

## CALAMAR GIGANTE *Dosidicus gigas* EN EL MAR PERUANO, VERANO 2015. Cr. 1501-02

### JUMBO FLYING SQUID *Dosidicus gigas* IN THE PERUVIAN SEA, SUMMER 2015. Cr. 1501-02

Luis Mariátegui<sup>1</sup>      Maria Sanjinez<sup>1</sup>      Jhon Robles<sup>2</sup>      Luis Pizarro<sup>3</sup>  
 Ericka Espinoza<sup>1</sup>      Alex Gamarra<sup>1</sup>      Verónica Blaskovic<sup>1</sup>      Enrique Tello<sup>3</sup>  
 Ricardo Tafur<sup>1</sup>      Fabiola Zavalaga<sup>1</sup>      Dany Ulloa<sup>4</sup>      Carmen Yamashiro<sup>1</sup>

#### RESUMEN

MARIÁTEGUI L, SANJINEZ M, ROBLES J, PIZARRO L, ESPINOZA E, GAMARRA A, BLASKOVIC V, TELLO E, TAFUR R, ZAVALAGA F, ULLOA D, YAMASHIRO C. 2020. El calamar gigante *Dosidicus gigas* en el mar peruano, verano 2015. Cr. 1501-02. *Inf Inst Mar Perú*. 47(2): 164-199.- Se determinó el estado biológico y poblacional del recurso del 21 de enero al 9 de febrero 2015, a bordo de los BIC Olaya y Humboldt. El Olaya navegó entre Paita (5°S) y sur de Pimentel (40 a 200 mn); se efectuaron 82 estaciones. Se capturó 1821,92 kg, el 99% con pinta, el resto con red de arrastre pelágica destacando la anchoveta (74%). El Humboldt trabajó entre bahía Independencia (14°S) e Ilo (18°S) desde 50 hasta 270 mn; se efectuaron 83 estaciones. Se capturó 5.936,57 kg, 99% con pinta. La biomasa total estimada fue 1.898.428 t, 29% correspondió al norte y 71% al sur. Al norte la talla varió entre 22 y 82 cm, media en 59,9 y moda en 64 cm de LM; al sur entre 25 y 102 cm, moda principal en 93 y moda secundaria en 32 cm de LM. Con la red de arrastre se capturaron 3.817 ejemplares de calamar, la talla varió de 1 a 52 cm, moda 3 cm, media 5,1 cm de LM. La sección Paita presentó termoclina conformada por las isotermas de 16 - 23 °C. Dentro de las 60 mn, la termoclina estuvo profunda con isotermas de 17 a 14 °C relacionado a un ramal de la contracorriente sur peruana chilena (CSPC) y el afloramiento de las isotermas de 18 a 20 °C. La salinidad mostró presencia de aguas ecuatoriales superficiales (AES) sobre 30 m de profundidad y por fuera de 120 mn, con temperatura mayor a 23 °C. Las aguas costeras frías (ACF) y las aguas de mezcla predominaron por debajo de 50 m de profundidad hasta aproximadamente 200 m. En la zona sur, la temperatura superficial del mar varió de 21,7 a 24,9 °C, con anomalías térmicas de -1,3 a +3,9 °C, indicando condiciones normales en zonas oceánicas y cálidas en zonas próximas a la costa. La salinidad superficial del mar (SSM) osciló entre 35,108 y 35,622 ups, propias de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), no se registraron aguas de mezcla y ACF. Frente a Quilca, las Aguas Templadas de la Subantártica (ATSA) habrían favorecido el desarrollo del afloramiento costero en áreas próximas a la costa.

PALABRAS CLAVE: calamar gigante, biomasa, ambiente, verano 2015

#### ABSTRACT

MARIÁTEGUI L, SANJINEZ M, ROBLES J, PIZARRO L, ESPINOZA E, GAMARRA A, BLASKOVIC V, TELLO E, TAFUR R, ZAVALAGA F, ULLOA D, YAMASHIRO C. 2020. Jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in the Peruvian sea, summer 2015. Cr. 1501-02. *Inf Inst Mar Perú*. 47(2): 164-199.- Between 21 January and 9 February 2015, the biological and population status of the resource was determined onboard the R/Vs Olaya and Humboldt. The first one sailed between Paita (5°S) and south of Pimentel (40 to 200 nm) and 82 stations were established. A total of 1821.92 kg was caught, 99% of them with handline, the remaining part with pelagic trawl, especially the anchoveta (74%). The R/V Humboldt operated between Independencia Bay (14°S) and Ilo (18°S) from 50 to 270 nm and 83 stations were studied. A total of 5,936.57 kg was caught, 99% of them with a handline. The total estimated biomass was 1,898,428 t, only 29% corresponded to the north and 71% to the south. The size in the north varied between 22 and 82 cm, mean at 59.9 and mode at 64 cm ML, while in the south between 25 and 102 cm, the main mode at 93 and secondary mode at 32 cm ML. The trawl caught 3,817 squids, ranging in size from 1 to 52 cm, mode at 3 cm, mean at 5.1 cm ML. The Paita section showed a thermocline formed by the isotherms of 16 - 23 °C. Within 60 nm, the thermocline was deep with isotherms of 17 to 14 °C related to a branch of the southern Peru-Chile Countercurrent (PCCC) and the upwelling of isotherms of 18 to 20 °C. Salinity showed the presence of surface equatorial waters (SEW) over a depth of 30 m and outside 120 nm, with a temperature higher than 23 °C. Cold coastal waters (FCW) and mixing waters predominated below 50 m depth up to approximately 200 m. Cold coastal waters (CCW) and mixing waters predominated below a depth of 50 m to approximately 200 m. Sea surface temperature in the southern zone varied from 21.7 to 24.9 °C, with temperature anomalies ranging between -1.3 to +3.9 °C, which indicates normal conditions in ocean areas and warm conditions in near-shore areas. Sea surface salinity (SSS) ranged from 35,108 to 35,622 psu, typical of Surface Subtropical Waters (SSW), with no mixing and CCW waters recorded. Off Quilca, the temperate sub-Antarctic waters (SAW) would have favored the development of coastal upwelling in near-shore areas.

KEYWORDS: jumbo flying squid, biomass, environment, summer 2015

1. IMARPE. 1. DGIRDL-(AFIIMM). 2. DGIHSR-ÁFH. 3. DGIOCC. 4. DGIRP. [lmariategui@imarpe.gob.pe](mailto:lmariategui@imarpe.gob.pe)

# 1. INTRODUCCIÓN

La actividad pesquera artesanal en el Perú explota gran variedad de recursos naturales renovables que cohabitan en la Corriente Peruana. El calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas* (d'Orbigny)) es el segundo recurso pesquero de importancia económica del país, su pesquería está constituida principalmente por la artesanal que contribuye con la seguridad alimentaria, la generación de puestos de trabajo e ingreso de divisas.

El calamar gigante es una especie nerítica oceánica de amplia distribución en el Pacífico este, de vida corta y semélparo (desova una vez y muere); son oportunistas que responden rápidamente a los cambios ambientales, lo que determina que sus poblaciones muestren variaciones entre generaciones, lo que es reflejo de cambios en los reclutamientos (NIGMATULLIN *et al.*, 2001; RODHOUSEM, 2001).

La alta plasticidad fenotípica (adaptación a cambios ambientales), rápido crecimiento y oportunismo ecológico posibilitan que esta especie pueda ocupar áreas dejadas por otras especies. Pero su amplia distribución, grandes migraciones y alta mortalidad natural posibilitarían que su abundancia pueda disminuir rápidamente ante condiciones oceanográficas adversas. Cambios drásticos en los tamaños poblacionales han sido observados y reportados en los años 1996 (La Niña) y 1997-98 (El Niño).

Según el Ministerio de la Producción – PRODUCE en el periodo 2010-2013 los desembarques del recurso realizados por la flota calamarera artesanal fueron superiores a 400 mil toneladas anuales y durante el 2014 se capturaron 506 mil toneladas. El análisis mensual de los desembarques en el mismo periodo muestran valores altos en los periodos de verano, otoño e inicios de invierno y valores bajos a finales de invierno y en primavera; este comportamiento no ha sido el mismo para el 2014 presentando valores altos en invierno y primavera.

El calamar gigante se caracteriza por mostrar grandes cambios en abundancia y disponibilidad ante la variabilidad ambiental. En ese contexto se consideró la ejecución de un crucero de investigación para determinar el estado biológico y poblacional en sus principales áreas de concentración en el mar peruano y adyacente,

que se desarrolló a bordo del BIC José Olaya Balandra cubriendo el área entre Paita (5°S) y el sur de Pimentel, de 40 a 200 mn de la costa y del BIC Humboldt que recorrió el área entre bahía Independencia (14°S) e Ilo (18°S) desde 50 hasta 70-270 mn de la costa (mar adyacente). Esta actividad de investigación tuvo un carácter multidisciplinario, que incluyó hidroacústica, mediciones de parámetros biológico-pesqueros y las características oceanográficas, con la finalidad de contribuir al manejo del recurso.

# 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Las áreas geográficas evaluadas se observan en la figura 1. En la zona norte, no se realizó una selección de áreas por considerarse como un solo trayecto. La zona de investigación sur fue subdividida en cuatro áreas para evaluar la disponibilidad del recurso según los siguientes criterios:

Área A: desde Punta Pescadores (16°23'S) a Quilca (16°39'S), donde se ubicó mayor presencia de flota artesanal pesquera dirigida a la captura del recurso.

Área B: desde Lomas (15°32'S) a Ilo (17°38'S), donde se ubica el dominio marítimo nacional en el extremo de la zona sur.

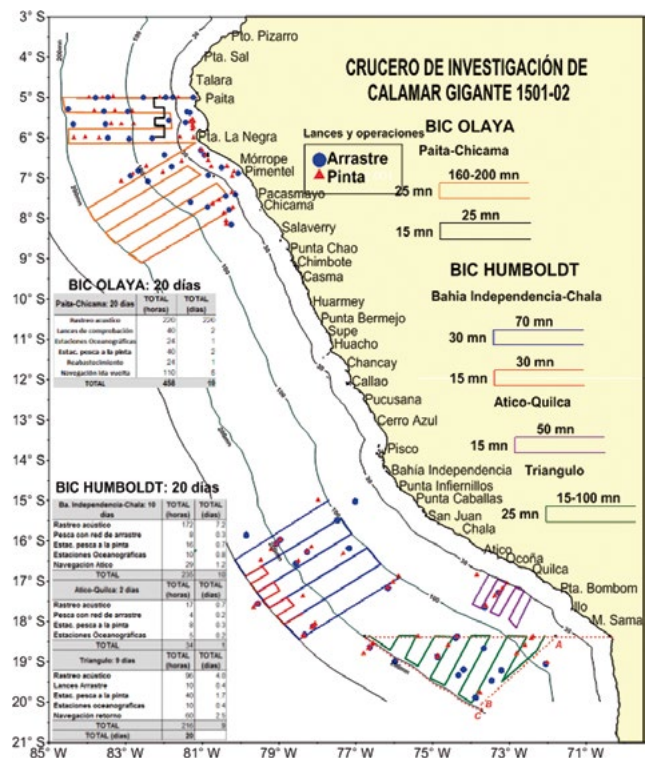


Figura 1.- Áreas geográficas de investigación de calamar gigante. Cr. 1501-02. BIC Olaya y Humboldt

Área C: localizada frente a Bahía Independencia (14°09'S) y Chala (15°47'S) en aguas adyacentes (desde 100 hasta 270 mn).

Área D: comprendida entre Lomas (15°32'S) y Chala (15°47'S), área de pesca de la flota industrial calamarera.

**OCEANOGRAFÍA**

El estudio se realizó en la zona norte de Chicama a Paita y en la zona sur de Ilo a bahía Independencia y desde 210 mn hasta 260 mn, respectivamente, con la finalidad de evaluar las condiciones oceanográficas, biológicas y las corrientes marinas.

Se ejecutaron 512 estaciones oceanográficas superficiales, 38 fueron hidrográficas con lanzamiento de CTD y/o roseta oceanográfica hasta 500 m de profundidad en el BIC Olaya y 300 m de profundidad en el BIC Humboldt (Fig. 2).

En cada estación oceanográfica se obtuvo información de parámetros físicos y químicos del agua de mar. Los registros de temperatura (°C)

en la columna de agua se hicieron con un equipo CTD de *Sea Bird Electronics Inc.* modelo SBE 19 Plus; para la toma de temperatura superficial se empleó un termistor (sensor de temperatura por resistencia) de marca Furuno Modelo MD-500 (BIC Olaya) y Modelo T-2000 (BIC Humboldt) instalado en el casco de las embarcaciones. En el BIC Olaya los datos meteorológicos de temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, temperatura del punto de rocío y radiación solar se tomaron utilizando una estación meteorológica automática VAISALA *Maritime Observation System* modelo MAWS410 (*Measure Automatic Weather Station*).

La obtención de muestras de agua superficial (BIC Olaya) se efectuó empleando un balde de plástico y para la columna de agua se utilizó una roseta oceanográfica *Sea Bird* Modelo SBE-32 con 11 botellas de muestreo, tomándose muestras hasta 500 m de profundidad. En la sección Chicama (estaciones 36 a 41) también se utilizaron botellas Niskin de 5 litros de capacidad. En el BIC Humboldt la diferencia metodológica es que no se empleó la roseta oceanográfica.

Se analizaron 280 muestras de oxígeno disuelto y de potencial de Hidronio (pH); asimismo, se recolectaron 505 muestras para análisis de salinidad. Con la metodología de Winkler modificada por CARRIT & CARPENTER (1966) se determinó el oxígeno disuelto a bordo. Se preservaron 215 muestras en congelamiento (-20 °C) para nutrientes, las que fueron analizadas con el método de STRICKLAND & PARSON (1968) en el laboratorio de Hidroquímica marina. Para la determinación de clorofila-a se tomaron 183 muestras de agua de mar que se analizaron con el método de Holm & Hansen en el Laboratorio de la Sede Central.

Las muestras de zooplancton se recolectaron mediante las redes WP-2, Baby Bongo y Bongo. Las muestras se fijaron en formaldehído al 2% y se etiquetaron para su determinación en la sede central del IMARPE. Todos los arrastres con redes bongo se realizaron a dos nudos de velocidad del buque y con la red WP-2 el tiempo fue de cinco minutos.

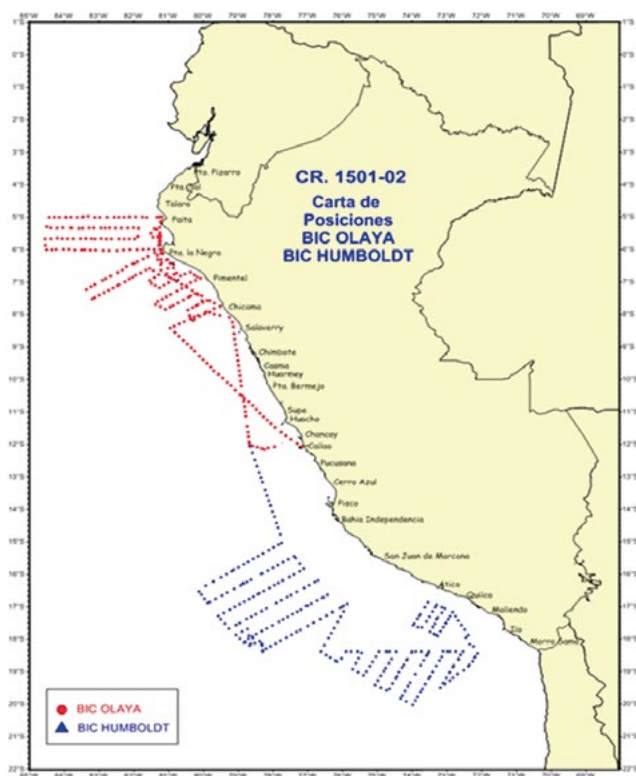


Figura 2.- Localización de estaciones oceanográficas. Cr. 1501-02. BIC Olaya y Humboldt



**PESCA E HIDROACÚSTICA**

**BIC José Olaya Balandra**

Se realizó un rastreo acústico entre Paita y Chicama hasta 200 mn de costa, también se realizaron estos rastreos en dos zonas puntuales que constituyen el área de pesca de la flota artesanal potera, la primera frente a la bahía de Sechura y la segunda alrededor de la isla Lobos de Tierra, dentro de las 25 mn de costa. Se efectuaron 18 transectos de longitudes entre 10 y 200 mn, con separaciones variables de 10 a 20 mn, en 1730 mn (UBMs) de muestreo acústico (área evaluada aproximadamente 33.952 mn<sup>2</sup>)

(Fig. 3); totalizando 34 lances de comprobación con red de arrastre pelágica y 48 operaciones de pesca con línea manual con potera o pinta.

**BIC Humboldt**

Se trabajó entre bahía Independencia (14°09'S) e Ilo (17°38'S) cubriendo las cuatro áreas designadas. Se rastrearon 22 transectos con longitudes entre 15 y 170 mn y separaciones variables de 15 a 30 mn, muestreando 370 mn (UBMs) en un área acumulada de 44.993 mn<sup>2</sup> (Fig. 4). En total fueron 29 lances de comprobación con red de arrastre pelágica y 54 operaciones de pesca con línea de mano con potera o pinta.

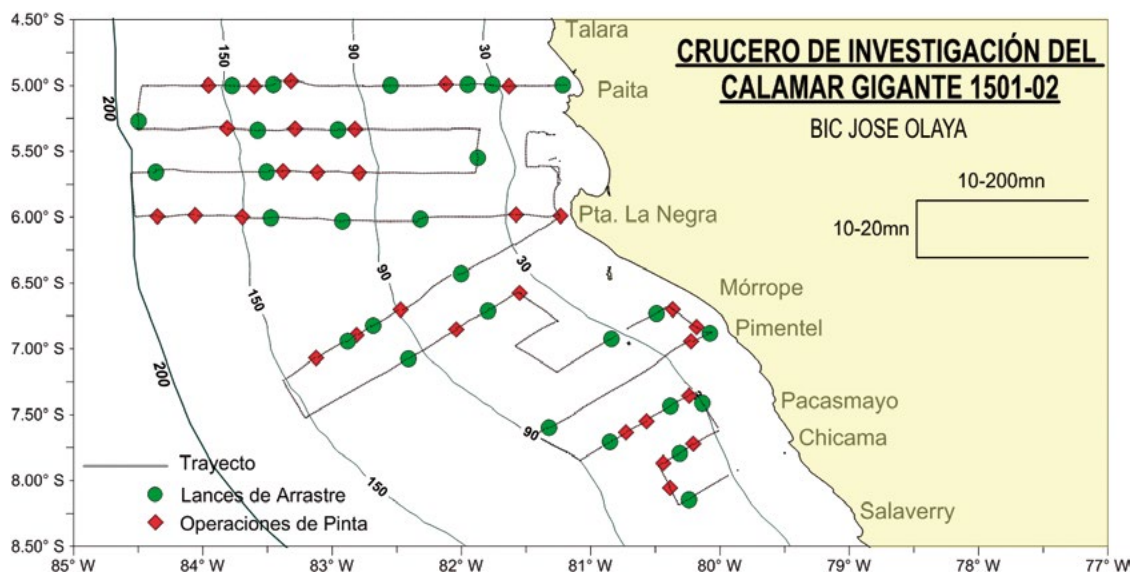


Figura 3.- Trayectos y rastreo del calamar gigante. Cr 1501-02, BIC Olaya

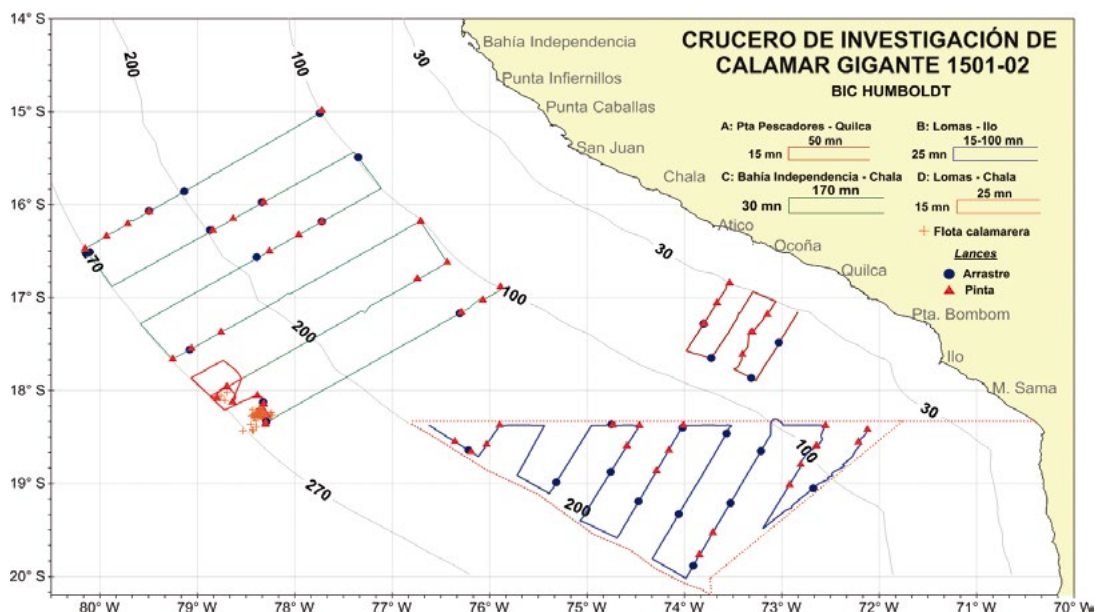


Figura 4.- Trayectos y rastreo de calamar gigante. Cr. 1501-02, BIC Humboldt

La verificación de registros acústicos y asignación de valores de eointegración NASC en el cálculo de la abundancia, fue determinada por la proporción de especies en la captura, discriminando los registros por especies (los calamares poseen baja reflectividad) (GUTIÉRREZ, 2002; ROSAS-LUIS *et al.*, 2011).

En el BIC Olaya se realizaron lances de comprobación, con tiempo de arrastre estándar de 20 minutos, utilizando red de arrastre pelágica de poliamida (PA) modelo Engel 140/1800 MM compuesta de seis paneles, con abertura vertical de 21,6 m y capacidad técnica entre 1,5 a 2 toneladas; longitud total de 62,1 m, longitud de alas de 10,53 m, 6 cuerpos de 38,25 m, antecopo de 2,79 m y copo de 11,45 m de malla anchovetera de 13 mm.

En el BIC Humboldt se usó la red de arrastre pelágica de puertas (OTM código ISSCFG 03.2.1) de poliamida (PA) modelo Engel 998x400 MM de cuatro tapas, con abertura vertical de boca de red de 25 m y capacidad técnica de captura entre 6 y 8 toneladas; longitud total de 127,14 m, longitud de alas de 24,8 m, 4 cuerpos de 82,45 m, antecopo de 4,85 m y copo de 5,04 m de malla anchovetera de 13 mm, para la recolección diurna y nocturna de muestras de pota juveniles y fauna acompañante.

Para la captura de pota adulta y juvenil se usó la línea de mano con potera, con sistema de potencia lumínica de 1,4 kw a babor y 0,4 kw a estribor, entre 18:30 y 05:30 horas (BEN-YAMI, 1990). Las operaciones de pesca se efectuaron con tiempo efectivo de 1 hora. Las siete líneas de mano con poteras (LHP código ISSCFG 09.1.0) tuvieron longitud no menor a 100 m de driza PA 3/16" o papelillo de 1/4" y poteras de 33,5 cm para ejemplares entre 20 y 50 kg, utilizados por la flota artesanal de Paita, constan de un alma de fierro corrugado (varilla de construcción de 3/8" que une al señuelo artificial (acrílico fosforescente de 11,5 cm), con cuatro coronas (de diez ganchos a manera de rosetas) para atraer y enganchar el calamar (NÉDÉLEC y PRADO, 1990); en presencia de ejemplares juveniles se usaron poteras de 14,5 cm con dos coronas de 3,5 cm, compuestas por 14 garfios y señuelo artificial de 6,5 cm (Fig. 5).

El muestreo hidroacústico aplicado fue el sistemático paralelo, con perfiles perpendiculares a la línea de costa y paralelos entre sí (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005; CASTILLO *et al.*, 2008), usando la ecosonda científica Simrad EK60, con transductores split beam de 38 y 120 kHz, en el caso del BIC Humboldt y de 18, 38, 70, 120 y 200 kHz en el caso del BIC Olaya, en intervalos o UBM de 1 mn, conectadas a la estación de trabajo con programa de post procesamiento *Sonar Data EchoView 5.1*.

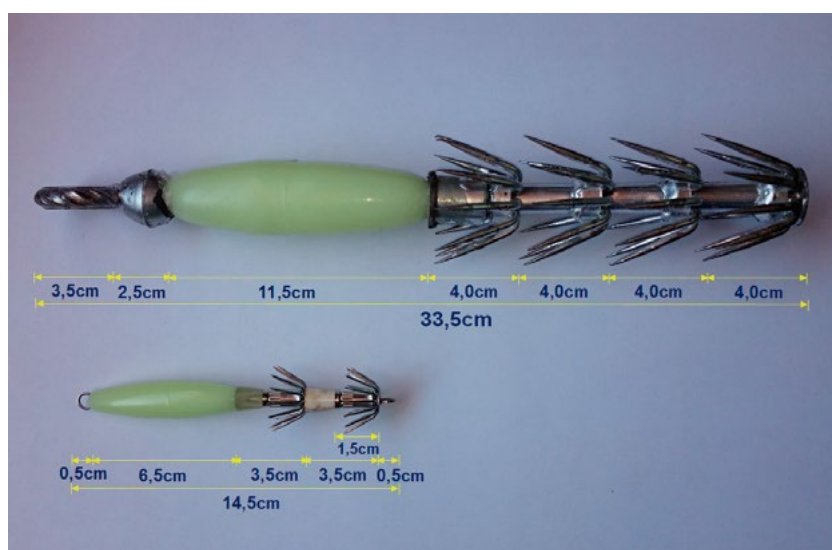


Figura 5.- Dimensiones de poteras

Se usaron los módulos de detección de cardúmenes y ecogramas virtuales, para disgregar los valores de integración, a través de análisis multifrecuencia (CASTILLO *et al.*, 2008) resultado de la composición de los lances de pesca y por características y forma de los ecotrazos de pota y vinciuerria.

Para la estimación de abundancia de pota se usó el método de estratificación descrita en SIMMONDS & MACLENNAN (2005). Las ecuaciones de fuerza de blanco (TS) utilizadas para la estimación de biomasa de pota fueron:

*D. gigas*:  $TS = 20 \log L - 87,2$  (dB), L: 12 y 24 cm (GUTIÉRREZ y HERRERA, 1999)

*D. gigas*:  $TS = 20 \log L - 86,17$  (dB), L: 22 a 38 cm (CASTILLO y GONZALES, 2000)

*D. gigas*:  $TS = 20 \log L - 92,82$  (dB), L: 65,5 a 93,5 cm (CASTILLO y GONZALES, 2000)

## BIOLOGÍA

La composición de las capturas por especies fue determinada a partir de los muestreos de cada operación de pesca tanto con línea de mano con poteras (100% de captura fue calamar gigante) como con red de arrastre pelágica. Para la identificación de los especímenes se consultó a JEREB & ROPER (2005) y CHIRICHIGNO (1998).

Se recolectaron ejemplares de calamar gigante para la determinación de aspectos biométricos y biológicos. La muestra para determinación de estructura de tallas consistió de 4.416 ejemplares (599 ejemplares capturados con muestras poteras y 3.817 con la red de arrastre) de los cuales 690 fueron empleados para el análisis biológico.

La estructura por tamaños de otras especies fue estimada a partir de muestreos biométricos y se estableció la relación longitud–peso total de las principales especies.

Se realizaron mediciones de longitud del manto (LM) al milímetro usando una cinta métrica. En el muestreo biológico se registraron los pesos: total, del manto, de órganos reproductivos (ovario, glándula nidamental y oviducto en las hembras; testículo, órgano espermático y saco espermático en los machos) y de la glándula digestiva; además,

se determinó el sexo y estadios de madurez gonadal, estado de copulación y el grado de llenura del estómago. Para los pesos se utilizaron dos balanzas manuales, la modelo Henkel de 10 g de precisión y la de péndulo de 0,1 g de precisión para las estructuras pequeñas; para el caso de los ejemplares grandes se utilizaron balanzas romanas de 25 y 50 kg y balanzas japonesas (tipo romana).

Se recolectaron estómagos para el análisis del espectro trófico a bordo. Se emplearon como referencia los patrones de otolitos disponibles del Laboratorio de Ecología Trófica y bibliografía especializada según el caso (ÁLAMO y VALDIVIESO, 1987; GARCÍA-GODOS, 2001; QUESQUÉN, 2005). Las presas fueron contabilizadas ( $N^{\circ}$ ), pesadas (g) y se anotó la frecuencia (FO) (HYSLOP, 1980). Basados en estos parámetros expresados en porcentaje, se determinó el nivel de importancia de cada presa con el Índice de Importancia Relativa (IRI) modificado por HACUNDA (1981) y expresado en porcentaje (CORTÉS, 1997).

$$IRI = (\%N + \%W) * \%FO$$

Dónde:

$\%N$ = porcentaje en número de cada ítem presa en los estómagos

$\%W$ = porcentaje en peso de cada ítem presa en los estómagos

$\%FO$ = porcentaje en frecuencia de ocurrencia de cada ítem presa

Los datos fueron agrupados por zonas de extracción (norte y sur) y por arte de pesca. Se recolectaron 413 pares de estatolitos para los estudios de edad y crecimiento. Para los análisis estadísticos se aplicó el programa R versión 3.1.2.

Para la estimación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) con líneas de mano con poteras, se realizaron operaciones de pesca entre las 18:30 y 05:30 horas, en estaciones definidas cada 15 a 20 mn, en las cuales, por hora efectiva de pesca, se contabilizó la cantidad de pota en número y peso capturada por cada uno de los siete pescadores que participaron en las operaciones. Se utilizaron poteras de 33,5 cm con cuatro coronas de ganchos para ejemplares entre 20 y 50 kg y se

registró el número de ejemplares desprendidos o perdidos durante las operaciones. Cuando se presentaron ejemplares medianos y chicos se utilizaron poteras de 14,5 cm, con dos coronas de ganchos, cuyas capturas fueron realizadas por otros pescadores y sólo fueron utilizadas para complementar los muestreos biométricos y biológicos.

### 3. RESULTADOS

#### ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS

##### Condiciones oceanográficas superficiales

**Viento.-** En la zona norte, la distribución superficial del viento varió de 0,7 a 9,7 m/s, cuyo valor promedio fue de 4,97 m/s, los menores registros (< 5,0 m/s) se localizaron en la zona costera frente a Pimentel y, frente a Punta La Negra y Paita se observaron desde la costa hasta 120 mn aproximadamente. Vientos intensos (con velocidades mayores a 8,0 m/s) se registraron en dos zonas: un pequeño núcleo a 95 mn frente a Chicama y otro a 5 mn al sur de Paita, la dirección predominante del viento fue de SE a SSE (Fig. 6a).

**Índice de afloramiento.-** El índice varió de -11,67 a 723,09  $m^3 \cdot s^{-1} \cdot 100 m^{-1}$ , con valor promedio de 216,79  $m^3 \cdot s^{-1} \cdot 100 m^{-1}$ . El valor más alto (723,09  $m^3 \cdot s^{-1} \cdot 100 m^{-1}$ ) se observó en la zona oceánica a 150 mn frente a Pimentel; los menores valores (< 400  $m^3 \cdot s^{-1} \cdot 100 m^{-1}$ ) se observaron desde la costa

hasta aproximadamente 40 mn de distancia (Fig. 6b).

**Índice de turbulencia.-** La distribución del índice de turbulencia varió de 0,34 a 912,67  $m^3/s^3$ , con promedio de 174,79  $m^3/s^3$ ; se observó predominio de valores menores a 300  $m^3/s^3$  en casi toda el área, mientras que valores entre 300 y 650  $m^3/s^3$  se pudieron apreciar entre Paita-Punta La Negra, Pimentel y por fuera de 90 mn frente a Chicama (Fig. 6c).

**Temperatura superficial del mar (TSM).-** Varió de 15,07 a 25,96 °C con promedio de 22,96 °C. Entre el Callao y Paita hubo dos gradientes en la distribución de las isotermas: frente al Callao (16 – 24 °C) y entre Pimentel y Chicama (18 – 24 °C) debido a la proyección de aguas cálidas del oeste. Las temperaturas de 23 y 24 °C a 100 mn de Paita estuvieron asociadas a la presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES). De bahía Independencia a Ilo el panorama fue muy diferente, presentándose un área homotérmica con temperaturas cercanas a 23 °C. Se detectó la presencia de tres núcleos de 24 °C en el límite sur, el núcleo mayor estuvo ubicado frente a Quilca y Mollendo, que modificaron las condiciones oceanográficas hasta 50 mn de la costa (Fig. 7a). En general, las condiciones de la TSM se presentaron dentro de los rangos normales de variación para la estación de verano al norte de Punta La Negra y cálidas al sur de los 6°S.

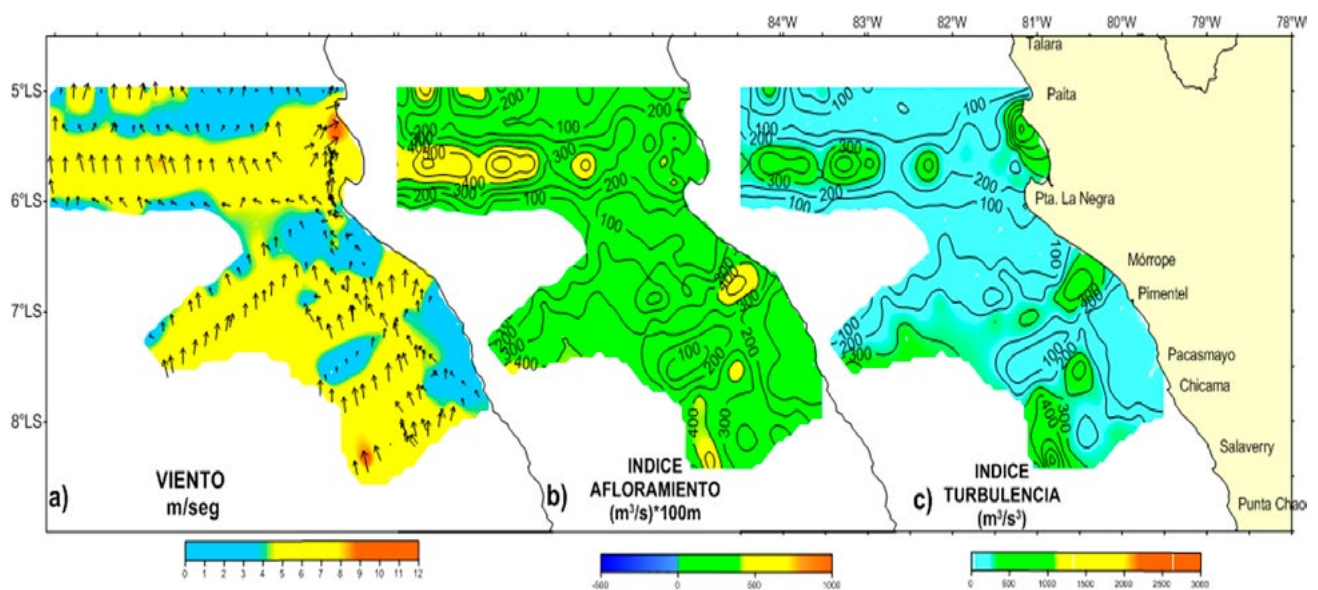


Figura 6.- Distribución superficial a) Viento, b) Índice de afloramiento, c) Índice de turbulencia. Cr. 1501-02, BIC Olaya



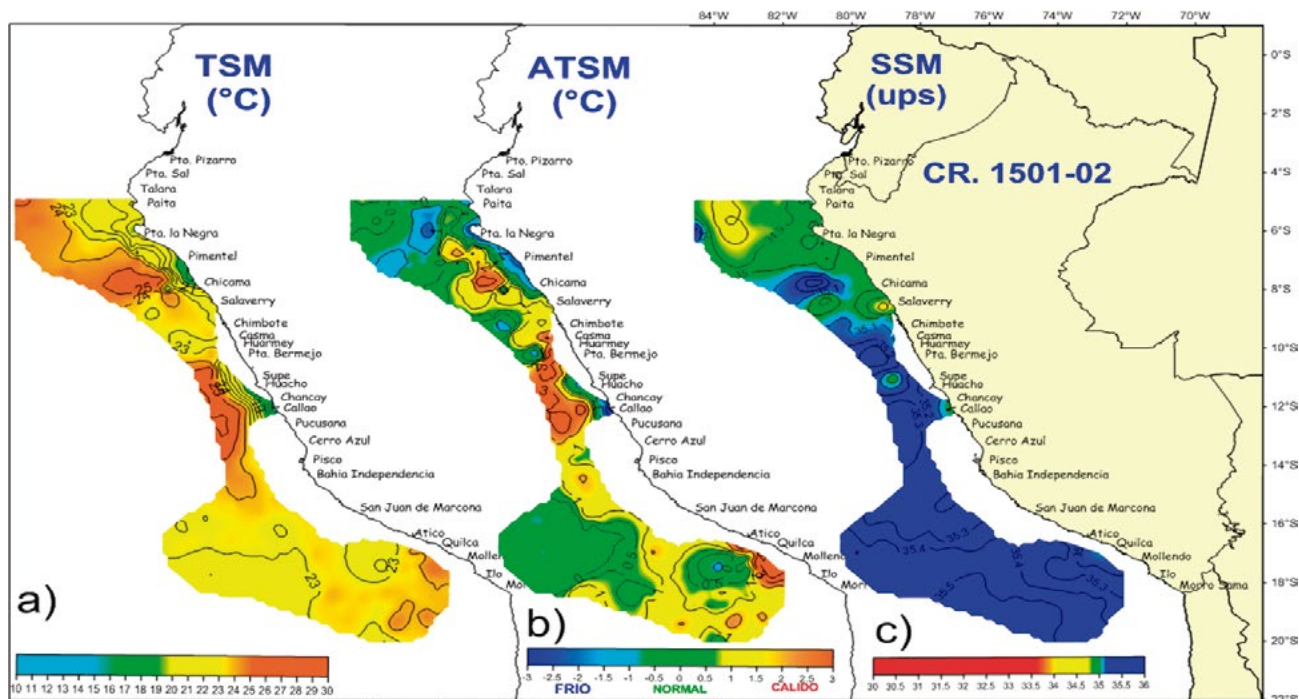


Figura 7.- Distribución superficial: a) Temperatura TSM (°C), b) Anomalías de temperatura ATSM (°C), c) Salinidad SSM (ups). Cr. 1501-02, BIC Olaya y Humboldt

**Anomalía térmica superficial del mar (ATSM).**-

La anomalía varió de -4,33 a +4,60 °C. Anomalía positiva de +3 °C estuvo por fuera de 50 mn entre Chicama y sur de Punta La Negra y con mayor amplitud por fuera de 30 mn de Chimbote-Callao. Anomalías negativas de -1 a -3 °C (condiciones frías) predominaron en la zona costera de Pimentel y Callao; otra amplia área con anomalías negativas se registró en la zona oceánica entre 100 y 120 mn frente a Punta La Negra (Fig. 7b).

En el sur se observaron anomalías de +1,0 a +4,0 °C (condiciones cálidas) en áreas oceánicas y próximas a la costa, destacando un núcleo de +4,0 °C a 30 mn entre Atico-Ilo. Anomalías de -0,5 °C (condiciones normales) se observaron con gran amplitud por fuera de 100 mn entre bahía Independencia-San Juan de Marcona y en forma de núcleos a 50 mn de Atico.

**Salinidad superficial del mar (SSM).**-

Varió de 34,520 a 35,622 ups con salinidad promedio de 35,170 ups. Las ACF con salinidades menores de 35,0 ups mostraron gran amplitud hasta 100 mn de Paita a Pimentel y frente a Chicama. Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) se observaron con una ligera proyección hacia el sur por fuera de 100 mn frente a Paita.

Las ASS se distribuyeron con salinidades de 35,100 a 35,622 ups en gran parte del área estudiada, las que se encontraron a 150 mn de Punta La Negra y con desplazamiento hacia la costa: a 50 mn de Pimentel y a 15 mn de Chimbote y Callao. Esta masa de agua, al sur de bahía Independencia alcanzó mayor amplitud e intensidad que lo observado entre noviembre y diciembre del 2014 (Cr. Pelágico 1411-12). En esta ocasión las salinidades de 35,3 a 35,5 ups, estuvieron asociadas con temperaturas de 22 a 24 °C mientras que las mismas salinidades en diciembre 2014 lo estuvieron con temperaturas de 19 a 20 °C (Fig. 7c).

**Oxígeno superficial del mar (OSM).**-

Las concentraciones se encontraron en el rango de 2,70 a 6,55 mL/L, con promedio de 5,10 mL/L, predominando concentraciones > 5,0 mL/L valores típicos de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) que se localizaron por fuera de 100 mn frente a Paita con temperaturas de 23 y 24 °C. El afloramiento costero con valores bajos en oxígeno estuvo restringido y solo se pudo apreciar frente a Pimentel-Salaverry. Al sur de bahía Independencia predominaron valores de 5 mL/L y pequeños núcleos de 4 mL/L asociados a las ASS (Fig. 8a).



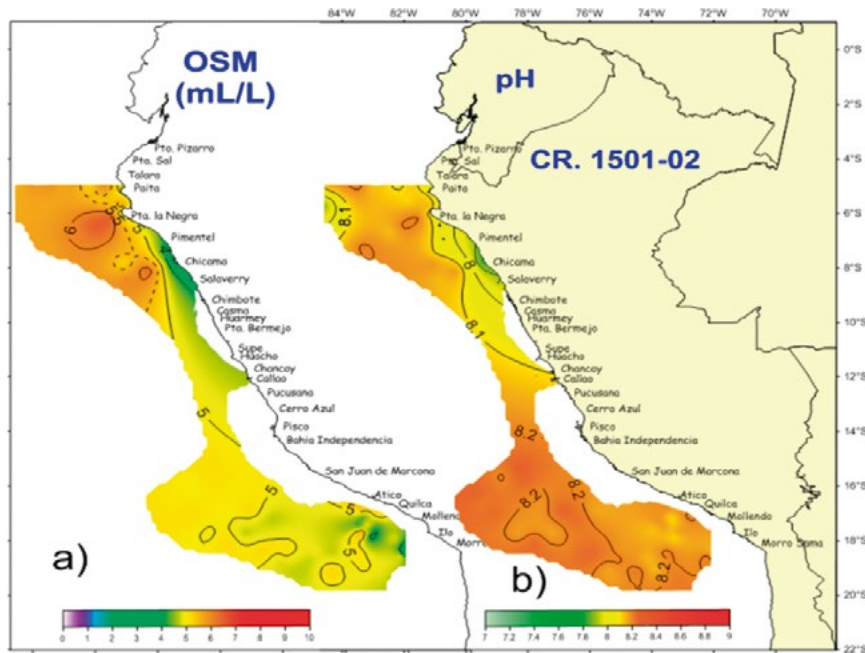


Figura 8.- Distribución superficial: a) Oxígeno, b) Potencial de Hidronio. Cr. 1501-02, BIC Olaya y Humboldt

**Potencial de Hidronio (pH).**- Los valores variaron de 7,82 a 8,26 con promedio de 8,16; las concentraciones con altos valores de pH estuvieron asociadas a aguas cálidas. Mientras que, los valores bajos estuvieron relacionados con aguas de afloramiento, como se apreció frente a Chicama. Al sur de Pisco (8,2) los valores fueron homogéneos (Fig. 8b).

**Condiciones oceanográficas subsuperficiales**

**Topografía de la isoterma 15 °C.**- De acuerdo a su distribución se apreció un flujo subsuperficial moderado, paralelo a la costa de norte a sur de Paita a Chicama, hasta 100 mn del talud continental.

Entre bahía Independencia e Ilo, el flujo subsuperficial fue predominante de sur a norte, ubicándose a profundidades mayores de 80 m en la zona oceánica. La presencia de un núcleo de 100-120 m a 200 mn de Ilo indicó la interacción de la Corriente Subsuperficial Peruano-Chilena (CSPC) con la Corriente Costera Peruana (CCP) (Fig. 9).

**Profundidad de la mínima de oxígeno (mL/L).**- La distribución batimétrica del borde superior de la mínima de oxígeno (< 0,5 mL/L) indicó mayor profundización (200 m) en la zona norte, desde 50 mn de Paita hasta el sur de Punta La

Negra, ascendiendo hacia el sur de Pimentel como producto de un ramal de la CSPC. De bahía Independencia a Ilo, la mínima de oxígeno se ubicó entre 60 y 180 m de profundidad. A 200 mn de Atico se observó la profundización de la mínima del oxígeno, asociada también a la presencia de la CSPC. En general, la zona de mínima de oxígeno (ZMO) en toda el área prospectada se encontró más profunda en la zona norte (Fig. 10).

**SECCIÓN CHICAMA**

Esta sección hidrográfica, realizada el 21 y 22 de enero, mostró una termoclina conformada por las isotermas de 16 a 23 °C sobre 50 m de profundidad, aflorando hacia la superficie las isotermas de 16 y 19 °C conforme se aproximaba a la costa.

La isoterma de 15 °C y la isohalina de 35,0 ups se encontraron dentro de las 50 mn y hasta 150 m de profundidad, denotando presencia de un flujo hacia el sur, que asociadas a los valores de oxígeno permitieron identificar a la CSPC. Las masas de agua que predominaron fueron las ACF con valores entre 35,0 y 34,89 ups en toda la zona examinada. Se apreció un pequeño núcleo de agua de mezcla de 34,8 ups a 75 mn de distancia de la costa como producto de la interacción entre las ACF y ASS.

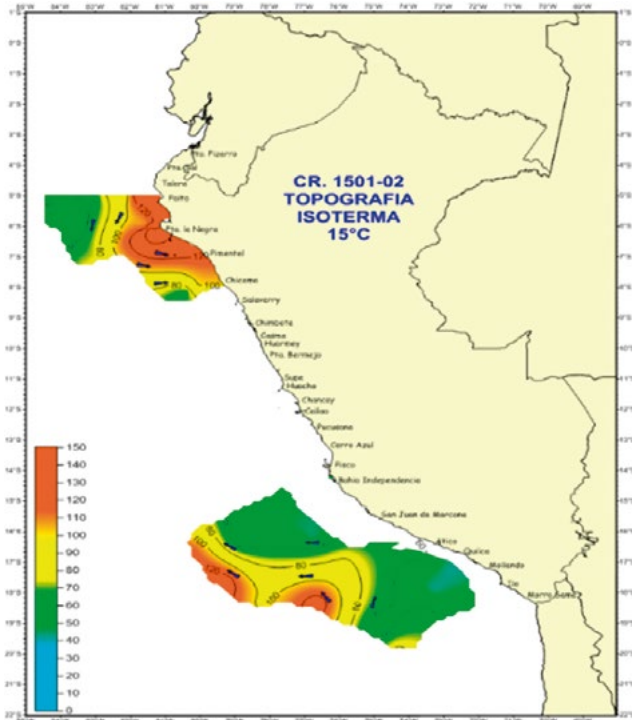


Figura 9.- Topografía de isoterma de 15 °C. Cr. 1501-02 BIC Olaya y Humboldt

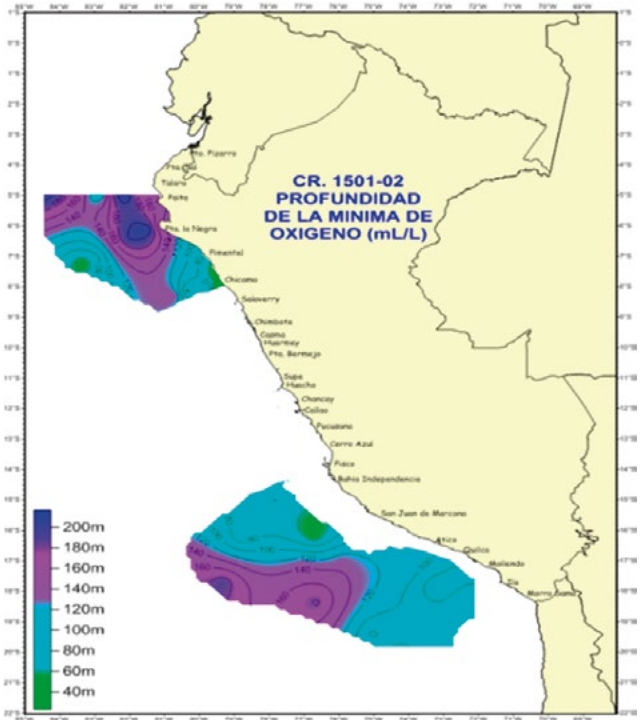


Figura 10.- Profundidad de mínima de oxígeno (mL/L). Cr. 1501-02, BIC Olaya y Humboldt

SECCIÓN CHICAMA (21-22 Enero 2015)

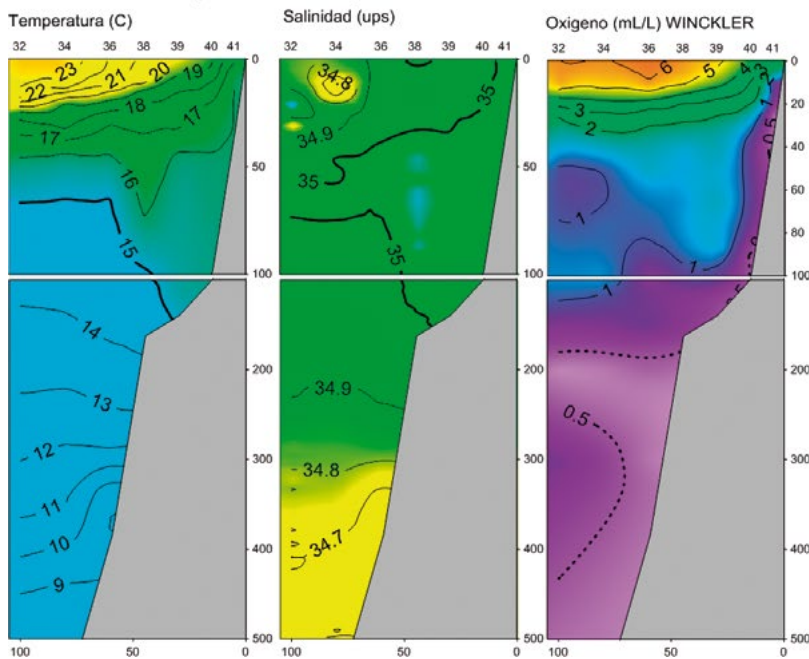


Figura 11.- Sección Chicama 21-22 enero 2015. Temperatura, Salinidad y Oxígeno. Cr. 1501-02. BIC Olaya

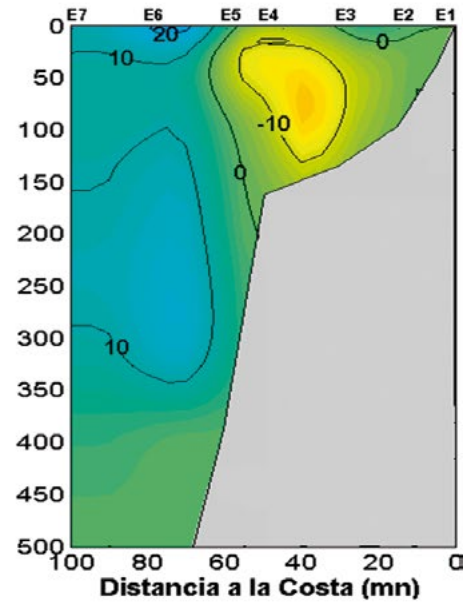


Figura 12.- Sección Chicama 21-22 enero 2015. Corriente geostrofica

El oxígeno registró valores de 5 y 6 mL/L sobre 15 m de profundidad y elevación hacia la superficie de las iso-oxígenas 1-4 mL/L dentro de las 20 mn de la costa, determinando el desarrollo del afloramiento

costero asociado con temperaturas menores de 19 °C y salinidades de 35,0 ups. La ZMO se encontró pegada a la plataforma hasta 200 m de profundidad, para luego profundizarse (Fig. 11).

La corriente geostrofica presentó flujos hacia el sur dentro de las 60 mn, con velocidades de 10 cm/s entre 20 y 150 m de profundidad. Desde 60 hasta 100 mn se observaron flujos hacia el norte en toda la columna de agua, confirmando lo apreciado en la distribución de temperatura salinidad y oxígeno en esta sección (Fig. 12).

**SECCIÓN PAITA**

Esta sección efectuada del 26 al 28 de enero, se caracterizó por presentar la termoclina conformada por nueve isotermas (16 a 24 °C) a distancias mayores de 100 mn y de 20 a 80 m de profundidad. Dentro de las 60 mn se observó la profundización de las isotermas de 17 a 14 °C hasta 200 m, relacionado con un ramal costero de la CSPC y sobre 30 m el ascenso a la superficie de las isotermas de 18 a 20 °C, demostrando el desarrollo del afloramiento costero dentro de 30 mn a la costa.

La estructura halina mostró presencia de concentración de aguas ecuatoriales superficiales (AES) sobre 30 m de profundidad y por fuera de 120 mn, con temperaturas mayores de 23 °C, así como un pequeño núcleo

entre 40 y 60 mn de la costa. Las aguas costeras frías (ACF) y aguas de mezcla predominaron por debajo de 50 m de profundidad hasta aproximadamente 200 m. Dentro de las 30 mn las condiciones mostraron la presencia de ACF (Fig. 13).

Concentraciones de oxígeno mayores de 5 mL/L por fuera de 30 mn estuvieron estrechamente asociadas a las AES, en tanto que concentraciones de 2 a 4 mL/L asociadas a temperaturas de 18 – 19 °C y salinidades menores de 34,9 ups, indicaron una débil surgencia en la zona costera. La mínima de oxígeno (0,5 mL/L) se ubicó entre 110 y 200 m de profundidad de manera uniforme, comportamiento que indicaría la presencia de la CSPC (Fig. 13).

La sección Paita presentó flujos hacia el norte dentro de las 20 mn y hacia el sur entre 20 y 70 mn, asociados a la Corriente Subsuperficial Peruano Chilena (CSPC). En la zona por fuera de 100 mn, se observaron flujos hacia el norte y sur lo que confirmó lo registrado en la distribución de temperatura, salinidad y oxígeno frente a Paita (Fig.14).

SECCIÓN PAITA (26-28 Enero 2015)

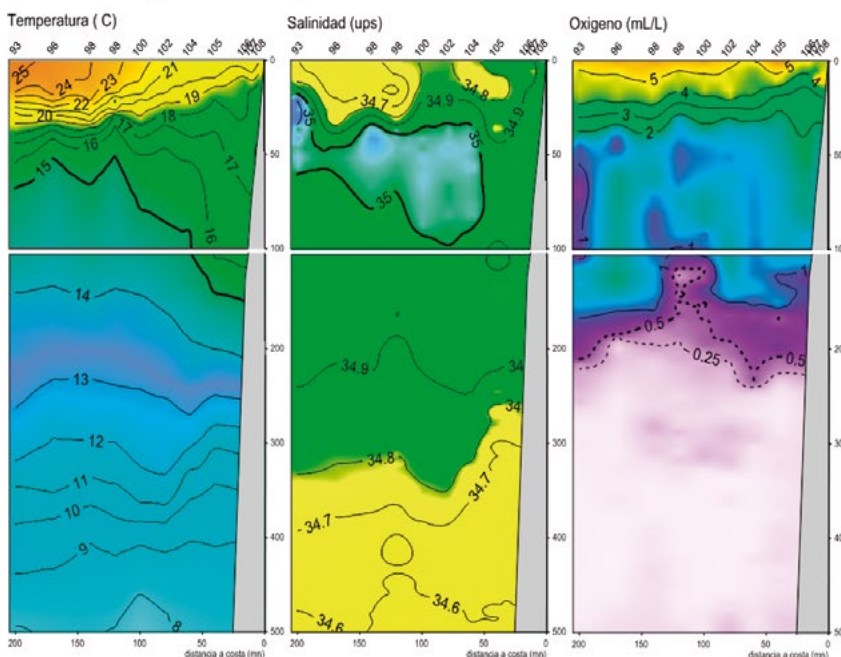


Figura 13.- Sección Paita 26-28 enero 2015. Temperatura, Salinidad y Oxígeno. Cr. 1501-02. BIC Olaya

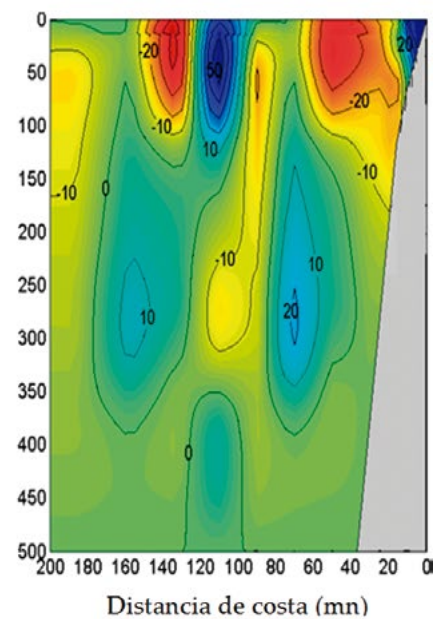


Figura 14.- Sección Paita 26-28 enero 2015. Corriente geostrofica



### SECCIÓN PUNTA LA NEGRA

La sección vertical frente a Punta La Negra hasta 150 mn de la costa, realizada el 2 y 3 de febrero, se caracterizó por presentar dentro de las primeras 50 mn una termoclina conformada hasta por cinco isotermas (17 – 21 °C), de las cuales las isotermas de 17 y 18 °C estuvieron profundizadas, mientras que las de 20 y 21 °C afloraron a la superficie dentro de 15 mn de la costa. Por fuera de 80 mn el gradiente de la termoclina se hizo más intenso y estuvo conformada por ocho isotermas (16 a 23 °C). La profundización de las de 16 a 14 °C dentro de las 100 mn y por debajo de 60 m indicando un flujo de norte a sur producto del avance de la CSPC. La estructura halina mostró desde la costa hasta 120 mn el predominio de aguas costeras frías (ACF), con un núcleo subsuperficial de aguas oceánicas ubicado entre 20 y 40 m de profundidad por fuera de 130 mn, originando aguas de mezcla de AES y ASS (Fig. 15).

Se hallaron flujos geostroficados del norte por fuera de 80 mn y desde la superficie hasta 300 m de profundidad, con un núcleo máximo de 15 cm/s a 140 mn de la costa y entre 40 y 60 m de profundidad. La zona costera se caracterizó por presentar flujos débiles hacia el sur, mientras que hacia el norte se registraron entre 40 y 80 mn y

desde la superficie hasta 300 m de profundidad, con dos núcleos máximos de 20 cm/s ubicados a 50 mn de la costa, lo que corroboró la presencia de la CSPC. Con relación al oxígeno disuelto, las concentraciones mayores de 5 mL/L se ubicaron sobre 15 m de profundidad y entre 20 a 60 mn de la costa. La mínima de oxígeno (< 0,5 mL/L) se localizó entre 140 y 300 m de profundidad (Fig. 16).

### SECCIÓN BAHÍA INDEPENDENCIA

Esta sección sobre 120 m de profundidad mostró una intensa termoclina conformada por ocho isotermas (15 – 22 °C) que se intensificaron al aproximarse a la costa. Las ASS con salinidades de hasta 35,4 ups se manifestaron sobre 50 m a 100 mn de la costa y sobre 100 m por fuera de 260 mn, desplazando a las ACF por debajo de esta masa de agua. La formación de un núcleo de 34,7 ups a 120 m de profundidad indicó débil presencia de las Aguas Templadas de la Subantártica (ATSA). El oxígeno disuelto presentó valores mayores de 4 mL/L sobre 40 m de profundidad, asociados a temperaturas mayores de 18 °C y salinidades mayores de 35,2 ups. La mínima de oxígeno (<0,5 mL/L) se ubicó en la zona oceánica a 130 m de profundidad y sobre 90 m a 100 mn de la costa (Fig. 17).

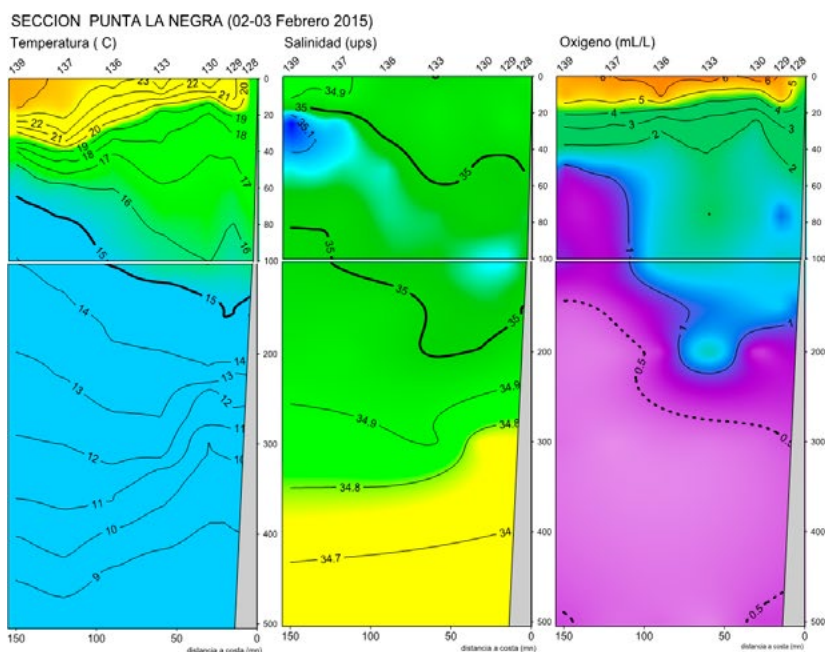


Figura 15.- Sección Pta. La Negra, 2-3 febrero 2015. Temperatura, Salinidad y Oxígeno. Cr. 1501-02, BIC Olaya

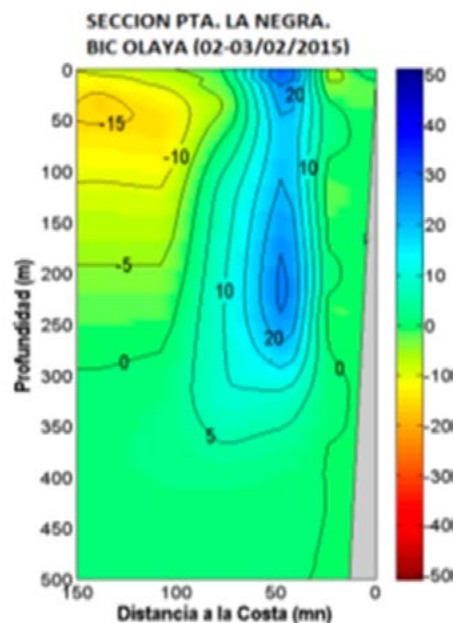


Figura 16.- Sección Punta La Negra (2-3/02/2015). Corriente geostrofica



## SECCIÓN OCOÑA

La distribución vertical frente a Ocoña presentó intensa termoclina conformada por ocho isotermas (14–21 °C) sobre 80 m de profundidad. Las ASS con salinidades de hasta 35,4 ups se ubicaron, en promedio, sobre 30 m con una ligera profundización hasta 50 m a 30 mn. Entre 60 y 300 m de profundidad se apreció una capa homogénea con valores de 34,8 ups y un pequeño núcleo de 34,7 ups asociado a temperaturas de 13 y 14 °C, que confirma la presencia de las ATSA. El oxígeno disuelto presentó valores de hasta 5 mL/L en superficie y una capa homogénea de valores entre 4 y 5 mL/L, registrando a la zona de mínima de oxígeno (<0,5 mL/L) alrededor de los 100 m de profundidad (Fig. 18).

## SECCIÓN QUILCA

La distribución vertical de la temperatura presentó una intensa termoclina (14–21 °C) con un ligero ascenso de 90 a 50 m de profundidad desde 200 hasta 30 mn de la costa. Las ASS se observaron por fuera de 45 mn y sobre 25 m de profundidad. Dos núcleos de 34,8 ups entre 50 y 70 m asociados a temperaturas de 13 y 14 °C indicaron la presencia de ATSA, que favorecieron la presencia del afloramiento costero hasta 30 mn de la costa, hecho que es corroborado por el ascenso de la isoxígena con valores de 1 a 4 mL/L. La zona de mínima de oxígeno (<0,5 mL/L) se observó en forma ascendente desde 200 hasta 30 mn de la costa (Fig. 19).

## Condiciones del plancton

Se trabajaron 47 estaciones a lo largo de la zona muestreada, siete en el perfil de Chicama, cinco en el de Punta Falsa, once en el de Paita, cuatro en Bahía Independencia, cuatro en Ocoña, cinco en Quilca, cuatro en el triángulo del sur y siete en las diferentes operaciones de pesca a distancias de 100 a 200 mn de la costa.

En la zona norte la recolección del plancton se efectuó en 6 arrastres con red Baby-Bongo hasta 100 m; con Bongo se realizaron 6 jales oblicuos desde 200 m hasta la superficie y con WP2 se realizaron 23 arrastres superficiales (Fig. 20). La presencia de paralarvas se observó a distancias entre 40 y 200 mn y también entre 40 y 100 mn hubo presencia de larvas de Myctophidae y vinciguerría.

En la zona sur (15–20°S) solo se empleó la red Bongo. Las paralarvas se distribuyeron en las áreas prospectadas mostradas en la figura 1. En el Área A, frente a Atico (80 mn) se las registraron en temperaturas que variaron entre 15 y 23 °C y salinidades entre 34,9 y 35,4 ups. En el Área B, frente a Atico y entre Atico-Mollendo desde 150 hasta 200 mn, también fueron reportadas entre las isotermas de 15 y 23 °C y entre las isohalinas 34,9 y 35,5 ups; las paralarvas se encontraron dentro de la termoclina, que se registró hasta 60 m de profundidad. En el Área C fueron halladas asociadas a ASS pero con mayor intensidad que en las Áreas A y B, siendo observadas frente a Chala, entre San Juan y Ocoña y frente a San Juan, desde 100 hasta 270 mn.

## Distribución del calamar gigante y otras especies

### Calamar gigante

**En la zona norte** la pota se detectó en núcleos dispersos en forma de parches, su principal área de distribución estuvo localizada frente a la bahía de Sechura, entre 5 y 170 mn de costa, dentro de las 20 mn, donde opera la flota artesanal calamarera, se detectaron los núcleos más densos.

Otras zonas importantes se localizaron entre 120 y 160 mn frente a Paita; entre 80 y 120 mn frente a Punta La Negra y entre 30 y 60 mn frente a Pacasmayo y Chicama (Fig. 21).

**En la zona sur** se detectó desde 30 hasta 270 mn de distancia de la costa, presentando concentraciones de baja densidad en corredores discontinuos perpendiculares a la costa. Las mayores agregaciones se localizaron entre 40 y 50 mn de Punta Pescadores a Quilca, zona donde opera la flota artesanal de Matarani. En el área del dominio marítimo nacional (Área B) se localizaron dos núcleos entre 60 y 110 mn (frente a Ilo y Punta Bombón) y desde 126 hasta 170 mn (frente a Punta Pescadores). Las más altas densidades se localizaron en el corredor paralelo a la costa de Punta Infiernillos a Punta Caballas (de 100 a 120 mn) donde se registró presencia de múnida como fauna acompañante y, en el corredor paralelo a la costa de Chala a Tanaka (de 160 a 170 mn) donde operaba la flota calamarera industrial (Fig. 21).

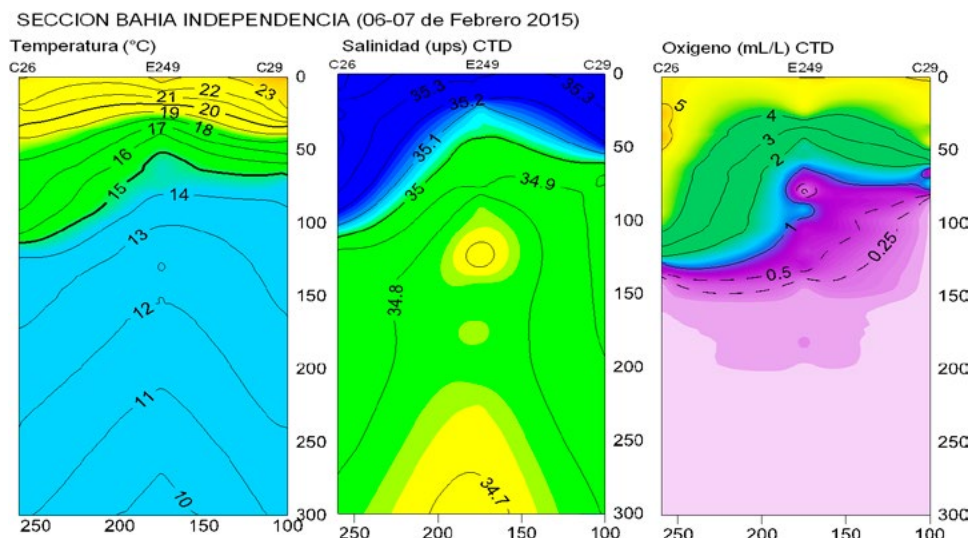


Figura 17.- Sección bahía Independencia. 6-7 Enero 2015. Temperatura, Salinidad y Oxígeno. Cr. 1501-02. BIC Humboldt

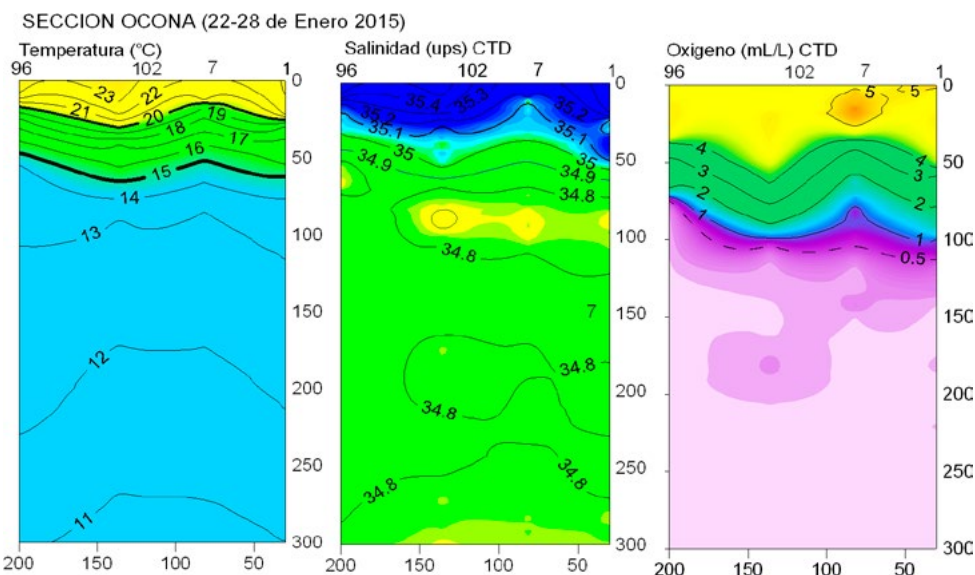


Figura 18.- Sección Ocoña. 22-28 Enero 2015. Temperatura, Salinidad y Oxígeno. Cr. 1501-02. BIC Humboldt

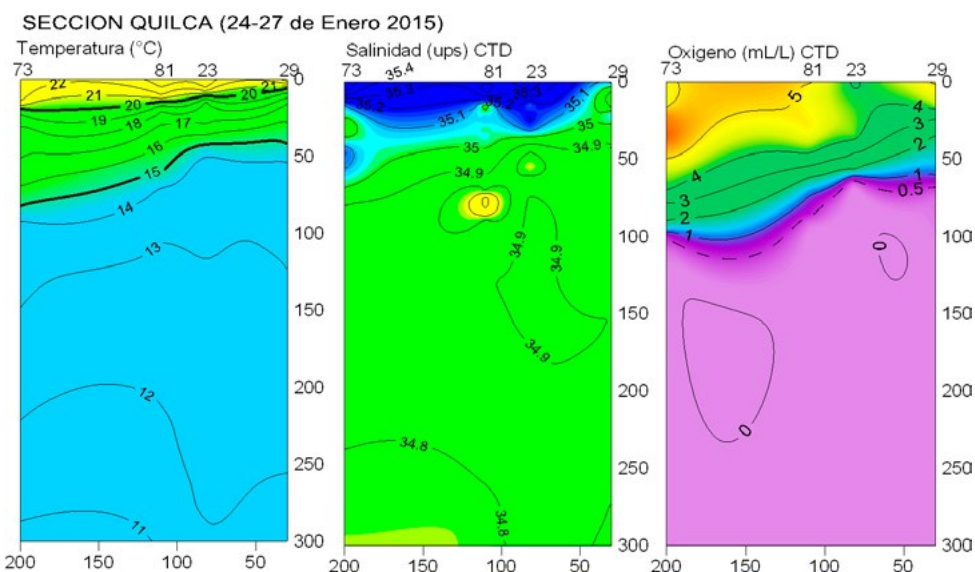


Figura 19.- Sección Quilca. 24-27 Enero 2015. Temperatura, Salinidad y Oxígeno. Cr. 1501-02. BIC Humboldt

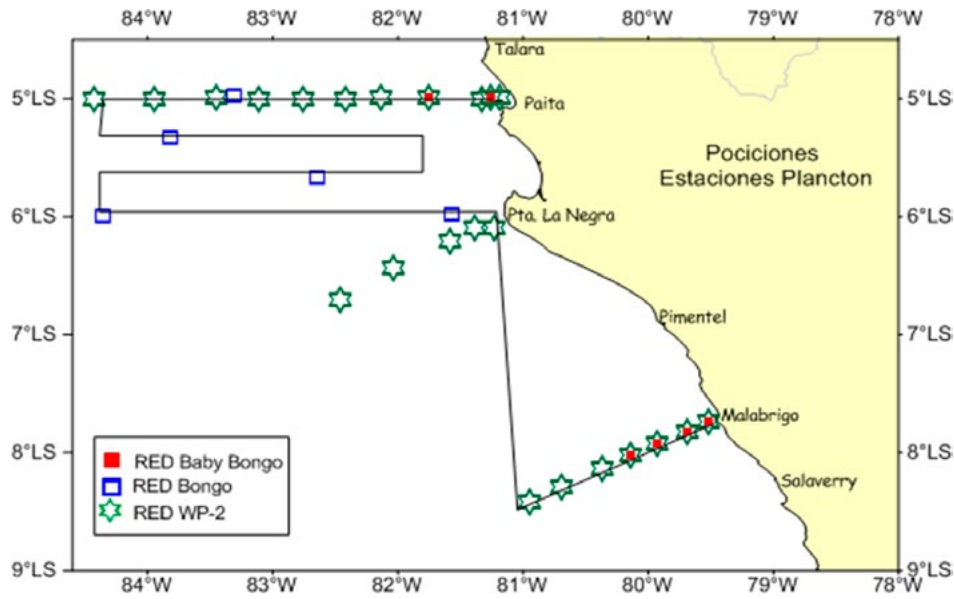


Figura 20.- Localización de estaciones de Plancton. Cr. 1501-02, BIC Olaya

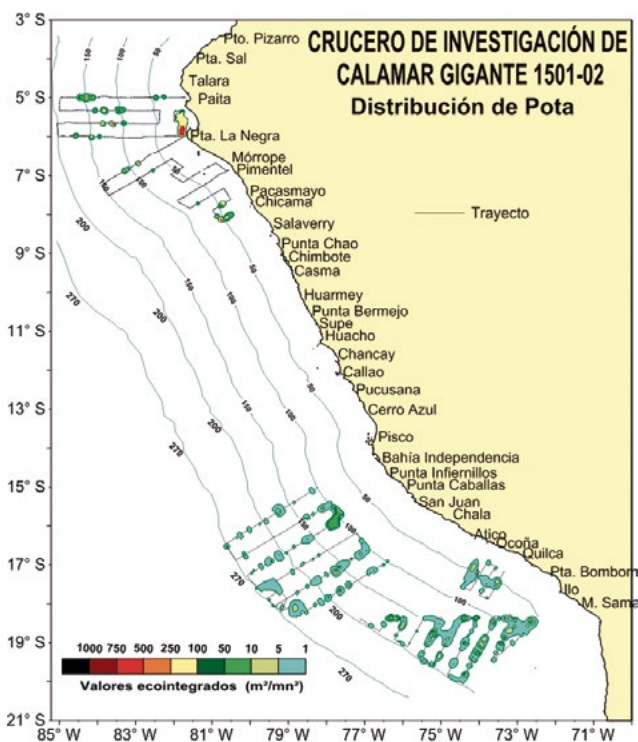


Figura 21.- Distribución y concentración de pota. Cr. 1501-02, BIC Olaya y Humboldt

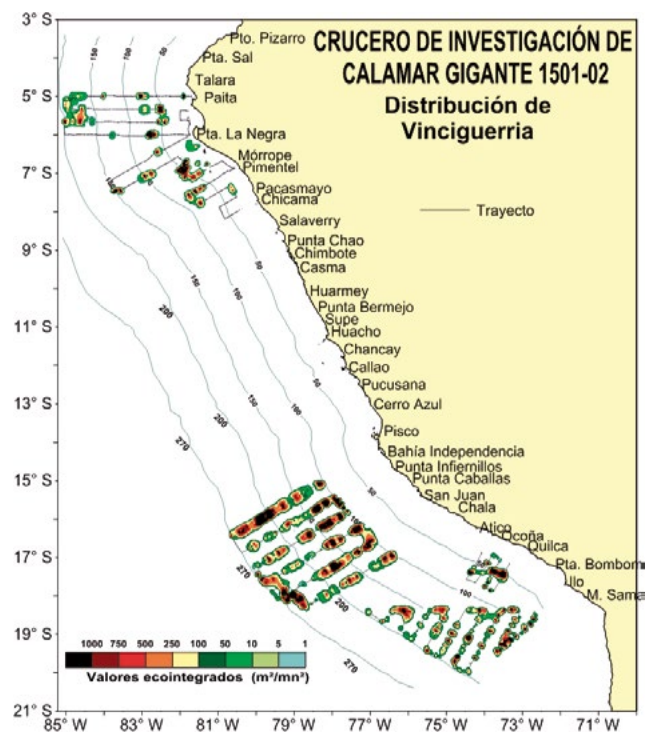


Figura 22.- Distribución y concentración de vinciguerria. Cr. 1501-02, BIC Olaya y Humboldt

### Vinciguerria

En la zona norte, se detectó en casi toda el área prospectada, entre 10 y 200 mn de la costa. Presentó distribución discontinua en la zona localizada frente a Paita - Punta La Negra (10 - 90 mn). Al sur de los 6°S se encontró en forma casi continua, principalmente frente a

Mórrope y Pimentel (30 - 90 mn) (Fig. 22). En la zona sur fue la especie dominante en toda la zona evaluada, detectándose las más altas concentraciones frente a bahía Independencia en corredor continuo perpendicular a costa (100 - 270 mn) y de Chala a Punta Caballas, paralelo a costa, en la franja de 160 a 170 mn (Fig. 22).



En el área B, de Punta Vilcayo a Chala (170 – 190 mn) se detectó un importante núcleo y altas densidades en áreas que comparten con la pota por fuera de las 60 mn frente a Ilo y más allá de 126 mn frente a Ocoña; frente a Quilca (120 mn) se notó presencia de munida como fauna acompañante.

En la zona donde opera la flota artesanal de la Región Arequipa se registró una franja paralela a la costa (40 y 50 mn) desde Punta Pescadores hasta Quilca, similar a la descrita para la pota (Fig. 22).

### Anchoveta

En la zona norte presentó distribución netamente costera, que estuvo asociada principalmente a la presencia de las ACF, alcanzando en sentido longitudinal hasta 25 mn de la costa frente a Paita.

Se registraron núcleos reducidos con altas densidades frente a Paita entre 2 y 25 mn de la costa, al sur frente a Punta La Negra dentro de 10 mn de costa, alrededor de la isla Lobos de Tierra hasta 15 mn y entre Mórrope y Pimentel desde 3 hasta 20 mn de la costa. En la zona sur no hubo registros del recurso.

Tabla 1.- Biomasa de pota (Zona Norte) Cr. 1501-02, BIC Olaya

TOTALES (t)	TOTAL (%)	Distancia de la costa (mn)															Grado de latitud sur		
		170-180	150-160	140-150	130-140	120-130	110-120	100-110	90-100	80-90	70-80	50-60	40-50	30-40	20-30	10-20		0-10	
2,180			198	429	279	692		138	83				105	233	24			05° 00 - 05° 30	
542,197			2719	14002	14336		46687	473									239274	224706	05° 30 - 06° 00
<b>544,377</b>	<b>98.88</b>	<b>2,719</b>	<b>198</b>	<b>14,431</b>	<b>14,615</b>	<b>692</b>	<b>46,687</b>	<b>138</b>	<b>557</b>				<b>105</b>	<b>233</b>	<b>24</b>		<b>239,274</b>	<b>224,706</b>	<b>05° - 06°</b>
1,009								349	661										06° 00 - 06° 30
<b>1,009</b>	<b>0.18</b>							<b>349</b>	<b>661</b>										<b>06° - 07°</b>
1,489													25	1115	349				07° 00 - 07° 30
<b>1,489</b>	<b>0.27</b>												<b>25</b>	<b>1,115</b>	<b>349</b>				<b>07° 30 - 08° 00</b>
3,678													2223	1172	283				08° 00 - 08° 30
																			08° 30 - 09° 00
<b>3,678</b>	<b>0.67</b>												<b>2,223</b>	<b>1,172</b>	<b>283</b>				<b>08° - 09°</b>
<b>TOTALES</b>		<b>2,719</b>	<b>198</b>	<b>14,431</b>	<b>14,615</b>	<b>692</b>	<b>46,687</b>	<b>486</b>	<b>557</b>	<b>661</b>	<b>25</b>	<b>2,223</b>	<b>2,393</b>	<b>864</b>	<b>24</b>	<b>239,274</b>	<b>224,706</b>		<b>550,553</b>
	100.00	0.49	0.04	2.62	2.65	0.13	8.48	0.09	0.10	0.12	0.00	0.40	0.43	0.16	0.00	43.46	40.81		

Tabla 2.- Biomasa de Pota (Zona Sur) Cr1501-02 BIC Humboldt

TOTALES (t)	TOTAL (%)	Distancia de la costa (mn)																			Grados Latitud Sur							
		260-270	250-260	240-250	230-240	220-230	210-220	200-210	190-200	180-190	170-180	160-170	150-160	140-150	130-140	120-130	110-120	100-110	90-100	80-90		70-80	60-70	50-60	40-50	30-40	20-30	
10,856												315	569	169	219	1091	5125	3369									15° 00 - 15° 30	
46,967							245	559	61	675	4177	81	971	1676	1500	8837	13330	14674									15° 30 - 16° 00	
<b>57,843</b>	<b>4.29</b>						<b>245</b>	<b>559</b>	<b>61</b>	<b>675</b>	<b>4,177</b>	<b>396</b>	<b>1,541</b>	<b>2,045</b>	<b>1,718</b>	<b>9,927</b>	<b>18,455</b>	<b>18,043</b>									<b>15° - 16°</b>	
28,034		2	2240	5745	3067	303				119	2199	8656	1973	230	1677	124	686	1021									16° 00 - 16° 30	
48,635		26	1873	196	1216	711	2284	534	413	213	1373	293	1347	525	5329	11767	4321							10989	5221	16° 30 - 17° 00		
<b>76,668</b>	<b>5.69</b>	<b>30</b>	<b>4,113</b>	<b>5,941</b>	<b>4,275</b>	<b>1,014</b>	<b>2,284</b>	<b>534</b>	<b>413</b>	<b>332</b>	<b>3,573</b>	<b>8,949</b>	<b>3,319</b>	<b>755</b>	<b>7,006</b>	<b>11,891</b>	<b>5,007</b>	<b>1,021</b>						<b>10,989</b>	<b>5,221</b>	<b>16° - 17°</b>		
58,295		165	1075	2073	2160		968	1074	2211	1889	5567	1889	567	970	7456	841							3339	8132	7576	9966	379	17° 00 - 17° 30
71,134		1131	1886	897	90	732	32763	2248	1249		4713	5575											2767	1872	2924	12288	17° 30 - 18° 00	
<b>129,429</b>	<b>9.60</b>	<b>1,296</b>	<b>2,961</b>	<b>2,970</b>	<b>2,249</b>	<b>732</b>	<b>32,763</b>	<b>3,215</b>	<b>2,322</b>	<b>2,211</b>	<b>6,602</b>	<b>11,143</b>	<b>1,889</b>	<b>567</b>	<b>970</b>	<b>7,456</b>	<b>841</b>					<b>2,767</b>	<b>5,211</b>	<b>11,056</b>	<b>19,884</b>	<b>9,966</b>	<b>379</b>	<b>17° - 18°</b>
284,636		250	975	3067	754	212	1651		1297	9247	49996	27802	1080	13904	6873	50485	39392	32434	9268				11667	13762	10519		18° 00 - 18° 30	
429,291									8037	15136	55289	98238	37974	39205	50916	14283	22548	38287	19241				13265	9910	6962		18° 30 - 19° 00	
<b>713,927</b>	<b>52.97</b>	<b>250</b>	<b>975</b>	<b>3,067</b>	<b>754</b>	<b>212</b>	<b>1,651</b>		<b>9,335</b>	<b>24,384</b>	<b>105,285</b>	<b>126,039</b>	<b>39,054</b>	<b>53,109</b>	<b>57,788</b>	<b>64,768</b>	<b>61,940</b>	<b>70,721</b>	<b>28,510</b>	<b>24,932</b>	<b>23,672</b>	<b>17,481</b>					<b>18° - 19°</b>	
286,457									38696	40723	49492	15470	31900	62937	27052	3486	6590	8365	1766								19° 00 - 19° 30	
<b>83,551</b>									<b>22,742</b>	<b>38,193</b>	<b>11,593</b>	<b>11,023</b>															19° 30 - 20° 00	
370,008	27.45								61,438	78,918	61,085	26,492	31,900	62,937	27,052	3,486	6,590	8,365	1,766								19° - 20°	
<b>TOTALES</b>		<b>1,575</b>	<b>3,936</b>	<b>10,150</b>	<b>8,945</b>	<b>5,219</b>	<b>35,427</b>	<b>67,183</b>	<b>91,666</b>	<b>88,153</b>	<b>139,387</b>	<b>176,832</b>	<b>113,226</b>	<b>85,587</b>	<b>65,025</b>	<b>87,539</b>	<b>92,965</b>	<b>95,950</b>	<b>47,573</b>	<b>27,700</b>	<b>28,883</b>	<b>28,538</b>	<b>19,864</b>	<b>9,966</b>	<b>11,368</b>	<b>5,221</b>		
	100.00	0.12	0.29	0.75	0.66	0.39	2.63	4.98	6.80	6.54	10.24	13.12	8.40	6.35	4.82	6.49	6.90	7.12	3.53	2.06	2.14	2.12	1.47	0.74	0.84	0.39	<b>1,347,875</b>	



### Múnida

En la zona norte se distribuyó principalmente al sur de los 6°S, abarcando las zonas más cercanas a la franja costera, principalmente entre 2 y 30 mn. Esta distribución fue dispersa y discontinua entre Punta La Negra y Pimentel (5 - 30 mn) y los núcleos más densos se localizaron entre Mórrope y Pimentel.

En la zona sur se registró presencia del recurso solo en dos lances del total realizado, uno en el grado 17, a 30 mn frente a Punta Pescadores y el otro en el grado 15, a 23 mn de Punta Caballas.

### Biomasa del calamar gigante

En la zona norte presentó una biomasa de 550.553 toneladas; latitudinalmente las mayores abundancias correspondieron al espacio entre 5 y 6°S con 544.377 toneladas (98,88%), la información completa se da en la Tabla 1.

En la zona sur la biomasa fue de 1.347.876 toneladas, latitudinalmente la mayor abundancia se registró entre 18 y 19°S con 713.927 toneladas (52,97%) la información completa se da en la Tabla 2. Además se estimaron las biomásas por áreas: Área A: 62.685 t, Área B: 1.083.935 t, Área C: 201.255 t.

### ASPECTOS PESQUEROS

#### Captura del calamar gigante

Se realizó en 166 operaciones utilizando línea de mano con potera y red de arrastre de media agua, la captura fue 7.861,93 kg, de los cuales 98,9% correspondió a captura con líneas de mano con poteras (7.775,79 kg en 103 operaciones de pesca) y 1,1% a la red de arrastre pelágica (86,15 kg en 63 lances de pesca).

La captura de otras especies registradas junto al calamar gigante fue de 1.546,57 kg, el 86,4% correspondió a red de arrastre pelágica (Tabla 3).

En la zona sur, la disponibilidad de este recurso fue evaluada en las cuatro áreas seleccionadas (Tabla 3).

**Área A.-** En 12 operaciones/lances de pesca (ocho con líneas de mano con poteras y cuatro con red de arrastre pelágica) en 6 transectos frente a Punta Pescadores, Ocoña, Camaná, Quilca y Tacna, todos los ejemplares de pota pertenecían al rango de tallas grandes.

Tabla 3.- Capturas (kg) por zonas, grados de latitud y método de pesca, obtenidas durante el Crucero de Investigación del calamar gigante, BIC Olaya y Humboldt 1501-02

Zona	Grado de latitud	Captura (kg)								
		Líneas poteras			Red de arrastre pelágico			Total		
		Pota	Otras especies	Total	Pota	Otras especies	Total	Pota	Otras especies	Total
Total general		7.775.787	0	7.775.787	86146	1.546.571	1.632.717	7.861.933	1.546.571	9.408.504
%		100		100	5,3	94,7	100	83,6	16,4	100
Norte	4	1.307	0	1.307	171	513.956	514.127	1.478	513.956	515.434
	5	1.675.371	0	1.675.371	810	7.524	8.334	1.676.180	7.524	1.683.704
	6	31.324	0	31.324	509	534.932	535.441	31.833	534.932	566.765
	7	82.000	0	82.000	585	6.782	7.367	82.585	6.782	89.367
	8	124.000	0	124.000	12.502	4.593	17.095	136.502	4.593	141.095
Total N		1.914.002	0	1.914.002	14.577	1.067.787	1.082.364	1.928.578	1.067.787	2.996.365
%		100		100	1	98,7	100	64,4	35,6	100
Sur	14	21.000	0	21.000				21.000	-	21.000
	15	24.565	0	24.565	11.430	167.021	178.451	35.995	167.021	203.016
	16	757.750	0	757.750	25.120	108.214	133.334	782.870	108.214	891.084
	17	963.875	0	963.875	2.355	122.584	124.939	966.230	122.584	1.088.814
	18	3.758.595	0	3.758.595	28.817	70.293	99.110	3.787.412	70.293	3.857.705
	19	336.000	0	336.000	3.848	10.673	14.521	339.848	10.673	350.521
Total S		5.861.785	0	5.861.785	71.570	478.785	550.355	5.933.355	478.785	6.412.140
%		100		100	13,0	87,0	100	92,5	7,5	100

**Área B.-** En 30 operaciones/lances de pesca (18 con líneas de mano con poteras y 12 con red de arrastre pelágica) en 9 transectos frente a Chala, Lomas, Atico, Cerro de Arena, Punta Pescadores, Ocoña, Quilca, Matarani, Punta Bombón e Ilo, la frecuencia de presencia de calamar gigante en las operaciones de pesca fue de 72%, en el rango de tallas grandes.

**Área C (incluye Área D).-** Se realizaron 41 operaciones/lances de pesca (28 con líneas de mano con poteras y 13 con red de arrastre pelágica) en 6 transectos frente a Punta Carretas, Punta Azua, Punta Caballas, San Juan de Marcona, San Nicolás, Lomas y Chala, los especímenes capturados fueron juveniles y adultos.

**Esfuerzo y Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)**

En la zona norte se realizaron 48 operaciones de pesca. En 43 de las 48 operaciones se utilizaron poteras grandes o pequeñas y en 5 ambos tamaños de poteras. Con poteras grandes, las operaciones positivas fueron 14 (63,6%) y negativas 8 (36,4%) y con poteras pequeñas fueron 12 (57,1%) positivas y 9 (42,9%) negativas (Tabla 4).

En la zona sur se realizaron 54 operaciones; en 23 operaciones con poteras pequeñas el 100% fueron positivas; con poteras grandes 29 (53,7%) fueron operaciones positivas y 25 (46,3%) negativas (Tabla 4).

La distribución de la abundancia relativa (CPUE) del calamar gigante capturado con poteras grandes y pequeñas se muestra en la figura 23 A, B.

Los valores de CPUE obtenidos en operaciones con poteras pequeñas fueron menores a 10 kg/h/pescador, excepto en un punto en la zona sur (Fig. 23 A.2) y, en número de ejemplares

fue mayor en la zona sur con valores entre 0,2 y 9,3 ejemplares/h/pescador y, en la zona norte fue menor a 2 ejemplares/h/pescador (Fig. 23 B.2).

En la zona norte, los valores más altos de la CPUE se reportaron frente a bahía Sechura (20 mn), encontrándose entre 41 y 80 kg/h/pescador que representaron al 13,6% del total de operaciones. Los valores más bajos (< 10 kg/h/pescador) se registraron principalmente fuera de las 30 mn de la línea de costa, correspondiendo al 18,2% y 100% (Fig. 23 A.2) de las operaciones realizadas con poteras grandes y pequeñas, respectivamente.

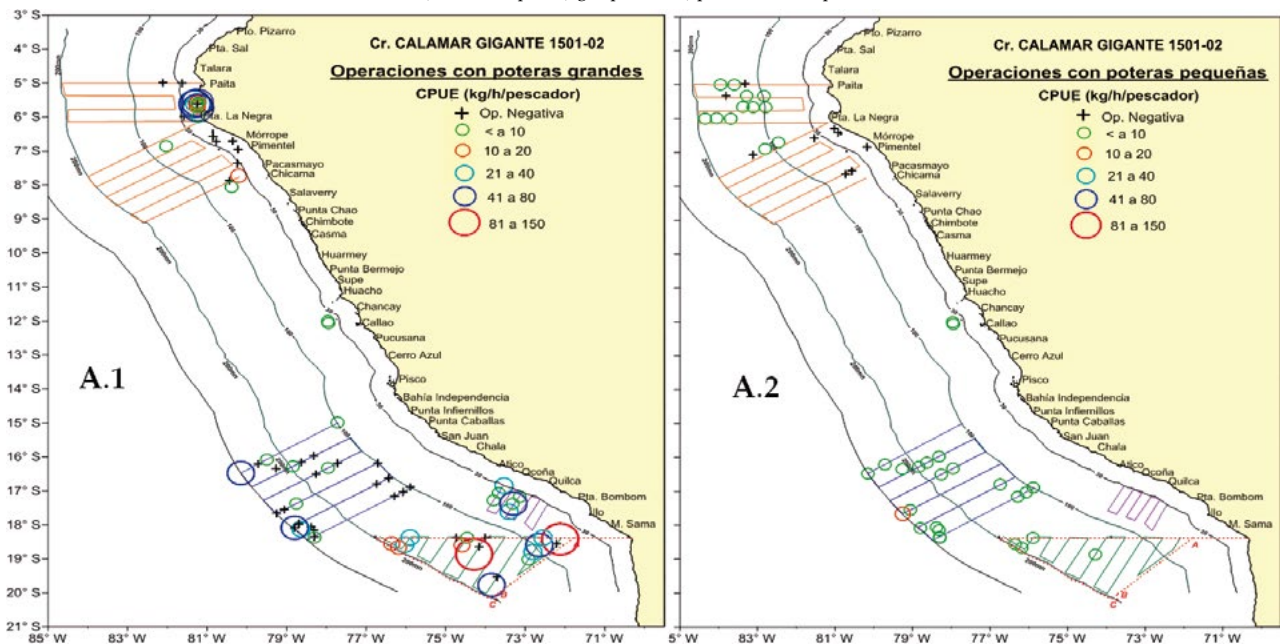
En la zona sur, los valores más altos de la CPUE se registraron frente a Tacna (82 mn) y Ocoña (160 mn), variando entre 90,4 y 127,9 kg/h/pescador, respectivamente. Valores entre 21 y 80 kg/h/pescador, que en conjunto representaron al 12,9% del total de las operaciones, se localizaron en diferentes grados latitudinales y de distancias a la costa. Fuera de las 200 mn se encontraron dos zonas importantes de pesca, correspondiendo a las áreas más frecuentadas por la flota calamarera de bandera extranjera.

Los valores de CPUE del calamar gigante capturado con poteras grandes, en términos de peso, variaron entre 0 y 72,43 kg/h/pescador en la zona norte y entre 0 y 127,9 kg/h/pescador en la zona sur (Tabla 5). Los valores promedio fueron de 12,94 (Intervalo de Confianza IC al 95% entre 3,29 y 22,59 kg), con una mediana de 4,92 kg/h/pescador para la zona norte; y de 14,99 (IC al 95% entre 6,59 y 23,40 kg), con mediana de 1,84 kg/h/pescador para la zona sur. Según la prueba estadística no paramétrica de U. Mann Whitney, las diferencias de medianas de la CPUE no fueron significativas ( $p = 0,4844$ ) entre ambas zonas.

Tabla 4.- Número de operaciones de pesca con líneas manuales con poteras en la zona norte y sur del litoral peruano. Cr. 1501-02. BIC Olaya (zona norte), BIC Humboldt (zona sur)

	Zona Norte		Zona Sur	
Total de Operaciones	48		54	
Operaciones Positivas	20 (41,7%)		11 (20,4%)	
Tamaño de Potera	Grandes	Pequeñas	Grandes	Pequeñas
Op. Positivas	14 (63,6%)	12 (57,1%)	29 (53,7%)	23 (100%)
Op. Negativas	8 (36,4%)	9 (42,9)	25 (46,3%)	-

A) CPUE en peso (kg/h/pescador) por tamaño de potera



B) CPUE en número de ejemplares (ejm/h/pescador) por tamaño de potera

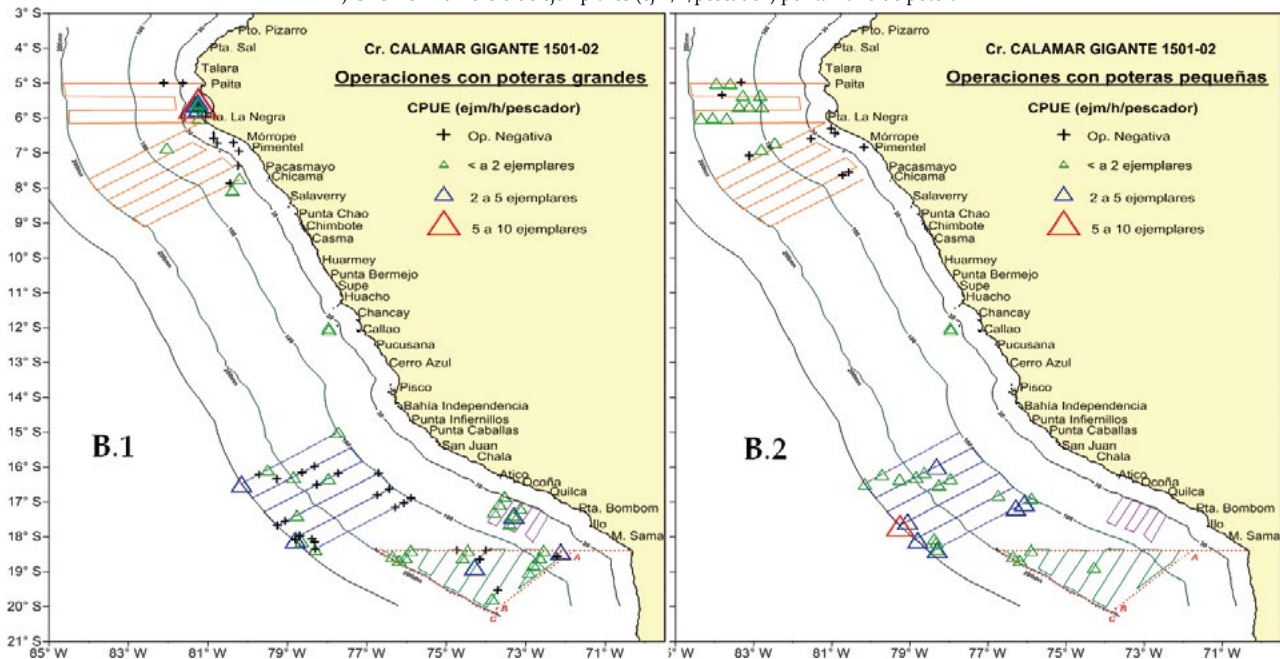


Figura 23.- Distribución de los valores de CPUE A) peso (kg/h/pescador), B) número de ejemplares (ejm/h/pescador), capturas con líneas manuales poteras. Cr. 1501-02, BIC Olaya y Humboldt

En número de ejemplares, en la zona norte, los valores de CPUE fluctuaron entre 0 y 8,57 ejemplares/h/pescador, con una media de 1,32 (IC al 95% entre 0,29 y 2,35) y mediana de 0,58; y en la zona sur entre 0 y 4,57 ejemplares/h/pescador, con una media de 0,56 (IC al 95% entre 0,25 y 0,87) y mediana de 0,14 (Tabla 5). Estadísticamente, la CPUE en número de ejemplares tampoco mostró diferencias significativas (P. Mann Whitney,  $p = 0,094$ ) entre ambas zonas.

Aunque estadísticamente no se observaron diferencias en las abundancias tanto en peso como en número de ejemplares, en la zona sur se evidenció mayor número de operaciones con valores de CPUE entre 21 y 150 kg/h/pescador que representaron 25,9%; mientras que en el norte dichos rangos representaron menos del 20%; sin embargo, valores de CPUE entre 10 y 20 kg/h/pescador fueron mayores en la zona norte.

Tabla 5.- Resumen de valores promedios (media y mediana), mínimos y máximos de la CPUE en peso y número de ejemplares

Zona	Nº Op.	CPUE en peso (kg/h/pescador)				CPUE en N° (ejemplares/h/pescador)			
		Media (IC al 95%)	Mediana	Mín.	Máx.	Media (IC al 95%)	Mediana	Mín.	Máx.
Norte	22	12,94 (3,29 - 22,59)	4,92	0	72,43	1,32 (0,29 - 2,35 )	0,58	0	8,57
Sur	54	14,99 (6,59 - 23,40)	1,84	0	127,86	0,56 (0,25 - 0,87)	0,14	0	4,57

IC = Intervalo de Confianza al 95%

### Composición por especies de las capturas (kg) mediante arrastre pelágico a media agua

Se capturó 1.632,72 kg, representados por peces (80,69%) e invertebrados (19,31%). De este total el calamar gigante conformó el 5,28%, de los cuales el 16,92% correspondió a la zona norte y el 83,08% a la zona sur.

En la zona norte, los invertebrados que destacaron por mayor captura fueron: calamar común *Doryteuthis gahi* (89,11 kg), phylum Cnidaria (56,64 kg) y múnida *Pleuroncodes monodon* (19,75 kg); en el zona sur destacaron, además de *D. gigas*, múnida (17,40 kg), phylum Cnidaria (14,43 kg) y tunicados de la familia Salpidae (8,27 kg). En cuanto a peces, en la zona norte destacaron la anchoveta *Engraulis ringens* Jenyns (803,66 kg) y samasa *Anchoa nasus* (Kner & Steindachner) (31,10 kg); en el sector Sur *Vinciguerria lucetia* (Garman) (362,40 kg) y merlín rayado (62,72 kg) (Tabla 6).

### Aspectos biológicos del calamar gigante

**Distribución de tallas.-** Se analizaron 599 ejemplares capturados con línea de mano con potera, de los cuales 226 fueron capturados en la zona norte y 373 en la zona sur. En general, las tallas variaron entre 22 y 102 cm de LM, con media en 63,5 y modas en 32, 64 y 93 cm. En la zona norte las tallas estuvieron comprendidas entre 22 y 82 cm, con media en 59,9 y moda en 64 cm de LM. En la zona sur se registraron las mayores tallas, con rangos entre 25 y 102 cm, con moda principal en 93 cm y moda secundaria en 32 cm de LM (Fig. 24a).

Con la red de arrastre de media agua se capturaron 3817 ejemplares, de los cuales 299 procedieron de la zona norte y 3.518 de la zona sur. En general las tallas variaron entre 1 y 52 cm, con moda en 3 cm y media de 5,1 cm de LM. En la zona norte las tallas estuvieron comprendidas entre 1 y 52 cm, media de 3,9 y moda en 2 cm

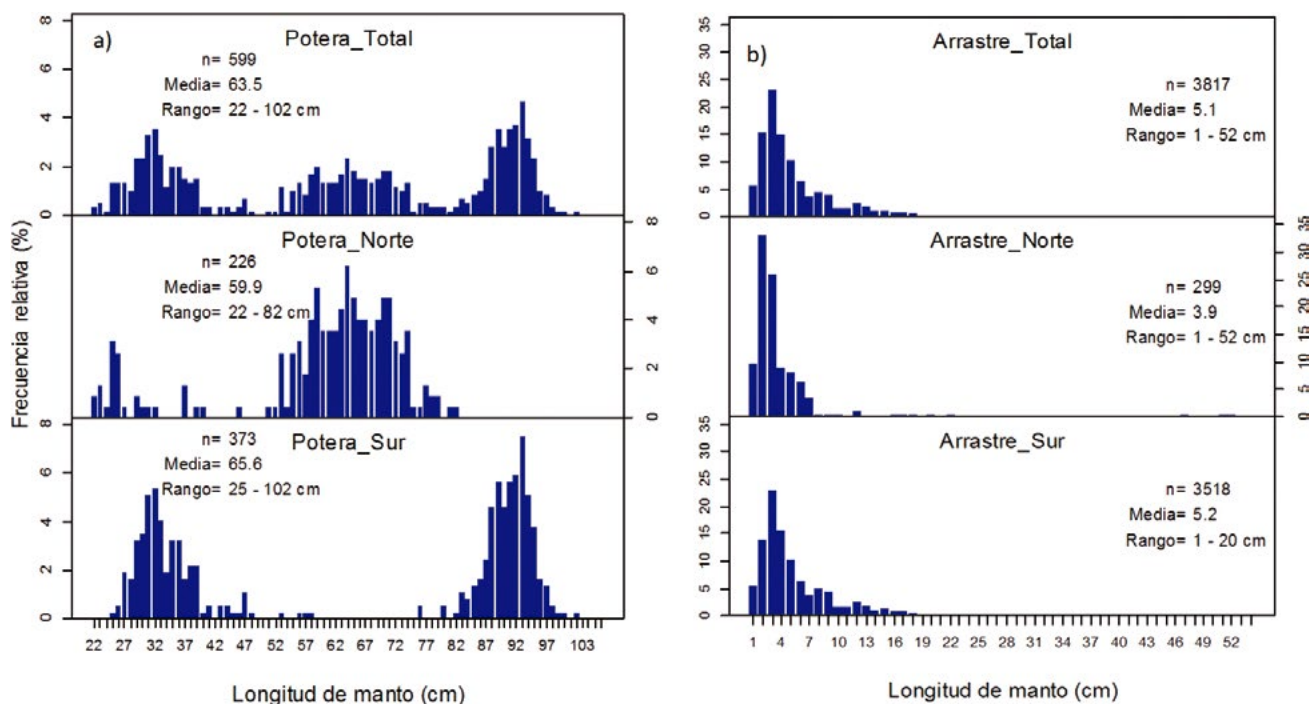


Figura 24.- Estructura de tallas de calamar gigante. Captura con potera (a) y arrastre (b). Cr. 1501-02, BIC Olaya y Humboldt



de LM. En la zona sur las tallas fueron menores mostrando tallas de 1 a 20 cm, con media de 5,2 y moda en 3 cm (Fig. 24b).

Al analizar las tallas por sexo en los ejemplares capturados con línea de mano con potera, se puede apreciar que en la zona norte los tamaños son menores con relación a los extraídos en el área sur. En la zona norte las hembras presentan moda en 64 y los machos en 53 cm de LM, a diferencia de la zona sur donde las tallas son

mayores con modas de 93 cm para las hembras y 91 cm de LM para los machos (Fig. 25).

La proporción sexual fue favorable para las hembras en ambas zonas. En la zona norte se registró el 71,6% de hembras frente a 28,4% de machos y en la zona sur 61% para hembras y 39% para machos. El chi cuadrado registró valores de 41,82 y 17,59 para ambas zonas, siendo estadísticamente significativos para un nivel de confianza del 95%.

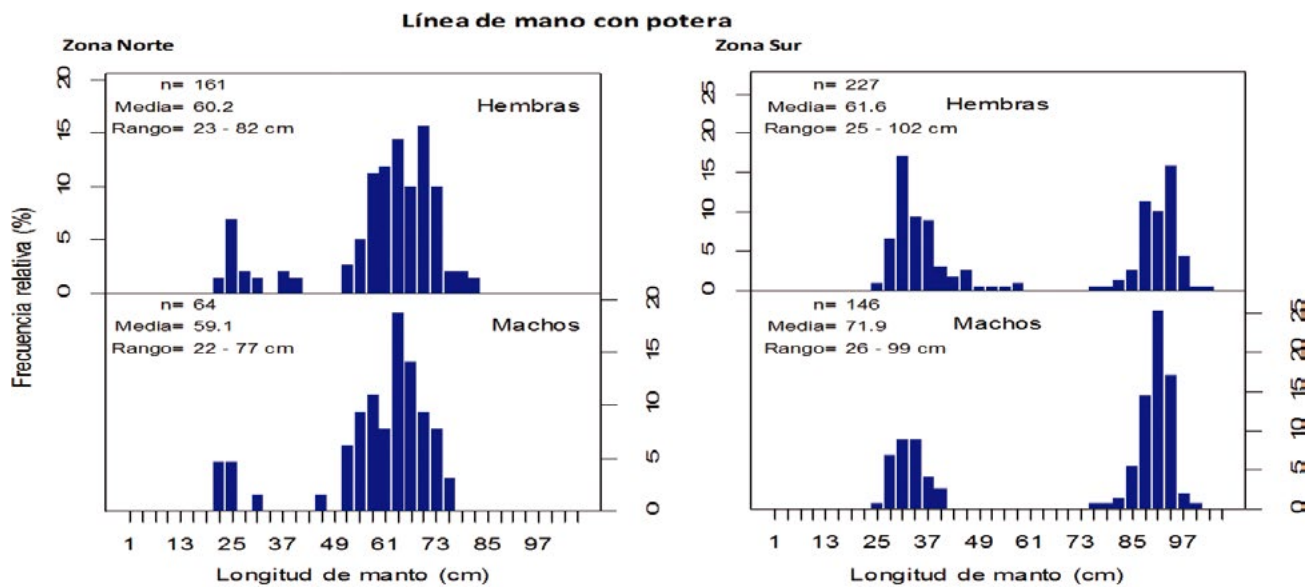


Figura 25.- Estructura de tallas de calamar gigante por sexo y zona. Cr. 1501-02

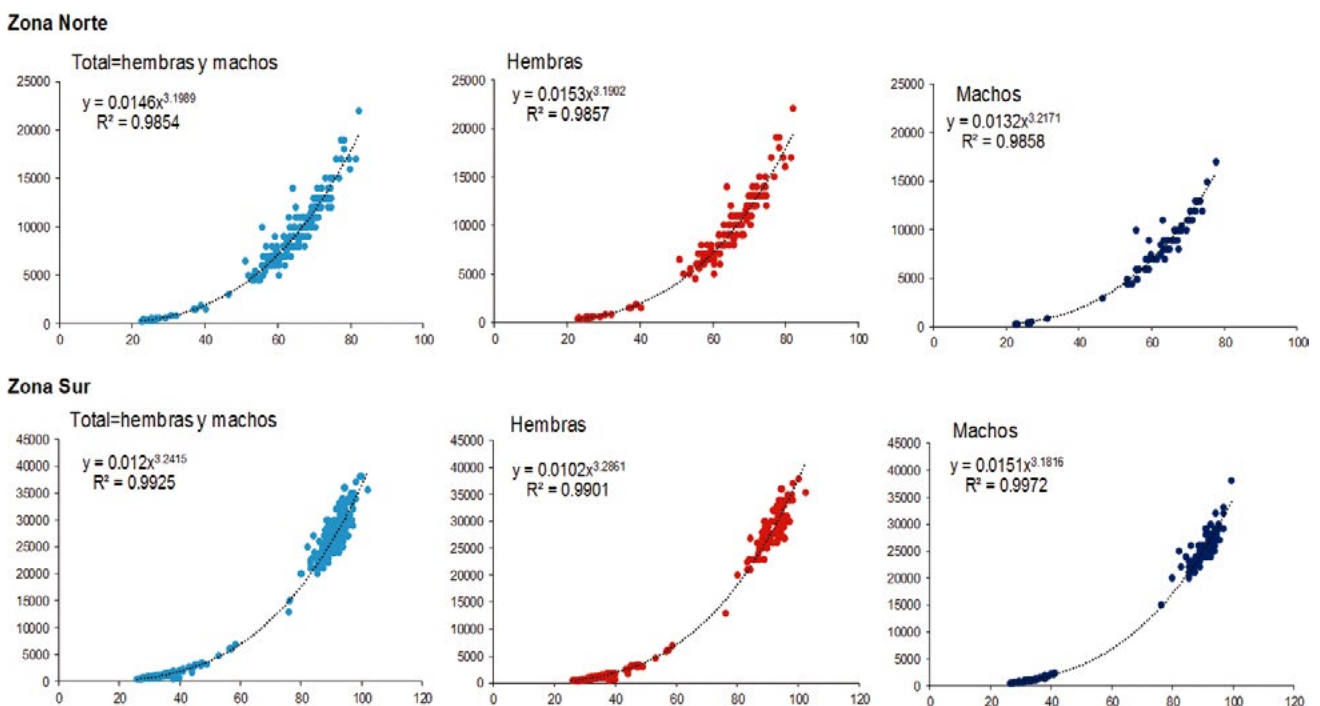


Figura 26.- Relación longitud de manto - peso total del calamar gigante para las zonas Norte y Sur. Cr. 1501-02, BIC Olaya y Humboldt

Tabla 6. - Composición de las capturas (kg) en el Zona norte y sur mediante el arrastre pelágico a media agua. Crucero de Investigación del calamar gigante (Cr. 1501-02)

N. común	N. científico	Captura (kg) /Sectores		
		Zona norte	Zona sur	Total
Total red de arrastre pelágica		<b>1082,36</b>	<b>550,36</b>	<b>1632,72</b>
<b>INVERTEBRADOS</b>		<b>199,38</b>	<b>115,86</b>	<b>315,24</b>
<b>Mollusca</b>		<b>106,56</b>	<b>75,38</b>	<b>181,94</b>
Calamar gigante	<i>Dosidicus gigas</i>	14,58	71,57	86,15
Calamar común	<i>Doryteuthis gahi</i>	89,11		89,11
Bolitaena	<i>Bolitaena</i> sp.	0,04		0,04
Abrialopsis	<i>Abrialopsis</i> sp.	0,67	1,24	1,91
Leachis	<i>Leachia</i> sp.	0,49	0,15	0,64
Liocranchia	<i>Liocranchia</i> sp.	0,41	0,19	0,60
Cranchia	<i>Cranchia scabra</i>		0,19	0,19
Cranchiidae	Cranchiidae sp. 1	0,002		0,002
Calamar ganchudo	<i>Onykoteuthis banksii</i>	0,21	0,93	1,14
Pterygioteuthis	<i>Perygioteuthis</i> sp.	0,01		0,01
Taningia	<i>Taningia danae</i>	0,73		0,73
Todador	<i>Todarodes filippovae</i>		0,76	0,76
Gonatus	<i>Gonatus</i> sp.		0,07	0,07
Pulpo	Octopodidae	0,16		0,16
Nautilus	<i>Argonauta</i> sp.	0,07	0,27	0,34
Pterópodo	Pteropoda	0,07		0,07
<b>Arthropoda</b>		<b>20,06</b>	<b>17,59</b>	<b>37,65</b>
Múnida	<i>Pleuroncodes monodon</i>	19,75	17,40	37,15
Esquilla	Squillidae	0,15	0,05	0,20
Anfípodo	Amphipoda	0,01		0,01
Decápodo	Decapoda	0,001		0,001
Caprélido	Caprellidae	0,0002		0,0002
Eufaúsido	Euphausiidae	0,15	0,14	0,29
Isópodo	Isopoda	0,001		0,001
<b>Cnidaria</b>		<b>57,24</b>	<b>14,47</b>	<b>71,71</b>
Ctenóforo	Ctenophora	0,18	0,03	0,21
Sifonóforo	Siphonophora	0,31		0,31
Cnidario	Otros Cnidaria	56,64	14,43	71,07
Hidrozoa	Hydrozoa	0,11		0,11
<b>Tunicata</b>		<b>15,52</b>	<b>8,43</b>	<b>23,95</b>
Salpide	Salpidae	15,34	8,27	23,61
Pirosoma	Pyrosoma sp.	0,17	0,16	0,33
<b>PECES</b>		<b>882,98</b>	<b>434,50</b>	<b>1317,48</b>
Pez errante, pez medusa	Nomeidae	3,15	0,07	3,22
Vinciguerría	<i>Vinciguerría lucetia</i>	7,03	362,40	369,43
Pez linterna	Myctophidae	1,26	7,39	8,65
Melamphaes	<i>Melamphaes spinifer</i>		0,04	0,04
Escolar de canal	<i>Gempylus serpens</i>	0,73	0,01	0,74
Pez hacha luminoso	<i>Argyropelecus lychnus</i>	0,05		0,05
Pez hacha luminoso	<i>Sternoptyx</i> sp.		0,03	0,03
Pez corneta	<i>Fistularia corneta</i>	0,0004		0,0004
Esperlán de lengua suave	<i>Leuroglossis stilbius</i>	0,20	0,01	0,21
Pez dragón escamado	<i>Stomias atriventer</i>	0,01		0,01
Barracudina	<i>Scopelosaurus</i> sp.	0,04		0,04
Pez piloto	<i>Naucrates ductor</i>	0,09		0,09
Jorobado	<i>Selene</i> sp.	0,003		0,003
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	803,66		803,66
Samasa	<i>Anchoa nasus</i>	31,10		31,10
Bagre	<i>Galeichthys peruvianus</i>	14,71		14,71
Melva	<i>Auxis thazard</i>	0,93		0,93
Merluza	<i>Merluccius gayi peruanus</i>	2,15		2,15
Chilindrina	<i>Stramateus stellatus</i>	0,07		0,07
Palometa	<i>Peprilus medius</i>	13,18		13,18
Cachema	<i>Cynoscion analis</i>	4,40		4,40
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>		0,67	0,67
Pez cinta	<i>Trichiurus lepturus</i>	0,001		0,001
Basurero	<i>Lepidopus</i> sp.	0,08		0,08
Merlín rayado	<i>Kajikia audax</i>		62,72	62,72
Rémora	<i>Remora remora</i>		0,08	0,08
Trachipterus	Trachipterus sp.		0,01	0,01
Caballito d emar	<i>Hippocampus ingens</i>	0,01		0,01
Pez cocodrilo	<i>Peristidion</i> sp.	0,002		0,002
Pez volador	Exocoetidae		0,94	0,94
Lenguado	Pleuronectiforme sp.1	0,02		0,02
Pez n. d	Teleostei n.d	0,06	0,12	0,18
Larva en forma de hoja	<i>Leptocephalus</i>	0,04	0,01	0,05

n.d. Taxa no determinada

Tabla 7.- Regresión no paramétrica de GAM: peso (gr) vs talla (mm). Sexo; Zona

Coefficiente	Estimado	Error estándar	Valor t	Pr(> t )
(intercepto)	8,707298	0,019489	446,769	<2e-16***
Factor (sexo)2	0,075887	0,007708	9,846	<2e-16***
Factor (zona)2	0,035663	0,027231	1,31	0,191
Coefficiente:	edf	Ref. df	F	p-valor
S(talla- mm)	8,360884	8,8238978	4337,213	<2e-16***

Signif. Codes: 0\*\*\* 0,001\*\* 0,01\* 0,05 ' 0,1 ' 1'

**Relación longitud peso.-** En los análisis de la relación longitud de manto - peso total de los ejemplares de calamar gigante capturados con línea de mano con potera, se evidenció alta correlación entre las variables, los valores fueron:  $R^2 = 0,9854$  en el norte y  $0,9901$  en el sur, mostrando crecimiento isométrico para ambas zonas de estudio de acuerdo a FROESE (2006) (Fig. 26). Se aplicó una prueba no paramétrica de Modelo Aditivo Generalizado (GAM) de las regresiones por talla, peso, sexo y zonas, encontrando diferencias significativas con relación al peso, sexo y talla (Tabla 7).

**Estado reproductivo.-** Los resultados del aspecto reproductivo se basaron en 649 ejemplares (417 hembras y 232 machos) procedentes de los dos tipos de arte de pesca. En el total de área explorada se encontraron hasta tres grupos de madurez en hembras (NIGMATULLIN, 1991; NIGMATULLIN *et al.*, 2001), el "grupo de pequeños" (16 – 34 cm LM) en el que predominaron los ejemplares inmaduros (97,3%), seguido por los ejemplares en maduración y maduros con igual porcentaje (1,4%); en el "grupo de medianos" (28 – 60 cm LM) predominó el estadio inmaduro (97,6%), seguido de ejemplares maduros y en desove con 0,8 y 1,6%, respectivamente; y finalmente el "grupo de grandes/gigantes" (55 - 65 a 80 – 100 cm LM) en el que predominaron los ejemplares inmaduros (39,8%), seguido de ejemplares maduros (36,7%) y en maduración (12,7%) y ejemplares en desove (10,8%).

El análisis de hembras por zonas permitió observar que en el grupo de los **pequeños**, en la zonas norte y sur, predominaron ejemplares inmaduros (90,9 y 100%, respectivamente), siguiéndoles ejemplares en maduración y maduros (ambos con 4,5%); en el grupo de

los **medianos** también destacaron ejemplares inmaduros con 80 y 99,1% para la zona norte y sur, respectivamente, seguido por ejemplares en desove (20%) en la zona norte y maduros (0,9%) en el sur; en el grupo de **grandes/gigantes** el estadio dominante en la zona norte fue el inmaduro (69,1%), mientras que en la zona sur fueron maduros (77,7%), seguido de ejemplares en maduración (18,7%) y ejemplares en desove (13,4%) en la zona norte y sur respectivamente (Fig. 27a).

El análisis de los machos determinó que el grupo de los **pequeños** (13 – 26 cm LM) se encontró en el estadio inmaduro (94,7%) seguido del estadio en evacuación (5,3%); en el grupo de los **medianos** (24 – 42 cm LM) predominó el estadio inmaduro (67,2%), seguido por ejemplares en evacuación (19,0%) y en maduración (13,8%); en el grupo de los **grandes** (>40 – 50 cm LM) el estadio dominante fue el de evacuación (76,9%) seguido de ejemplares en maduración (13%) e inmaduros (10,1%).

El análisis por zonas permitió observar en los machos, que en el grupo de los **pequeños** el estadio predominante fue inmaduro con 75 y 100% para la zona norte y sur, respectivamente, seguido por el estadio en evacuación (25%); en el grupo de los **medianos** predominó el inmaduro (61,5 y 68,9% para las zonas norte y sur, respectivamente), seguido por el estadio en evacuación con 30,8 y 15,6% para norte y sur, respectivamente; en el caso del grupo de los **grandes** el estadio predominante fue evacuación con 50,8 y 90,9% para norte y sur, respectivamente, seguido por los ejemplares en maduración con 37,3% (zona norte) e inmaduros con 9,1% (zona sur) (Fig. 27 b).



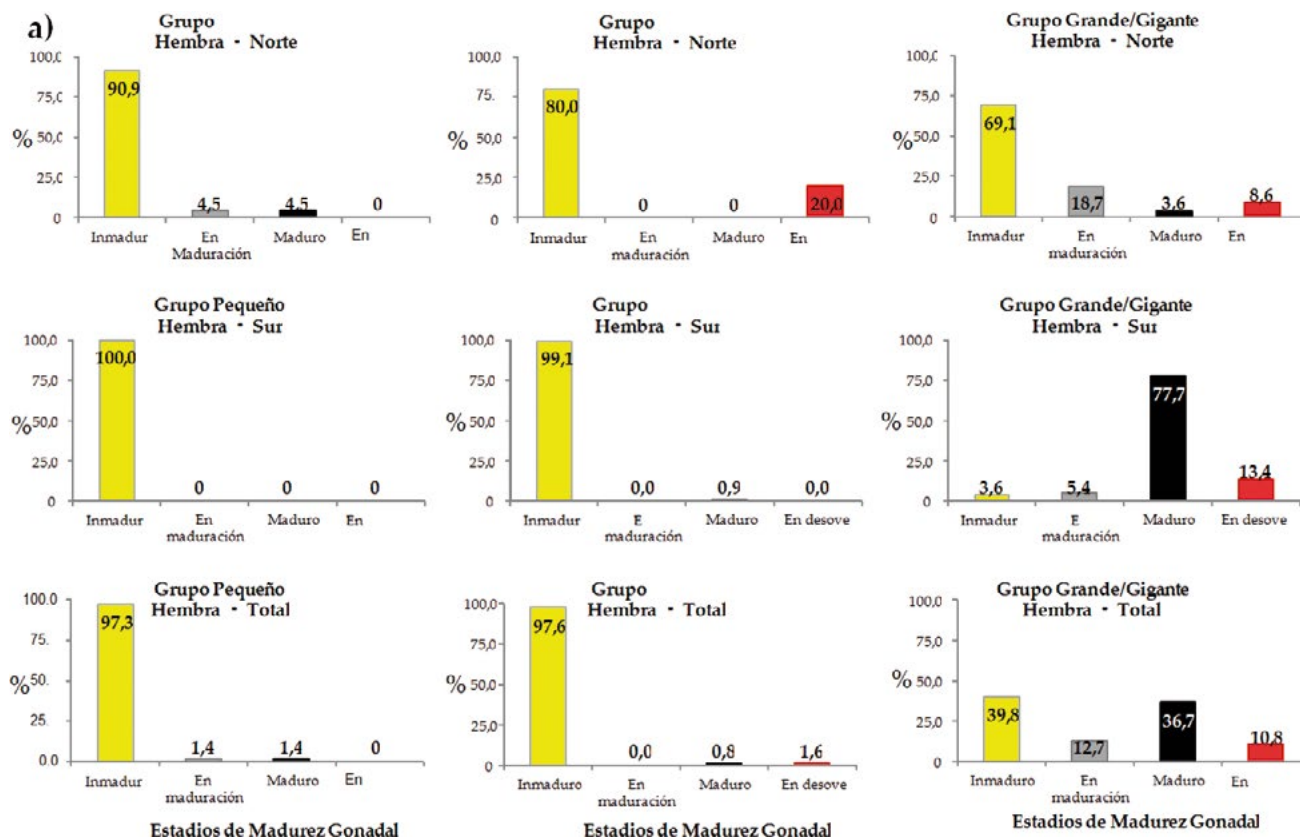


Figura 27 a.- Estadios de madurez gonadal de hembras de *D. gigas* por grupo de talla y zona. Cr. 1501- 02, BIC Olaya y Humboldt

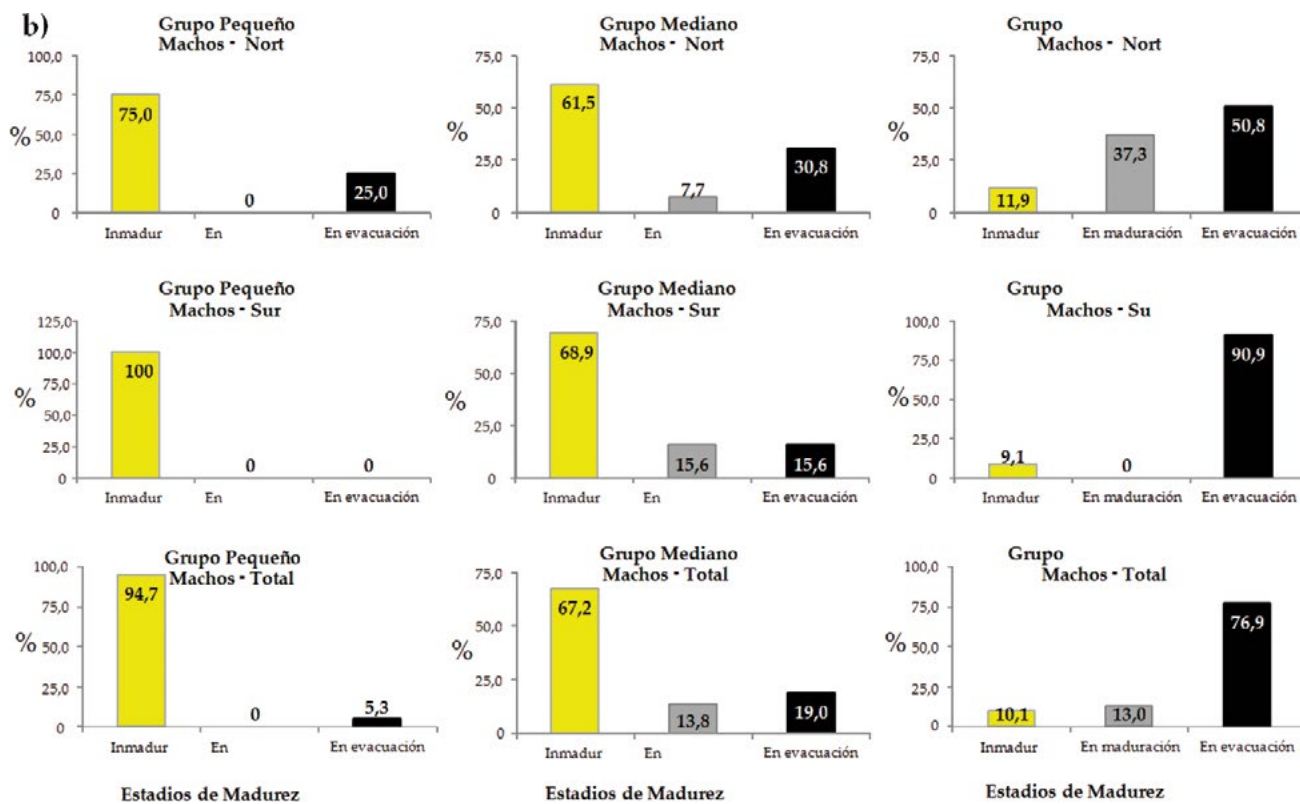


Figura 27 b.- Estadios de madurez gonadal de machos de *D. gigas* por grupo de talla de madurez y por zona. Cr. 1501-02, BIC Olaya y Humboldt

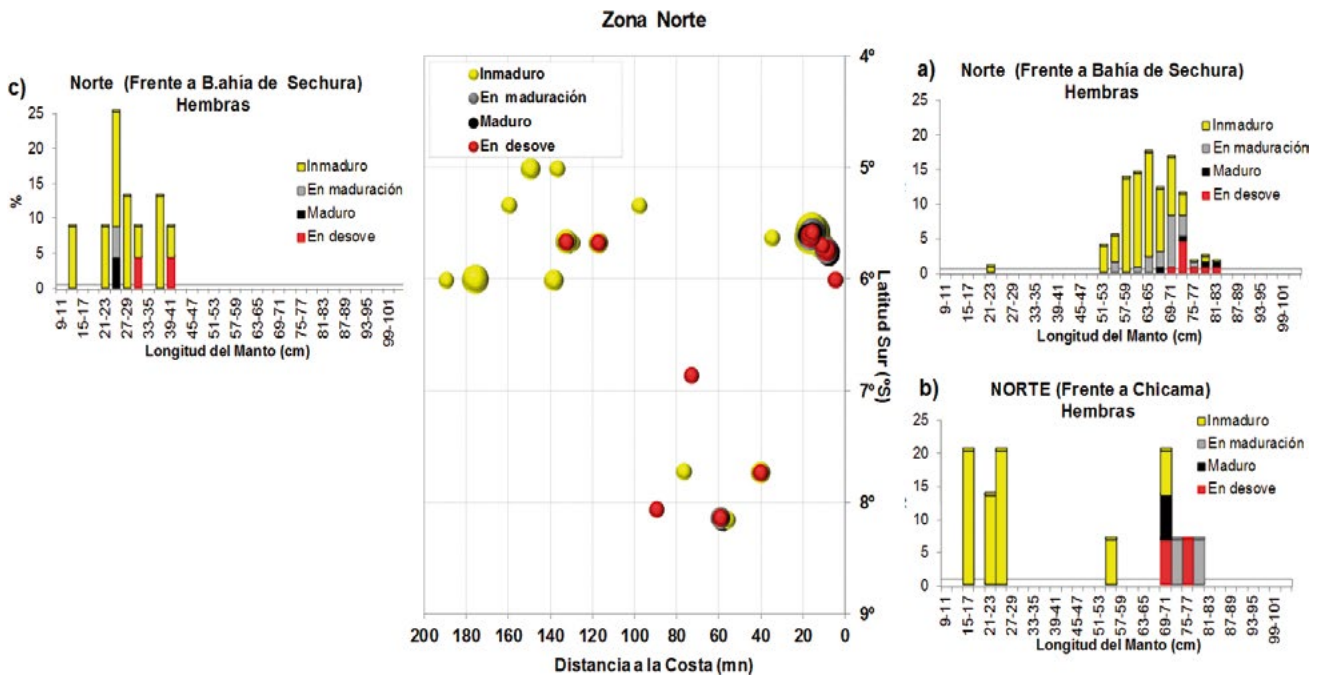


Figura 28.- Estadios de madurez gonadal de *D. gigas* por latitud y distancia a la costa y por grupos de talla: a) grupo grande, b) grupo pequeño y grande, c) grupo pequeño. Cr. 1501-02, BIC Olaya

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

**Capturas de hembras.-** En la zona norte se observaron tres escenarios

1. Frente a Sechura: ejemplares del grupo grandes/gigantes, entre 9,2 y 17 mn presencia de inmaduros; entre 15,9 y 18 mn de maduros y entre 5 y 18 mn en desove (Fig. 28a).
2. Frente a Chicama: ejemplares de dos grupos pequeños y grandes. Los pequeños se encontraron entre 40,6 y 77 mn de la costa en los que predominó el estadio inmaduro y los grandes entre 40,6 y 90 mn con ejemplares en desove (Fig. 28b).
3. Frente a Sechura: entre 98 y 190 mn predominó el grupo pequeños con ejemplares inmaduros y entre 117,7 y 133 mn con ejemplares inmaduros y en desove (Fig. 28c).

En la zona sur (13 - 19°99S) se observaron dos escenarios: las áreas A y C donde se encontraron tres grupos de tallas:

1. Área A: entre 127 y 199 mn frente a Ilo, se detectó el grupo de pequeños con ejemplares inmaduros; entre 116 y 142 mn frente a Atico se localizó el grupo de medianos inmaduros. Entre 30,7 y 70 mn frente a Quilca y entre 83 y

- 195 mn frente a Ilo se encontraron ejemplares maduros del grupo grande/gigante (Fig. 29a).
2. Área C: entre 162 y 277 mn frente a Pta. Azua y Chala, respectivamente, se encontraron ejemplares de los grupos medianos y grandes/gigantes, en el primero predominaron los inmaduros, y en el segundo los maduros y en desove que se registraron entre 265 y 272 mn frente a Chala y Lomas (Fig. 29b).

**Relación talla – madurez**

**Zona norte.-** La muestra estuvo conformada por ejemplares de dos grupos: el “mediano” de 21 a 46 cm de LM, con hembras en maduración y maduras a partir de 25 cm y los machos en evacuación a partir de 22 cm y el de grande/gigante con ejemplares de 46 a 82 cm de LM, las hembras en maduración a partir de 55 cm y maduras a partir de 67 cm de LM y los machos en maduración a partir de 46 cm y en evacuación a partir de 52 cm de LM (Fig. 30).

**Zona sur.-** En la muestra de hembras se encontró tres grupos de tallas, el “pequeño” de 7 a 19 cm de LM, el “mediano” de 25 a 46 cm y el “grande/gigante” a partir de 52 hasta 103 cm de LM; las hembras del grupo pequeño fueron ejemplares inmaduros; en el de medianos se detectaron

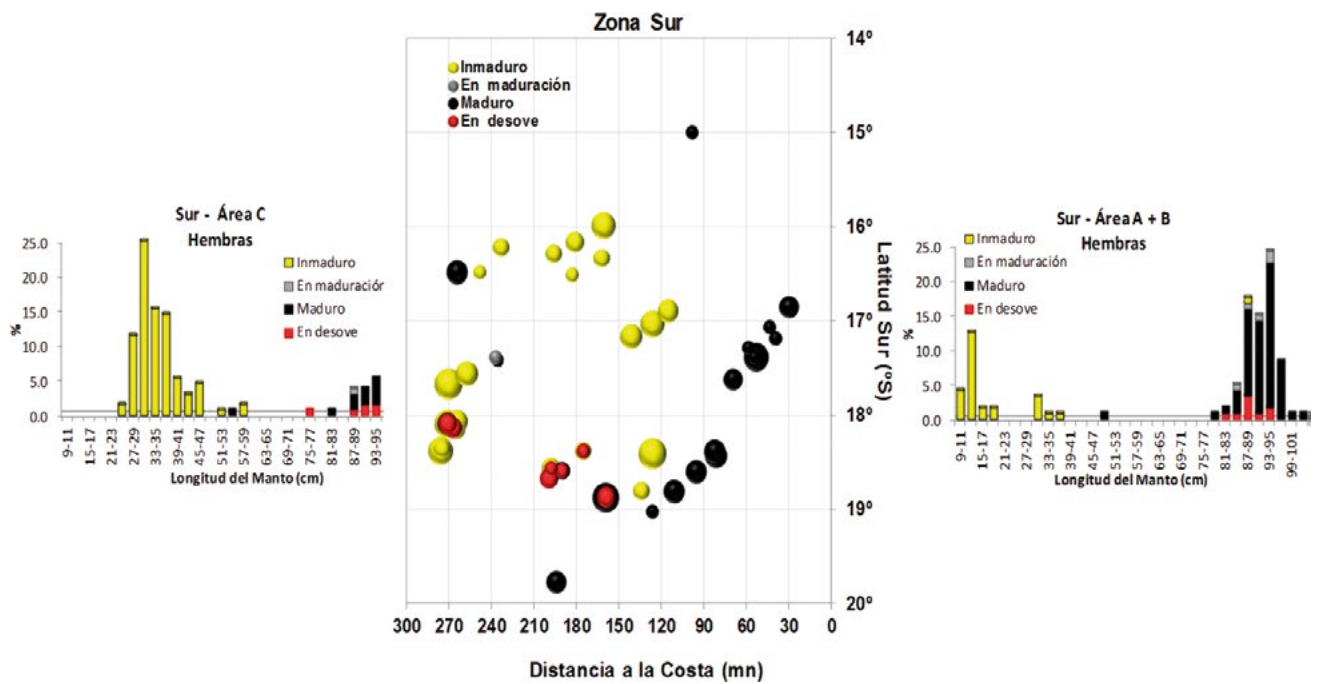


Figura 29.- Estadios de madurez gonadal de *D. gigas* por latitud y distancia a la costa y por grupos de talla: Áreas A y B: grupos pequeño, mediano y grande/gigante; Área C: grupos mediano y grande/gigante. Cr. 1501-02, BIC Humboldt

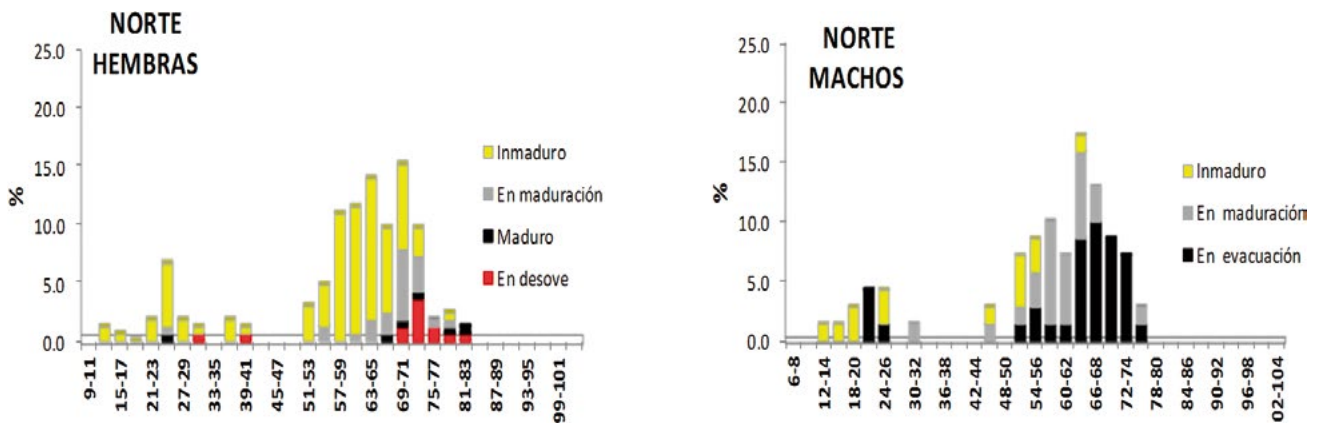


Figura 30.- Talla – madurez de *D. gigas*, Zona norte. Cr. 1501-02, BIC Olaya

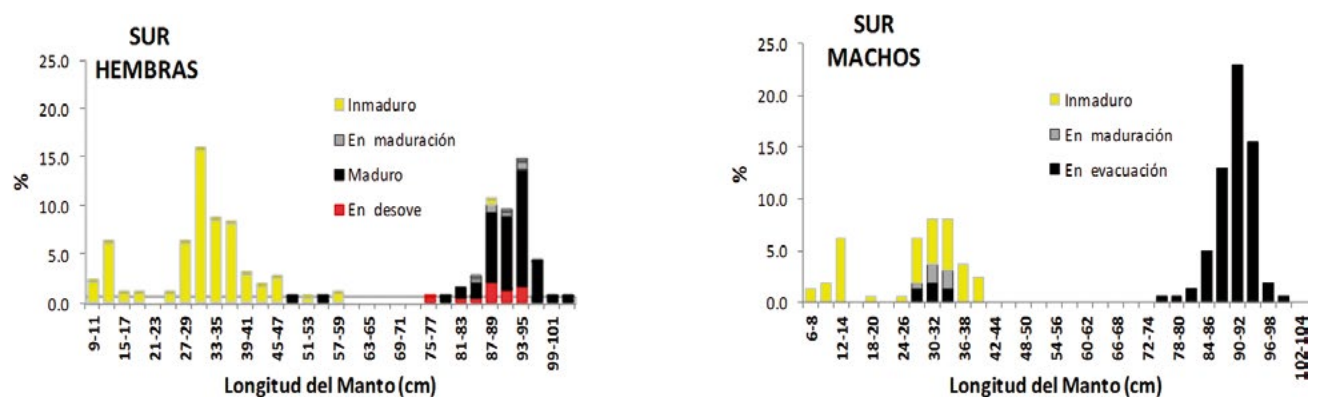


Figura 31.- Talla – madurez de *D. gigas*, Zona sur. Cr. 1501-02, BIC Humboldt



ejemplares en maduración y en evacuación a partir de 28 cm de LM y en el grupo grande/gigante se determinaron ejemplares en desove a partir de 76 cm de LM.

En los ejemplares machos, si bien la estructura fue más compleja, también se observó presencia de por lo menos tres grupos de tallas; el grupo "pequeños" integrado por ejemplares inmaduros; en el "mediano" fueron ejemplares maduros y en evacuación a partir de 28 cm de LM y en el "grande/gigante" se hallaron ejemplares en evacuación desde 76 cm de LM (Fig. 31).

### Aspectos tróficos

Se analizaron 557 contenidos estomacales del calamar gigante, procedentes de la captura con línea manual con potera/pinta (533) y arrastre de media agua (24), en la zona norte (174) y sur (383) del litoral.

El espectro alimentario del calamar gigante estuvo conformado por ejemplares de los Phyla Mollusca, Arthropoda, Chordata y Ctenophora (Tabla 8). En la zona norte el espectro estuvo integrado por 24 ítems-presa y en la sur fue similar (25). A nivel de presas, entre los cefalópodos se registró *Abraliopsis affinis* (Pfeffer), pulpo *Argonauta* sp., calamar gigante *D. gigas*, *Stigmatoteuthis hoylei* (Goodrich), *Cranchia scabra* Leach. En peces, se registró especies de diferentes hábitats, como pelágicos (anchoveta, samasa, barracuda *Sphyræna* sp., peces voladores Exocoetidae), demersales (merluza *Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, pez sable *Lepidopus caudatus* (Euphrasen)), los mesopelágicos de la familia Phosichthyidae (*V. lucetia*), peces linterna Myctophidae (*Diogenichthys laternatus* (Garman), *Myctophum* spp., *Lampanyctus* spp.) y Bathylagidae (esperlán plateado *Leuroglossus* sp.). Los taliáceos (pyrosomas, salpas), componentes del holoplancton, en bajas proporciones, también conformaron parte de la dieta. Además, la contribución de crustáceos Malacostracos como Euphausiacea, anfípodos gammáridos, camarones brujo stomatópodos, múnida o camaroncito rojo *Pleuroncodes monodon*, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF) fue menor. El aporte de gasterópodos tecosomatos y ctenóforos fue muy pequeña.

### Línea de mano con potera

Se analizaron 164 estómagos de la zona norte, de los cuales 140 presentaron presas con índice de vacuidad de 14,6%; se examinaron 369 estómagos de la zona sur, de los cuales 342 presentaron algún tipo de presa con índice de vacuidad menor (7,9%).

A nivel de número, en la zona norte las presas dominantes fueron organismos de la familia Euphausiidae (49,6%), camarón brujo *Squilla* spp. (9,8%), anchoveta (8,4%); en la zona sur predominaron salpas (37,5%), Euphausiidae (15,8%), el tunicado pelágico *Phyrosoma* sp. (11,3%) de la clase Thaliacea, entre otros (Tabla 8).

En la zona norte entre los componentes más frecuentes en la dieta sobresalieron Euphausiidae (30,7%), anchoveta (25,0%) y cefalópodos indeterminados (24,3%); mientras que en la zona sur sobresalieron *Argonauta* sp. (26,0%), cefalópodos indeterminados (25,7%), el calamar gigante (24,3%) y el mictófido oceánico *Myctophum aurolaternatum* (17,0%) (Tabla 8).

Por peso el espectro alimentario de pota se caracterizó por dominancia de cefalópodos, tanto en la zona norte (W=52,9%) como en la zona sur (W=77,1%). El aporte de peces en la dieta fue importante en la zona norte (W=39,6%) a diferencia de su menor representatividad en la zona sur (W=7,1%); la contribución de taliáceos no fue relevante en la alimentación de *D. gigas* en ambas zonas (norte: 4,4%, sur: 12,8%) y los crustáceos también tuvieron escasa representatividad en el norte (W=3,1%) y sur (W=2,3%), así como otros invertebrados (W ≤0,7%) (Tabla 8, Fig. 32).

El canibalismo tuvo un rol importante en la dieta al constituir la presa dominante en ambas zonas del litoral (W=48,3% y W=45,9%). En la zona norte la dieta estuvo complementada especialmente con anchoveta (W=17,2%) y merluza (W=12,0%); en la zona sur lo fue por cefalópodos no identificados (W=14,5%) y *Argonauta* sp. (W=10,7%) (Tabla 8).

Tabla 8.- Espectro alimentario del calamar gigante según arte y zona. Cr. 1501-02

Arte		Pinta												Arrastre											
Zona		Norte						Sur						Norte						Sur					
Phyllum/Clase		N	%N	P	%F	W	%W	N	%N	P	%F	W	%W	N	%N	P	%F	W	%W	N	%N	P	%F	W	%W
<b>Mollusca</b>																									
Gastropoda	<i>Diacriasp.</i>	1	0,06	1	0,71	0,1	*																		
	<i>Cavolinia uncinata</i>							10	0,31	8	2,34	6,88	0												
	Cephalopoda n/i	40	2,24	34	24,29	127,2	3,49	114	3,48	88	25,73	3115,1	15							1	20	1	33,33	1,4	70,00
	Enoploteuthidae							7	0,21	4	1,17	12,60	5,9												
	<i>Abraliopsis affinis</i>	115	6,44	23	16,43	39,0	1,07	6	0,18	3	0,88	25,60	0,1	3	1,08	2	20	1,9	1,84						
	<i>Dosidicus gigas</i>	18	1,01	18	12,86	1758,6	48,29	161	4,92	83	24,27	9837,09	46												
	<i>Argonauta</i> sp.	5	0,28	3	2,14	0,2	*	207	6,32	89	26,02	2283,4	11	2	0,72	2	20	1,9	184						
	<i>Stigmatotheuthis hoylei</i>							1	0,03	1	0,29	10,00	0,1												
	<i>Cranchia scabra</i>							1	0,03	1	0,29	15,00	0												
	Loliginidae	1	0,06	1	0,71	1,4	0,04																		
<b>Arthropoda</b>																									
	Amphipoda							7	0,21	5	1,46	19,00	0												
	Euphausiidae	886	49,6	43	30,71	51,6	1,42	517	15,8	10	2,92	393,12	1,8	7	2,52	2	20	0,3	0,29						
	Decapoda	3	0,17	3	2,14	0,6	0,02																		
	Natantia n/i							1	0,03	1	0,29	0,40	*												
	<i>Pleuroncodes monodon</i>	88	4,93	18	12,86	14,2	0,39	31	0,95	2	0,58	70,5	0,3												
	Stomatopoda							16	0,49	5	1,46	23,3	0,1												
	<i>Squilla</i> spp.	175	9,80	26	18,57	46,3	1,27																		
<b>Chordata</b>																									
	Teleostei n/i	19	1,06	10	7,14	15,9	0,44	30	0,92	24	7,02	161,00	0,8	3	1,08	3	30	1,1	1,06						
	Mictophidae	6	0,34	3	2,14	0,4	0,01	1	0,03	1	0,29	2,50	0	2	0,72	1	10	0,2	0,19						
	<i>Diogenichthys laternatus</i>	34	1,90	14	10,00	8,6	0,23	1	0,03	1	0,29	0,50	*							2	40,00	1	33,33	0,20	10,00
	<i>Lampanyctus</i> spp.	28	1,57	10	7,14	23,5	0,65	7	0,21	5	1,46	26,00	0,1	1	0,36	1	10	0,2	0,19						
	<i>Myctophum</i> spp.	5	0,28	3	2,14	2,6	0,07																		
	<i>M. aurilateratum</i>							114	3,48	58	16,96	586,30	2,7												
	<i>Myctophum nitidulum</i>							87	2,66	40	11,70	275,60	1,3												
	<i>Sphyraena</i> spp.	2	0,11	1	0,71	0,3	*																		
	<i>Lepidopus caudatus</i>							1	0,03	1	0,29	15,00	0,1												
	<i>Leuroglossus</i> sp.	6	0,34	5	3,57	2,5	0,07	75	2,29	2	0,58	24,05	1,1												
	<i>Vinciguerria lucetia</i>	35	1,96	8	5,71	7,7	0,21	211	6,45	38	11,11	210,71	1	4	1,44	2	20	1	1	2	40,00	2	66,67	0,40	20,00
	Engraulidae	3	0,17	3	2,14	21,8	0,60																		
	<i>Engraulis ringens</i>	150	8,40	35	25	627,1	17,22																		
	<i>Anchoa nasus</i>	36	2,02	11	7,86	212,9	5,85																		
	<i>Merluccius gayi peruanus</i>	27	1,43	17	12,14	437,9	12,02							236	92,10	3	30	97	94						
	Exocoetidae	2	0,11	2	1,43	79,4	2,18																		
	<i>Pyrosomatidae</i>	1	0,06	1	0,71	161,8	4,44																		
	<i>Phyrosoma</i> sp.							370	11,30	16	4,68	1185,00	5,5												
	<i>Salpidae</i>							1227	37,49	43	12,57	1566,9	7,3												
<b>Ctenophora</b>																									
								70	2,14	1	0,29	140,00	0,7												
TOTAL		1786	100	140	209,33	641,69	100	3273	100	342	155,26	21439	100	278	100	10	160	103	100	5	100	3	133,3	20	100
Nº est. c/alimento								342						10						3					
Nº est. Vacios								27						0						11					
Nº est. Total		164						369						10						14					
Nº ítems-presa		24						25						8						3					

\*= < 0,01

%N Porcentaje en número de cada ítem-presa

%W Porcentaje en peso de cada ítem-presa

%F Porcentaje de frecuencia de ocurrencia de cada ítem-presa

La alimentación de *D. gigas* según sexo, mostró algunas variaciones espaciales en las proporciones de algunas presas, a nivel de peso, la dominancia de canibalismo, tanto en hembras como en machos fue al norte (H= 51,1%; M= 44,5%) y sur (H= 53,9%;

M= 34,2%) del litoral (Fig. 33). Adicionalmente, la contribución de presas complementarias en la dieta de las hembras fueron otros peces (W= 14,9%), merluza (W= 11,0%), anchoveta (W= 10,7%) y en los machos resaltó la mayor representatividad de anchoveta (W= 26,1%), merluza (W= 13,4%), taliáceos (W= 10,5%) en la zona norte. Sin embargo, en la zona sur fue relevante la contribución de las presas *Argonauta* sp. (W= 10,1%), cefalópodos indeterminados (W= 9,6%) y Euploteuthidae (8,5%) en el caso de las hembras; y cefalópodos indeterminados (W= 21,8%), taliáceos (W= 21,5%) y *Argonauta* sp. (W= 11,5%) en la dieta de los machos (Fig. 33).

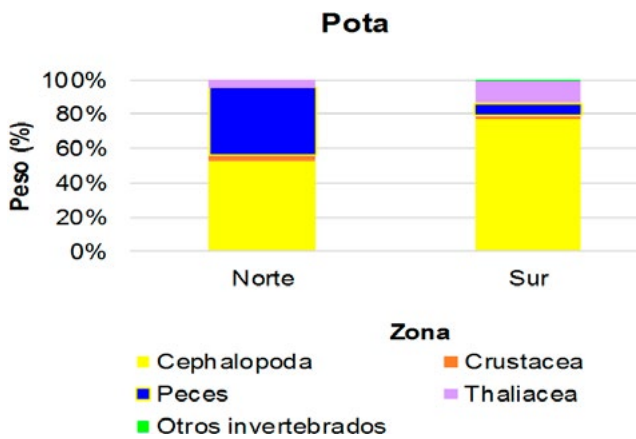


Figura 32.- Dieta de *D. gigas*, grupos taxonómicos en la dieta de pota según zona. Arte: pinta. Cr. 1501-02

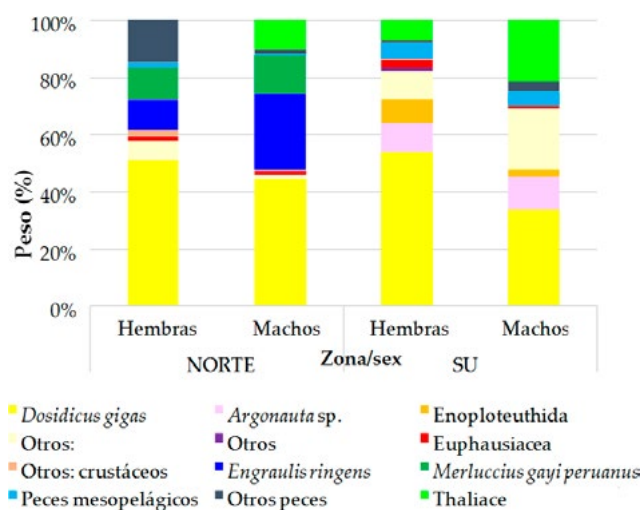


Figura 33.- Composición de la dieta de pota según zona y sexo. Arte: pinta. Cr. 1501-02

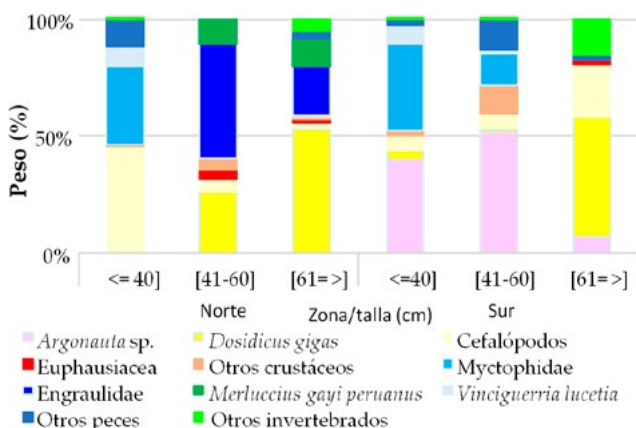


Figura 34.- Composición de la dieta de pota según grupo de talla y según zona. Arte: pinta. Cr. 1501-02

Según el incremento de tamaño la alimentación mostró variaciones graduales. En la zona norte, los ejemplares de menor tamaño (<40 cm) se alimentaron principalmente de cefalópodos (W= 45,9%) y peces de la familia Myctophidae (W= 33,4%) y vinciguerría (W=8,6%). Los ejemplares de tallas medianas (41 - 60 cm) ingirieron engráulidos (W= 48,9%) como anchoveta (W= 40,8%), samasa (W= 8,2%) y en los de mayor talla (> 60 cm) fue notorio el canibalismo (W= 52,8%), peces engráulidos (W= 20,8%) sobre todo anchoveta (W= 14,4%) y merluza (W= 12,6%) (Fig. 34).

En la zona sur, los individuos <40 cm, se alimentaron en mayor proporción de *Argonauta* sp. (W= 39,6%), mictófidios (W= 37,4%) como *M. aurolaternatum*, *M. nitidulum* y vinciguerría (8,2%). Aquellos de talla intermedia, se alimentaron en mayor proporción de *Argonauta* sp. (W= 51,6%), mictófidios (W= 13,9%), otros peces (W= 12,7%) y otros crustáceos (W= 11,7%). Para los de mayor talla, fue importante el aporte de canibalismo (W= 51,7%) e invertebrados (W= 15,4%) como *Phyrosoma* sp. y salpas (Fig. 34).

El calamar gigante capturado con pinta mostró mayor actividad alimentaria después de la medianoche en ambas zonas (Fig. 35).

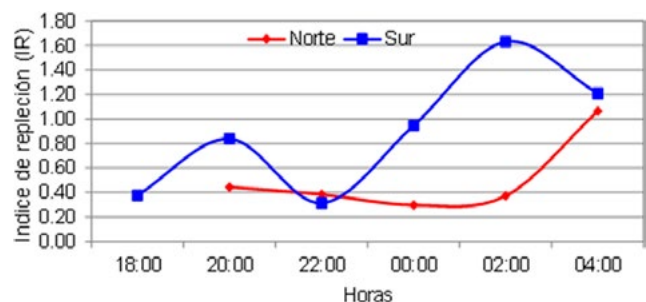


Figura 35.- Repleción estomacal de pota según zona. Arte: pinta Cr. 1501-02



### Arrastre de media agua

Los calamares gigante capturados con arrastre de media agua, fueron pocos (24), presentaron un espectro trófico de menor amplitud, tanto en el norte (8) como en el sur (3). El índice de vacuidad fue alto a través de esta modalidad en ambas zonas (100% y 78,6%, respectivamente).

En el norte, la dieta se caracterizó por ser más ictiófaga al destacar la merluza, como presa dominante (W= 93,6%; N= 92,1%; FO= 30,0%); y en el sur la contribución de cefalópodos no identificados (W= 70,0%, N= 33,3%; FO= 30,0%) fue predominante acompañado de *V. lucetia* (W= 20%, N= 40%, FO= 66,7%,) en menor proporción.

### Paralarvas de cefalópodos

De 25 lances, en el 56% se registraron paralarvas cuyos valores máximos (>200 paralarvas/1000 m<sup>3</sup>) se encontraron a 190 mn de Punta Falsa en el norte y en el sur a 200 mn frente a bahía Independencia y Ocoña.

Las paralarvas de *D. gigas* se observaron en 44% de las estaciones efectuadas, en concentraciones comprendidas entre 7 paralarvas/1000 m<sup>3</sup> (160

mn frente a Sechura) y 131 paralarvas/1000 m<sup>3</sup> (82 mn frente a Ocoña). Otras paralarvas en las muestras correspondieron a *Abraliopsis* spp., *Leachia pacifica* (Issel), *Ancistrocheirus lesueurii* (d'Orbigny), Cranchiidae y *Octopus* spp. Las paralarvas fueron observadas entre 21,70 y 24,62 °C. En la zona norte, la presencia de paralarvas estuvo asociada a Aguas Costeras Frías, con un núcleo subsuperficial de Aguas Subtropicales Superficiales entre 20 y 40 m de profundidad, mientras que en la zona sur estuvo asociada a Aguas Subtropicales Superficiales. En general, las concentraciones de paralarvas de *D. gigas* en este crucero fueron bajas tanto en la zona norte como sur, en relación con las registradas en el crucero 1310.

### Otras especies de invertebrados y peces (red de arrastre)

***Doryteuthis* (A.) *gahi* (calamar común) (Zona norte).**- Se registró en 2 de 34 calas, cuyos puntos de captura se ubicaron entre 4,5 y 6,5°S y dentro de la plataforma continental (9 a 10 mn). La TSM en estos puntos fue de 20,3 a 20,6 °C. La estructura de tallas estuvo comprendida entre 40 y 165 mm LM, mostrando dos grupos modales (Fig. 36a). Predominaron ejemplares inmaduros en hembras y machos (Fig. 36b).

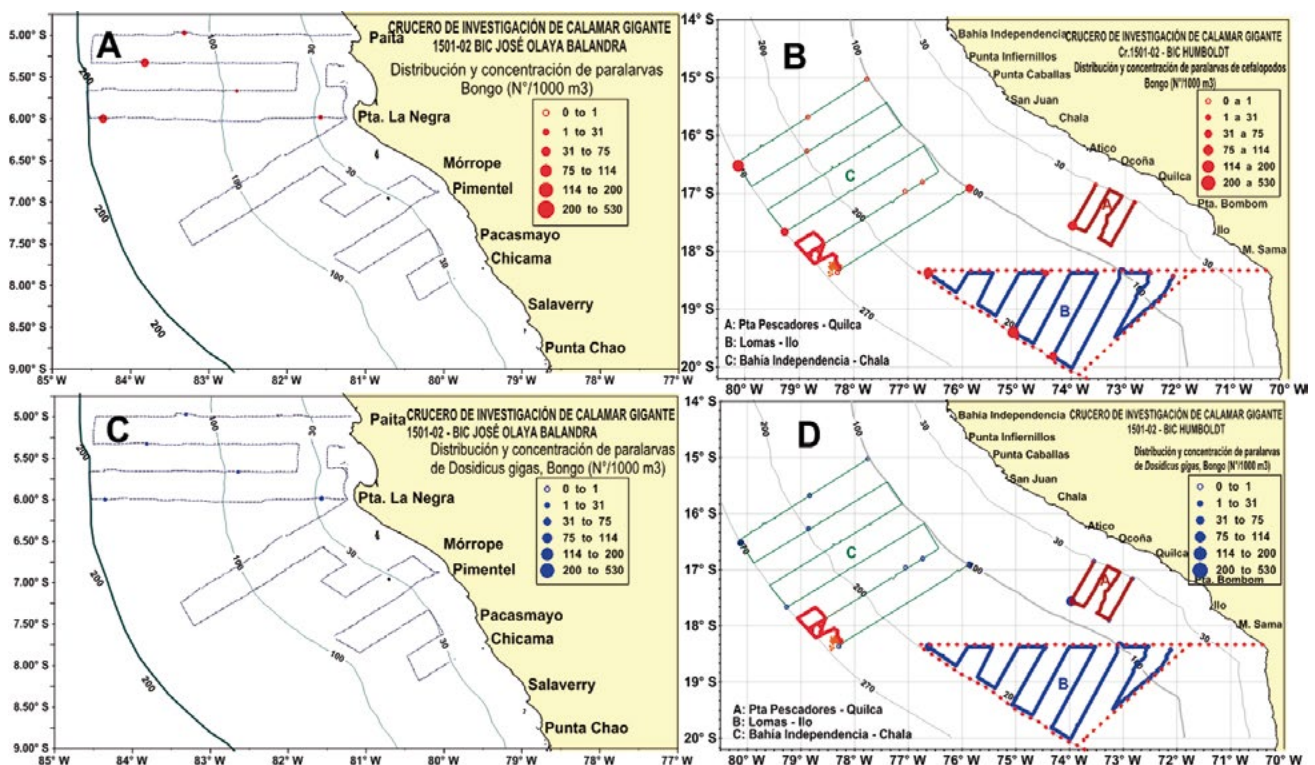


Figura 36.- Distribución y concentración de paralarvas de cefalópodos (A, B) y *D. gigas* (C, D). Crucero 1501-02. BIC Olaya y Humboldt

***Abraliopsis* sp. (Zonas norte y sur).**- Se midieron 430 ejemplares, 262 se extrajeron en la zona norte y 168 en la zona sur. El rango de tallas estuvo comprendido entre 1 y 50 mm de longitud de manto con media en 30,01 mm. En la zona norte los rangos de tallas fueron menores comprendidos entre 12 y 49 mm LM, media  $25,0 \pm 7,0$  mm; moda 19 y 21 mm. En la zona sur los rangos de tallas se encontraron entre 22 y 50 mm LM, media en 39,2  $\pm 5,3$  mm y moda entre 39 y 41 mm.

***Argonauta* sp. (Zona sur).**- El rango de tallas varió entre 6 y 40 mm de LM con media en 23,5  $\pm 6,9$  mm, moda entre 21 y 23 mm. Al analizar las tallas por áreas se observaron las mayores en el área C con mediana de 23,5 mm, media de 26,21  $\pm 7,7$  mm. Las áreas A y B mostraron medianas de 20 y 22,5 y medias de  $20,9 \pm 9,9$  y  $22,4 \pm 4,2$ , respectivamente.

***Onychoteuthis* sp. (Zonas norte y sur).**- Se midieron 110 ejemplares, 55 se capturaron en la zona norte y 61 en la zona sur, con red de arrastre. Los mayores rangos de tallas se observaron en la zona sur.

En la zona norte la estructura de tallas estuvo conformada por ejemplares entre 17 y 79 mm de LM, con mediana en 41 mm y media en  $44,6 \pm 14,4$  mm. En la zona sur las tallas fluctuaron entre 28 y 112 mm de LM, con mediana en 57 m y media de  $59,3 \pm 24,0$  mm de LM.

**Anchoveta.**- En el área explorada durante el crucero (Paita-Chicama), las tallas comprendieron entre 7,5 y 17 cm longitud total (LT) con moda en 13,5 cm, destacando la presencia de individuos adultos en condiciones reproductivas de desove, esta observación se realizó a macro escala tanto en los individuos machos como hembras.

La distribución de tallas según grado latitudinal fueron predominantemente adultas, con ejemplares juveniles mayores al 10% en el grado 6°S. Las modas observadas fueron de 13, 13,5 y 14,5 cm.

Según distancia a la costa, en la zona evaluada se observó mayor presencia de ejemplares juveniles (34%) fuera de las 10 millas náuticas de la costa.

**Samasa.**- La samasa fue capturada frente a Paita dentro de las 10 mn de la costa; presentó un rango de tamaños entre 11,0 y 14,5 cm de LT, con moda de 12,5 cm, predominando individuos adultos.

**Caballa (*Scomber japonicus*).**- Se presentó frente a Paita con el 100% de juveniles, moda en 14 cm de longitud a la horquilla (LH), el rango abarcó de 12 cm a 18 cm de LH. Las capturas fueron realizadas dentro de las 10 mn de la costa.

**Vinciguerría.**- En la zona norte se registró en seis lances de comprobación. El rango de tallas fluctuó entre 23 y 74 mm de LT, con estructura polimodal con moda principal en 65 mm de LT y modas secundarias en 40 y 50 mm de LT. Se presentaron importantes registros entre las 70 mn y 150 mn de la costa entre Paita y Punta La Negra.

Dada la importante biomasa de vinciguerría registrada a bordo del BIC Humboldt, se utilizó un variograma esférico para modelar la abundancia relativa expresada en kg/lance. Los mayores niveles de abundancia se encontraron entre 50 y 100 mn frente a Ilo, asociados a tallas medias de 60,0 – 65,5 LT; con abundancia intermedia entre 100 y 150 mn frente a Ilo, asociado a tallas medias de 47,5 y 51,0 LT y menor abundancia entre 150 y 200 mn frente a Ático e Ilo, asociado a tallas medias de 45,5 y 55,5 LT (Fig. 37).

#### 4. DISCUSIÓN

En el 2014 entre noviembre y diciembre predominaron frente a la costa peruana las ASS (Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos Cr. 1411-12 BIC Olaya); la masa de agua que predominó al norte de Paita fue AES y entre Malabrigo a Paita fueron ACF (Fig. 38). Ante estas condiciones oceanográficas, entre enero y febrero 2015 se desarrolló el Crucero de Investigación del calamar gigante en los BIC Humboldt y Olaya.

A inicios de enero del 2015 (Fig. 39), las condiciones oceanográficas presentaron el calentamiento propio del verano, determinándose núcleos de anomalías positivas por fuera de las 60 mn frente a Pimentel y a distancias mayores de 30 mn de la costa de Chimbote al Callao. Debajo de los 14°S el desplazamiento de norte a sur de la isoterma de 24 °C a lo largo de la costa del Perú, determinó anomalías de hasta +4,0 °C en zonas muy próximas a Atico y Quilca (Fig. 40) favoreciendo la proyección de las ASS hacia la costa, esta masa de agua se observó con mayor amplitud e intensidad que durante el Cr. Pelágico 1402.

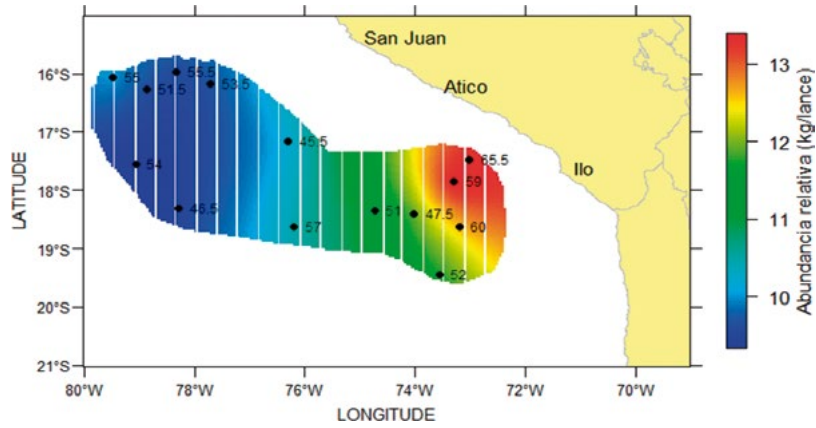


Figura 37.- Modelo espacial de abundancia relativa de *V. lucetia* asociado a talla media. Cr. 1501-02, BIC Humboldt

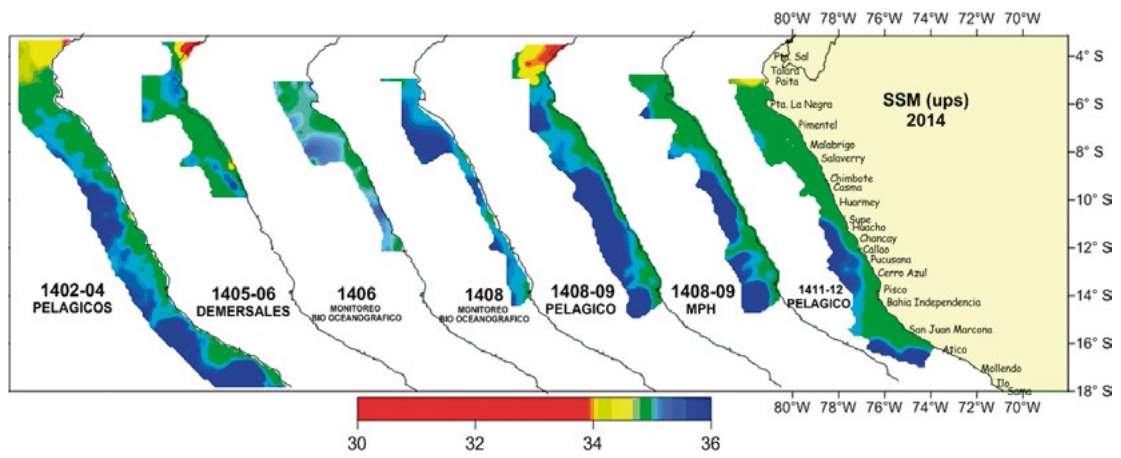


Figura 38.- Distribución de la salinidad superficial del agua de mar SSM (ups) durante el 2014

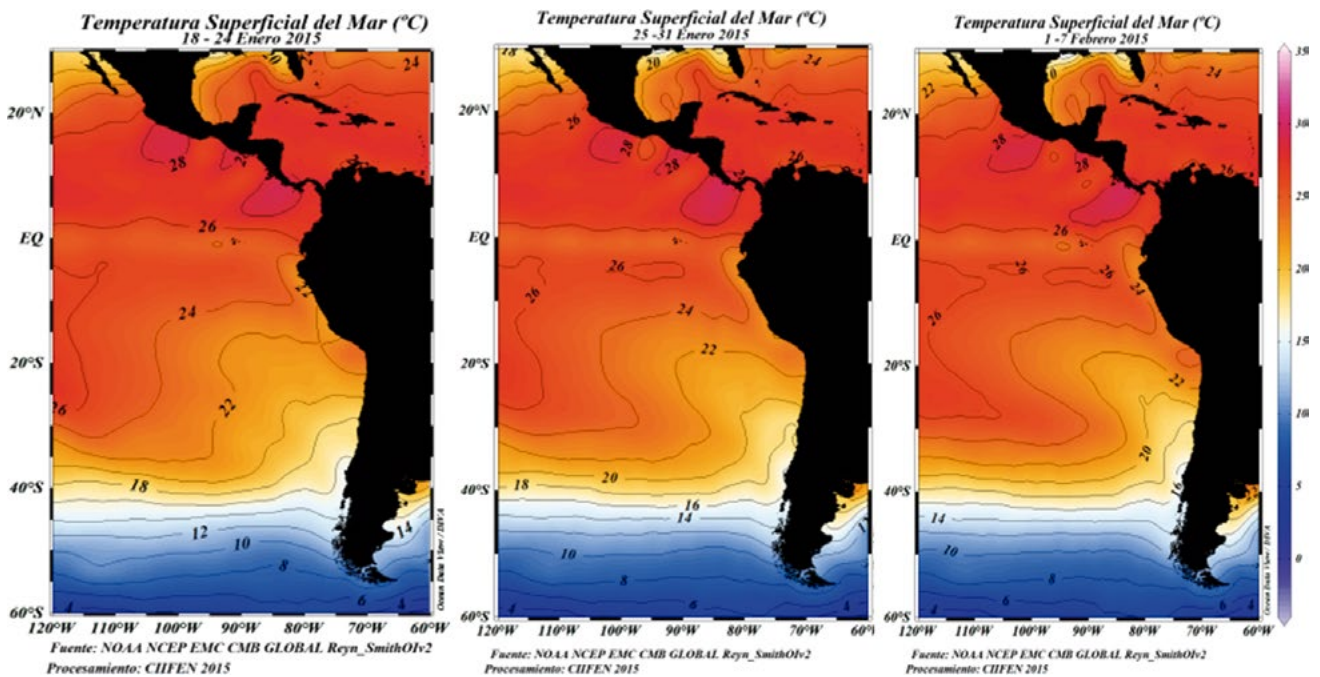


Figura 39.- TSM en el Pacífico Sur. Periodo Cr. 1501-02, BIC Olaya y Humboldt Fuente: NOAA NCEP EMC CMB GLOBAL. Reyn\_Smith O1 v2



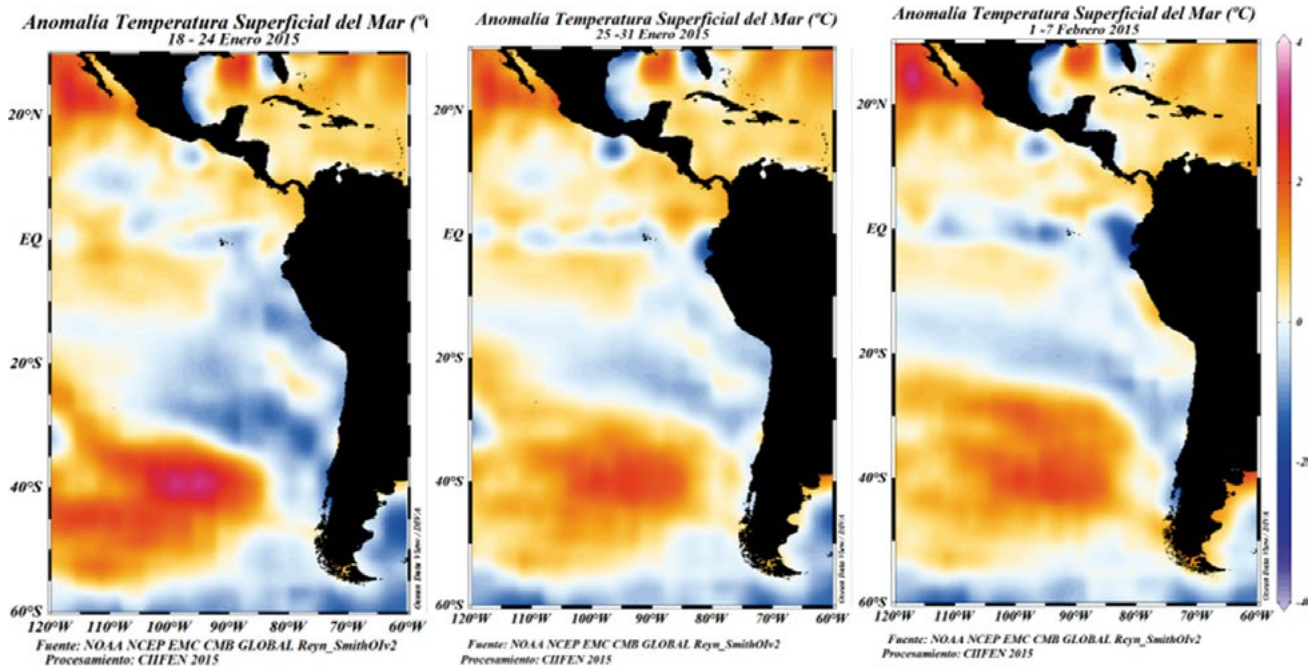


Figura 40.- ATSM en el Pacifico Sur. Periodo Cr. 1501-02. BIC Olaya y Humboldt Fuente: NOAA NCEP EMC CMB GLOBAL. Reyn\_Smith O1 v2

Durante las prospecciones acústicas pesqueras efectuadas en el área del dominio marítimo nacional, la biomasa de pota estimada fue de alrededor de 551.039 t (Cr. 1310) y 84.465 t (Cr. 1402-04); calculadas a partir de tallas que variaron de 1 a 20 cm de LM (red de arrastre pelágica) (IMARPE, 2014a), de 2 a 7 cm LM (red de arrastre) y 79 a 105 cm LM (líneas poteras) (IMARPE, 2014b).

En el crucero 1501-02 se capturaron ejemplares que cubrieron un amplio rango de tallas con el uso de la red de arrastre (1 a 20 cm) y con línea de mano con poteras (25 a 102 cm), estimándose para la zona sur una biomasa de 1.347.875 t sustentada en la mayor disponibilidad del recurso tal como se preveía durante el Cr 1410 (IMARPE, 2014b).

La estructura de tallas del calamar gigante mostró amplio rango como lo observado en el crucero de calamar gigante de octubre del 2013. En el crucero 1501-02 se observó mayor abundancia del recurso, así como predominio de individuos inmaduros y en desove que confirma el patrón reproductivo de la especie y la presencia de dos grupos de madurez en ambos sexos, estos importantes resultados similares a los obtenidos durante el 2008, 2012 y 2014, permitirían esperar que para el 2015 se alcancen niveles de reclutamiento importantes, siempre y cuando no

se produzcan cambios en el ambiente marino, como eventos intensos de El Niño o La Niña que podrían afectar la disponibilidad y abundancia del recurso frente a la costa peruana.

Durante las prospecciones acústicas pesqueras realizadas en el Área del Dominio Marítimo Nacional en el extremo de la Zona Sur, la biomasa de pota estimada fue de 14.839 t (Cr 1402-04) y 370.073 t (Cr 1410); calculada a partir de tallas que variaron de 1 a 20 cm con la red de arrastre pelágica (IMARPE, 2014a) y tallas de 2 a 7 cm con red de arrastre a 79 - 105 cm con líneas poteras (IMARPE, 2014b) (Fig. 41).

Durante las operaciones de pesca se observó presencia de embarcaciones artesanales poteras y espineleras (Áreas A y B) y flota calamarera de bandera extranjera (Áreas C y D) en cuyas áreas se evidenciaron ejemplares juveniles de calamar gigante, pez volador *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque) y perico *Coryphaena hippurus* Linnaeus en superficie de agua y también algunas aves.

Con relación a los resultados obtenidos en el crucero de investigación del calamar gigante realizado en octubre de 2013, la composición de especies capturadas en el área sur mostró que el calamar gigante, la malagua, los peces

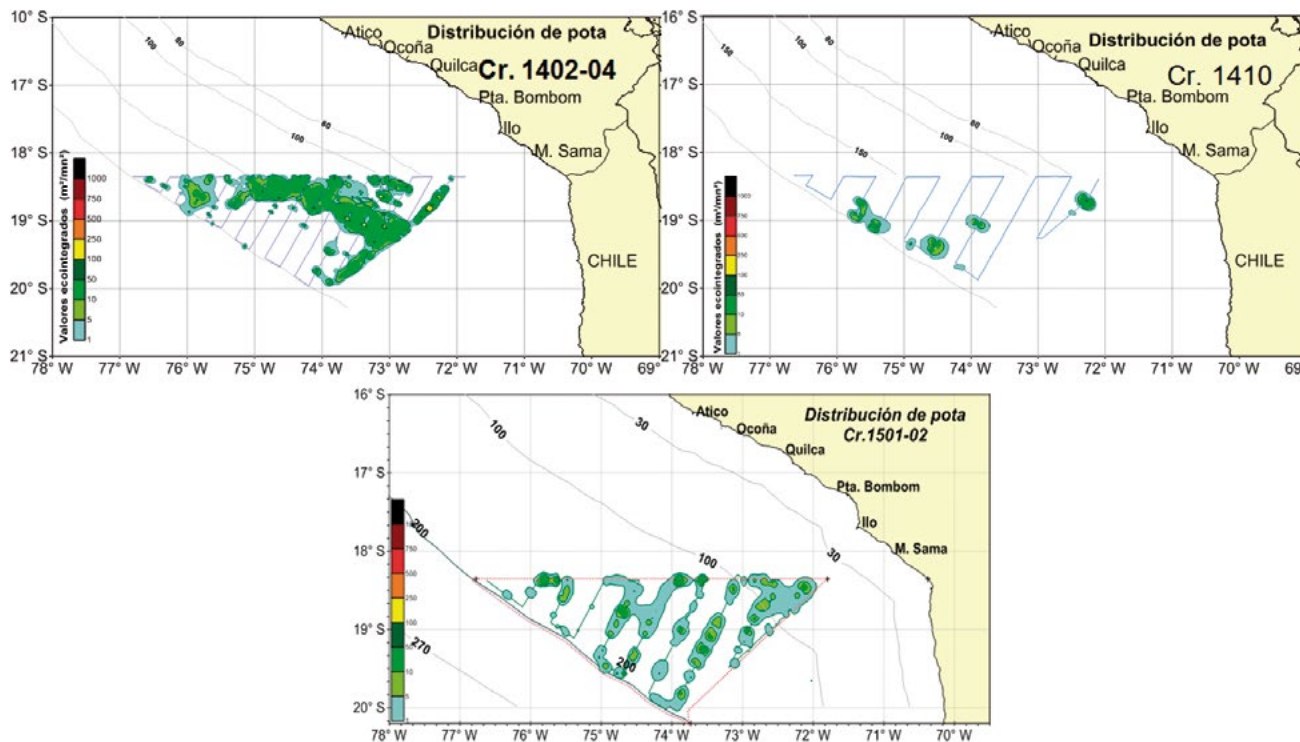


Figura 41.- Distribución y concentración de pota, cruceros 2014 y 2015 en el Área del dominio Marítimo Nacional, extremo de la Zona Sur

luminosos y la anchoveta contribuyeron de forma importante a la captura total; el calamar gigante representó 39,7% de la captura total. Los resultados obtenidos en el crucero 1501-02 mostraron predominio del calamar gigante en las capturas (91,5%), el pez linterna representó 4,7%.

En general, los cefalópodos (%W>36,2) predominaron en la dieta del calamar gigante a tallas mayores de 20 cm de LM, disminuyendo la contribución de peces a tallas mayores.

Por otro lado, la presencia del molusco holoplanctónico *Cavolinia uncinata*, especie asociada a ASS (QUESQUÉN, 2005) constituyó parte del componente trófico del calamar gigante en la zona sur del litoral (subáreas B y C) frente a San Juan de Marcona (271 mn), Chala (176-200 mn), Ocoña (160 mn), Matarani (195 mn). Su presencia como componente trófico en la zona oceánica asociado a ASS, también ha sido diferenciado durante el crucero conjunto de investigación (dic 2011 - enero 2012) en las zonas nor-centro y sur del litoral (franja 81-150 mn de la costa) (IMARPE & FISHERIES RESEARCH AGENCY, 2013).

En el extremo de la zona sur se localizaron dos núcleos de concentración del calamar gigante, entre 60 mn de Ilo a 110 mn de Punta Bombón y desde 126 mn de Ocoña hasta 170 mn de Punta Pescadores. Características similares se presentaron en el Cr. 1402-04, cuando la distribución del calamar gigante se extendió desde 80 hasta 210 mn de la costa frente a Ocoña y Morro Sama, detectándose concentraciones de tipo disperso localizadas principalmente hacia el noroeste y sudeste del área evaluada. Las concentraciones de mayor densidad se encontraron frente a Ilo y Morro Sama entre 100 y 120 mn de la costa y frente a Ocoña y Quilca entre 120 y 150 mn, por fuera de esta zona se detectaron concentraciones muy dispersas hasta 200 mn de la costa (Cr. 1402-04). Durante el Cr. 1410, la distribución del calamar gigante se extendió desde 75 hasta 200 mn de la costa frente Atico, Ocoña e Ilo detectándose concentraciones de tipo disperso. Las concentraciones de mayor densidad se localizaron frente de Atico e Ilo, pero fueron menores a las registradas en el Cr. 1402-04 y en el crucero 1501-02.

## 5. CONCLUSIONES

En general, se observó alta disponibilidad y abundancia de calamar gigante en la zona sur, principalmente en el área del dominio marítimo nacional en el extremo de la zona sur (triángulo), mientras que en la zona norte el recurso se vio afectado por la propagación y arribo de ondas Kelvin a la costa peruana.

La estimación preliminar de la biomasa de pota en el área de estudio fue 1.898.428 t, de las cuales 1.347.875 t correspondieron a la zona sur (71,0%) y 550.553 t a la zona norte (29,0%).

El mayor volumen de capturas obtenidas en la zona norte correspondió al calamar gigante, con captura total de 1.928,58 kg, seguido de anchoveta con 803,66 kg.

La mayor concentración de calamar gigante capturado con línea de mano con potera fue observada en el área frente a la bahía de Sechura, entre 15 y 20 mn de costa, tanto en número de ejemplares/hora como en peso (kg/hora).

Latitudinalmente la mayor abundancia correspondió a los grados 05-06°S con 544.377 toneladas y 18-19°S con 719.079 toneladas.

En la zona sur, la pota registró altas densidades en el extremo del dominio marítimo, por fuera de las 126 mn de Ocoña, entre 40 y 50 mn frente a Punta Pescadores en la zona de pesca artesanal y de 100 a 120 mn de Punta Infiernillos a Punta Caballas.

El afloramiento costero con valores bajos en oxígeno estuvo muy restringido en la zona norte, frente a la zona costera de Pimentel - Salaverry. En el sur, el crucero se realizó por fuera de 30 mn y el afloramiento no fue apreciado.

En el sur, bahía Independencia, Ocoña y Quilca, presentaron la termoclina intensa conformada por 9 y 10 isotermas como producto de la proyección de las ASS que se distribuyeron alrededor de 50 m en el primer lugar y 25 m en los dos últimos. Frente a Ocoña y Quilca se detectaron pequeños núcleos asociados a temperaturas de 13 y 14 °C indicando presencia de ATSA.

## REFERENCIAS

- ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1997. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. 2da. Ed. Serie de Pub. Esp. IMARPE. Callao. 183 pp.
- BEN-YAMI M. 1990. La atracción de peces con luz. Colección FAO: Capacitación N° 14. (Ilustraciones A. Pichovich). Roma, Italia. 81 pp.
- CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24: 286-318.
- CASTILLO P R, GONZALES A. 2000. Mediciones *in situ* de fuerza de blanco del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) para la frecuencia de 38 kHz determinadas en el crucero BIC Olaya 0007-08, Zorritos a Callao. Inf Int DIPDT. IMARPE.
- CASTILLO R, PERALTILLA S, GUTIÉRREZ M. 2008. Biomasa de anchoveta y otros recursos pelágicos estimados por el método hidroacústico a finales del invierno 2008. Inf Inst Mar Perú. 35(2): 145-152.
- CHIRICHIGNO N. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Serie de Pub. Esp. IMARPE. Callao. 183 p.
- CORTÉS E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 726-738.
- FROESE R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology. 22: 241-253.
- GARCÍA-GODOS N I. 2001. Patrones morfológicos del otolito *sagitta* de algunos peces óseos del mar peruano. Bol Inst Mar Perú. 20(1-2): 83.
- GUTIÉRREZ M, HERRERA N. 1999. Mediciones *in situ* de diversas especies a finales del invierno de 1998. Crucero 9808-09. Inf Inst Mar Perú. 141: 7-12.
- GUTIÉRREZ M. 2002. A technical and scientific approach about needs of new sustainable fisheries. Proceedings of Seoul Ocean Seminar. 1st APEC Ocean-related Ministerial Meeting. Korea Maritime Institute. 75-90 pp.
- HACUNDA J S. 1981. Trophic relationships among demersal fishes in a coastal area of the Gulf of Maine. Fish. Bull. NOAA. 79: 775-788.
- HYSLOP E J. 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. J. Fish. Biol. 17: 411-429.
- IMARPE. 2014a. Primer Informe de Campo, Nueva delimitación marítima. Crucero 1402-04 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos. Cr. 1402-04 BIC José Olaya Balandra. 28 p.
- IMARPE. 2014b. Informe Ejecutivo. Prospección acústica pesquera en la zona del triángulo limítrofe entre Perú y Chile. Cr. 1410 BIC José Olaya Balandra. 34 p.
- IMARPE, FISHERIES AGENCY OF JAPAN. 2013. Crucero de Investigación Conjunta del Calamar gigante *Dosidicus gigas*, BIC Kaiyo Maru (16 de diciembre al 19 de enero de 2012). 77 pp.

- JEREB P, ROPER C F E (eds). 2005. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Chambered nautilus and sepioids (Nautilidae, Sepiidae, Sepiolidae, Sepiadariidae, Idiosepiidae and Spirulidae). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. Rome. FAO. N° 4, Vol. 1: 262.
- NÉDÉLEC C, PRADO J. 1990. Definición y Clasificación de las Diversas Categorías de Artes de Pesca. FAO, Documento Técnico de Pesca. N° 222. 109 pp.
- NIGMATULLIN C M. 1991. Systematics, phylogeny and morpho-functional evolution of squids of the family Ommastrephidae. Bull. Mar. Sci. 49(1-2): 666.
- NIGMATULLIN C M, NESIS K N, and ARKHIPKIN A I. 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). Fish. Res. 54: 9-19.
- QUESQUÉN L R. 2005. Moluscos holoplanctónicos heteropoda y pteropoda colectados en noviembre y diciembre de 1996 en el mar peruano. Tesis Lic. en Biología. Universidad Ricardo Palma. Facultad de Ciencias Biológicas. 82 pp. <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/bitstream/handle/123456789/2097/QuesquenLizaRoberto.pdf>
- RODHOUSE P G. 2001. Managing and forecasting squid fisheries in variable environments. Fish. Res. 54: 3 - 8.
- ROSAS-LUIS R, TAFUR-JIMENEZ R, ALEGRE-NORZA A, CASTILLO-VALDERRAMA P, CORNEJO-URBINA R, SALINAS-ZAVALA C, SÁNCHEZ P. 2011. Trophic relationships between the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) and the lightfish (*Vinciguerria lucetia*) in the Humboldt System of Peru. Scientia Marina. 75(3): 9.
- SIMMONDS J, MACLENNAN D. 2005. Fisheries Acoustics. Theory and practices. 2<sup>nd</sup> Ed. Chapman and Hall. 456 pp.
- STRICKLAND J D H, PARSONS T R. 1968. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin. 167. 311 pp.