la zona oceánica entre Pimentel y Pucusana asociados a ASS, y frente a Talara y Punta la Negra relacionados con ATS y AES. Se observó que la distribución de las ballenas, principalmente la ballena de Bryde/Sei y el cachalote (*Physeter macrocephalus*), estuvo relacionada con ASS y aguas de mezcla (ACF+ASS), así como registros acústicos de salpas, eufáusidos y vinciguerra; en el norte de Pimentel estuvo asociada con AES.

De las aves marinas se registraron 2 especies de albatros: el albatros de Galápagos (*Phoebastria irrorata*) que se reproduce en la isla Española en Galápagos y el albatros de Salvin (*Thalassarche salvini*) procedente de las islas Bounty en Nueva Zelanda. Estas especies son importantes pues indicarían que llegan a nuestra costa para alimentarse.

Los albatros mencionados se registraron en 51 avistamientos siendo el albatros de Galápagos el más frecuente y con mayor número de individuos (45), entre 40 y 120 mn desde Punta Sal a Pucusana. También se reportó la especie *Phaeton aetherus* (ave del trópico), típica de aguas oceánicas, entre 100 y 150 mn frente a isla Lobos de Tierra, Huarmey y Pucusana.

4. CONCLUSIONES

El calamar gigante presentó amplia distribución espacial desde 38 hasta 194 mn de distancia a la costa. Las mayores densidades fueron localizadas frente a Pta. Sal y Salaverry (4-8°30'S) desde 80 hasta 190 mn de distancia a la costa, y frente a Mollendo-Ilo desde 90 hasta 120 mn de la costa. El índice de concentración fue mayor en 3, 4 y 5°S, con valores entre 76,9-100,6 m²/mn² y en 8°S y 13°S, entre 56,8 y 53,3 m²/mn². Verticalmente, se distribuyó desde 2 m hasta 420 m de profundidad.

En el análisis latitudinal, los mayores valores de CPUE se encontraron al norte, tendiendo a disminuir hacia la zona sur, situación que se vio reflejada también en la pesquería del recurso durante el 2018 y 2019; sin embargo, en el 2015 y 2016 se evidenciaron valores de CPUE ligeramente mayores en la zona sur, debido a que El Niño 2015-2016, de intensidad fuerte, afectó la zona norte en donde regularmente se concentra el 88% de las capturas del recurso ocasionando disminución paulatina de los desembarques, con mayor intensidad entre junio de 2015 y febrero de 2016.

De otro lado, por distancia a la costa, se observaron mayores índices de abundancia de pota fuera de las 100 mn, en donde las condiciones oceanográficas estuvieron caracterizadas por presencia de aguas de mezcla de ACF y ASS, a diferencia de lo observado en la pesquería del recurso, donde los mayores valores se registraron en el rango de 60-80 mn, asociado a la autonomía de las embarcaciones artesanales poteras.

Predominaron ejemplares de tamaño pequeño y mediano, similares a los registrados desde 1989 hasta el 2000, año a partir del cual se evidenció el cambio en las características fenotípicas en cuanto a tallas, con la presencia de ejemplares de mayor tamaño de madurez (CSIRKE *et al.*, 2018; ARGUELLES y TAIPE, 2018).

5. REFERENCIAS

- ARGUELLES J, TAIPE A. 2018. Variabilidad espacio temporal de la estructura por tallas de *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) en aguas peruanas entre 1958 y 2015. Bol Inst Mar Perú. 33(2): 167-174.
- CASTILLO R, PERALTILLA S, ALIAGA A, FLORES M, BALLÓN M, CALDERÓN J, GUTIÉRREZ M. 2009. Protocolo técnico para la evaluación acústica de las áreas de distribución y abundancia de recursos pelágicos en el mar peruano. Versión 2009. Inf Inst Mar Perú. 36(1-2): 7-28.
- CHIRICHIGNO N, VÉLEZ J. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú (2da. Edición). Publ. Especial Inst Mar Perú. 502 pp.
- CSIRKE J. 2018. Informe sobre los resultados de la 6ta reunión del Comité Científico (SC-06) de la Organización Regional de Ordenación Pesquera del Pacífico Sur (OROP-PS), llevada a cabo en Puerto Varas, Chile, del 9 al 14 de setiembre 2018. Informe al IMARPE del 18 de octubre de 2018. 106 pp.
- DE ROBERTIS A, HIGGINBOTTOM I. 2007. A post-processing technique for estimation of signal-to-noise ratio and

- removal of echosounder background noise. ICES Journal of Marine Science. 64: 1282-1291.
- DEMER D A, BERGER L, BERNASCONI M, BETHKE E, BOSWELL K, CHU D, DOMOKOS R, DUNFORD A, FÄSSLER S, GAUTHIER S, HUFNAGLE L, JECH M, BOUFFANT N, LEBOURGES-DHAUSSY A, LURTON X, MACAULAY G, PERROT Y, RYAN T, PARKER-STETTER S, STIENESSEN S, WEBER T, WILLIAMSON N. 2015. Calibration of acoustic instruments. ICES Cooperative Research Report No. 326: 1-133. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.5494>
- FISCHER W, KRUPP F, SCHNEIDER W, SOMMER C, CARPENTER K E, NIEM V H. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Plantas e invertebrados, Rome, Vol. I: 1-646 p.
- GUEVARA-CARRASCO R, MARIÁTEGUI L, YAMASHIRO C. 2018. Aspectos de la ordenación pesquera del calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*) y la variabilidad climática en el Perú. Bol Inst Mar Perú. 33(2): 285-301.
- GUTIÉRREZ M. 2014. Dinámicas e interacciones entre las principales especies pelágicas costeras y oceánicas de la Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt entre 1966 y 2012. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Federico Villarreal. 306 pp.
- GUTIÉRREZ M. 2002. Determinación de la Fuerza de Blanco de las principales especies del Mar Peruano. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Federico Villarreal. 81 pp.
- GUTIÉRREZ M. 1999. Mediciones *in situ* de TS a finales de verano 1999. Cr. BIC José Olaya Balandra 9902-03. Inf Inst Mar Perú. 147: 7-10.
- HOLM-HANSEN O, LORENZEN C J, HOLMES R W, STRICKLAND J D H. 1965. Fluometric determination of chlorophyll. Copenhagen, J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 30 N°1(3-15): 13.
- IMARPE 2019. Colecta de tejido muscular del calamar gigante *Dosidicus gigas* para análisis molecular. Instructivo Interno Inst Mar Perú. 10 pp.
- INDACOCHEA A, PAREDES F, ROMERO M, CARBAJAL P, GÓMEZ C, KAMEYA A. 2007. Protocolo: Colecta y conservación de peces, invertebrados y algas marinas bentónicas para su identificación. Inf Int Inst Mar Perú. 15 pp.
- JEREB P, ROPER C F E (Eds.). 2010. Cephalopods of the World. An Annotated and Illustrated. Catalogue of Cephalopod Species Known to Date. Myopsid and Oegopsid Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. FAO, Rome. Vol. 2(4): 605 pp.
- NESIS K. 1982. Cephalopods of the world ocean. "Legkaya I pishchevaia promishlennost"
- SIMMONDS J, MACLENNAN D. 2005. Fisheries Acoustics. Theory and Practice. Second edition published by Blackwell Science. 436 p.
- SIMRAD. 2012. Reference Manual Simrad EK60. Revision D. 2012. Kongsberg, 253 p. https://www.kongsberg.com/globalassets/maritime/simrad/echo-sounders/ek60/operation/164692ad_ek60_reference_manual_english_lores.pdf
- SIMRAD. 2016. Reference Manual Simrad EK80 Revision C. 2016. Kongsberg, 250 p. <https://www.manualslib.com/manual/1657462/Simrad-Ek80.html?page=4#manual>
- TAFUR R, MARIÁTEGUI L, CONDORI W, BUITRÓN B. 2016. Protocolo para muestreo biológico y biométrico de cefalópodos. Inf Inst Mar Perú. 43(4): 375-401.
- TAFUR R, MARIÁTEGUI L, YAMASHIRO C, SANJINEZ M, MENDOZA J. 2019. Protocol for biological and biometric sampling of Jumbo Flying Squid *Dosidicus gigas* (d'Orbigny) in use in Peru. 2nd. Squid Workshop and 7th. Meeting of the Scientific Committee La Havana, Cuba, 7-12 October 2019. 15 p. <http://www.sprfmo.int/assets/2019-SC7/Meeting-Docs/SC7-SQ04-Protocol-for-biological-and-biometric-sampling-of-Jumbo-Flying-Squid-in-Peru.pdf>
- YAMASHIRO C, MARIÁTEGUI L, TAFUR R, CASTILLO G, ARGÜELLES J, GOICOCHEA C, ALEGRE A, SÁNCHEZ J, TAIPE A, SANJINEZ M. 2018. Sistema de monitoreo de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Perú. Bol Inst Mar Perú. 33(2): 222-252.