

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



INFORME TÉCNICO

CRUCERO DE INVESTIGACIÓN DEL CALAMAR GIGANTE (*Dosidicus gigas*) Cr. 1812 – 1901 Y PERSPECTIVAS DE PESCA PARA EL 2019



Callao, Abril 2019

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1	Área de investigación.....	4
2.2	Aspectos ambientales.....	5
2.3	Acústica y pesca.....	6
2.4	Aspectos biológicos del calamar gigante y otras especies	8
2.5	Estimación del máximo rendimiento sostenible y perspectivas de explotación.....	9
3.	RESULTADOS	11
3.1	Aspectos ambientales.....	11
3.1.1	Condiciones meteorológicas.....	11
3.1.2	Condiciones oceanográficas superficiales	13
3.1.3	Condiciones oceanográficas sub-superficiales	17
3.1.4	Condiciones de plancton	23
3.2	Acústica.....	26
3.2.1	Distribución del calamar gigante y otras especies.....	26
3.3	Captura por arte de pesca.....	29
3.4	Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)	30
3.5	Aspectos biológicos del calamar gigante y otras especies	33
3.5.1	Distribución de tallas del calamar gigante	33
3.5.2	Relación longitud peso del calamar gigante.....	35
3.5.3	Estado reproductivo del calamar gigante	36
3.6	Otras especies de invertebrados y peces	37
3.7	Biodiversidad	39
3.8	Colecta de muestras de <i>D. gigas</i> para el análisis de la variabilidad genética poblacional	43
3.9	Estimación del máximo rendimiento sostenible	44
3.10	Perspectivas de explotación.....	46
4.	CONCLUSIONES	47
5.	RECOMENDACIÓN.....	50
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
	ANEXO.....	51



RESUMEN

El Crucero de Investigación del Calamar gigante *Dosidicus gigas* se llevó a cabo en su primera etapa entre el 1 y 22 de diciembre del 2018, y la segunda etapa entre el 5 y 27 de enero del 2019, se ejecutó con el objetivo de estimar índices de abundancia a partir de información acústica y por artes de pesca, así como determinar su estado biológico y poblacional y su interrelación con las condiciones del ambiente marino en sus principales áreas de concentración en el mar peruano. Esta investigación se realizó a bordo de los BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt"; el primero cubrió la zona norte entre Paita (05°00'S) y Chimbote (09°00'S), de 40 a 190 mn de la costa, y en la zona sur entre Bahía Independencia (16°05'S) e Ilo (17°31'S), de 20 a 195 mn de distancia a la costa. El BIC "Humboldt" cubrió el área geográfica de la zona centro entre Casma (09°45'S) y Bahía Independencia (16°05'S), de 40 a 201 mn distancia de la costa.

Las condiciones del mar a nivel de superficie se caracterizaron por presentar temperaturas normales en gran parte de la zona central y de manera fragmentada en las zonas norte y sur debido a la incursión de aguas de procedencia ecuatorial (Aguas Ecuatoriales – AES) en el extremo norte y aguas subtropicales superficiales (ASS) en la zona centro-sur.

A nivel sub-superficial, la distribución horizontal de la isoterma de 15 °C mostró el ingreso de aguas de procedencia ecuatorial por la zona costera hasta las 100 mn, llegando hasta la zona de Chimbote. Las secciones en el gradiente costa-océano mostraron isotermas de 15 °C e iso-halinas de 35,0 ups que se profundizaron hacia la costa, con oxígeno disuelto mayor a 1 mL.L⁻¹ en la capa de 0-150 m de profundidad, mientras que al sur de Pisco las mayores concentraciones de oxígeno estuvieron en zonas oceánicas.

Las principales zonas de concentración del calamar se ubicaron entre Paita y Salaverry de 100 a 190 mn en el norte; entre Casma y Huacho de 50 a 200 mn con dos núcleos densos entre Huarney y Supe en la zona centro, y de San Juan a Atico de 40 a 195 mn, con sendos núcleos densos frente a San Juan y Atico. En otras zonas se ubicaron agregaciones dispersas frente a Pucusana de 40 a 50 mn y San Juan y Atico de 100 a 200 mn de distancia de la costa. La captura total del calamar gigante fue de 951,9 kg en 240 operaciones/lances de pesca, correspondiendo 910,8 kg a 175 operaciones con líneas de mano con potera, y 41,5 kg a 39 lances con red de arrastre de media agua.

La abundancia acústica por unidad básica de muestreo (UBM=1 mn) del calamar gigante expresada en m²/mn² (Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica, NASC), presentó valores máximos entre los 10°S y 11°S con 1168,299 y 1311,647 m²/mn² respectivamente.

La CPUE promedio por operación de pesca (línea de mano con potera- a la pinta), presentó sus mayores valores en la zona norte, variando de 0 a 5,833 ejem/h/pescador, seguido de la zona centro de 0 a 3,833 ejem/h/pescador. Por otro lado, en términos de peso, las estimaciones fueron mayores en el sur, con valores de 0 a 5,495 kg/h/pescador y en el centro de 0 a 3,043 kg/h/pescador.

La estructura de tallas del calamar gigante varió de 1 a 81 cm de longitud de manto (LM). Con línea de mano con potera, las tallas fluctuaron de 17 a 81 cm de LM, con media en 31,6 cm y moda en 26 cm de LM; y con red de arrastre, de 1 a 27 cm, con media en 7,6 cm y moda en 3,0 cm de LM. Especialmente, en el norte predominaron ejemplares menores a 32 cm, en el centro menores a 27 cm y en el sur menores a 39 cm de LM.

Reproductivamente, la mayor fracción de ejemplares correspondió al estadio maduro e inmaduro en la zona norte y sur, y en el centro predominó el estadio inmaduro.

Respecto a la biodiversidad se identificaron 78 especies, entre las cuales presentaron mayor abundancia los peces (38) y moluscos (15). Cabe destacar la abundante presencia de *Pyrosoma* sp. en el norte y centro del litoral peruano.

En el presente estudio, el calamar gigante se encontró disponible en todas las áreas evaluadas, pero en concentraciones bajas, debido a la alta variabilidad ambiental que caracteriza el mar peruano, la cual tiene un efecto sobre la distribución, concentración y disponibilidad. En base a estos resultados y de acuerdo al comportamiento de la pesquería artesanal potera, se realizó el diagnóstico del stock y proyecciones de captura para el 2019.



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO

L. MARIÁTEGUI
(e)

1. INTRODUCCIÓN

El calamar gigante es el segundo recurso pesquero de importancia económica del país, extraída exclusivamente por la flota artesanal. Esta actividad contribuye al sustento alimentario, a la generación de puestos de trabajo e ingreso de divisas al país.

En el Perú, el calamar gigante se caracteriza por mostrar grandes cambios en su abundancia y disponibilidad ante la variabilidad ambiental, los cuales alteran sus patrones de comportamiento y distribución. La gran abundancia de este recurso motivó el aumento del esfuerzo de pesca de la flota artesanal dedicada a la extracción de la pota, con valores de desembarque máximos de 533 mil toneladas en el 2008 y 556 mil toneladas en el 2014 (PRODUCE, 2015), y en el año 2018 se registró una captura de 317 mil toneladas (PRODUCE, preliminar a noviembre 2018). Esta variación en los volúmenes de desembarque está asociada a los cambios ambientales producidos frente a la costa peruana, durante la ocurrencia de El Niño 2015-2016, El Niño Costero 2017 y La Niña 2018.

Los modelos de evaluación poblacional que se vienen aplicando para el calamar gigante, con la finalidad de determinar el estado del recurso y estimar las cuotas de pesca, requieren de índices de abundancia complementarios, independientes de la pesquería, que contribuyan a la sintonización de estos modelos en concordancia con la variabilidad del ambiente. En este contexto, el objetivo del presente crucero fue estimar índices de abundancia del calamar gigante a través de métodos acústicos y por arte de pesca, considerando las posibles variaciones horarias, espaciales y por tamaños del recurso; así como estudios sobre la variabilidad genética de esta especie en su área de distribución frente a la costa peruana.

En el presente informe se alcanzan los resultados del crucero, en el marco de las componentes de biología, oceanografía, pesca y acústica, los cuales se han incorporado en el análisis de las proyecciones de pesca del calamar gigante para el año 2019, así como la estimación del máximo rendimiento sostenible y perspectivas de explotación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de investigación

El estudio se realizó en el mar jurisdiccional de Perú, mediante transectos perpendiculares a la línea de costa entre las 20 y 200 mn, a bordo de los BIC's "José Olaya Balandra" que cubrió la zonas norte y sur y "Humboldt" en la zona centro (Figura 1).

- Zona norte : desde Paita (05°00'S) a Chimbote (09°00'S).
- Zona centro : desde Casma (09°45'S) a Bahía Independencia (16°15'S).
- Zona sur : desde Bahía Independencia (16°15'S) a Ilo (17°31'S).



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

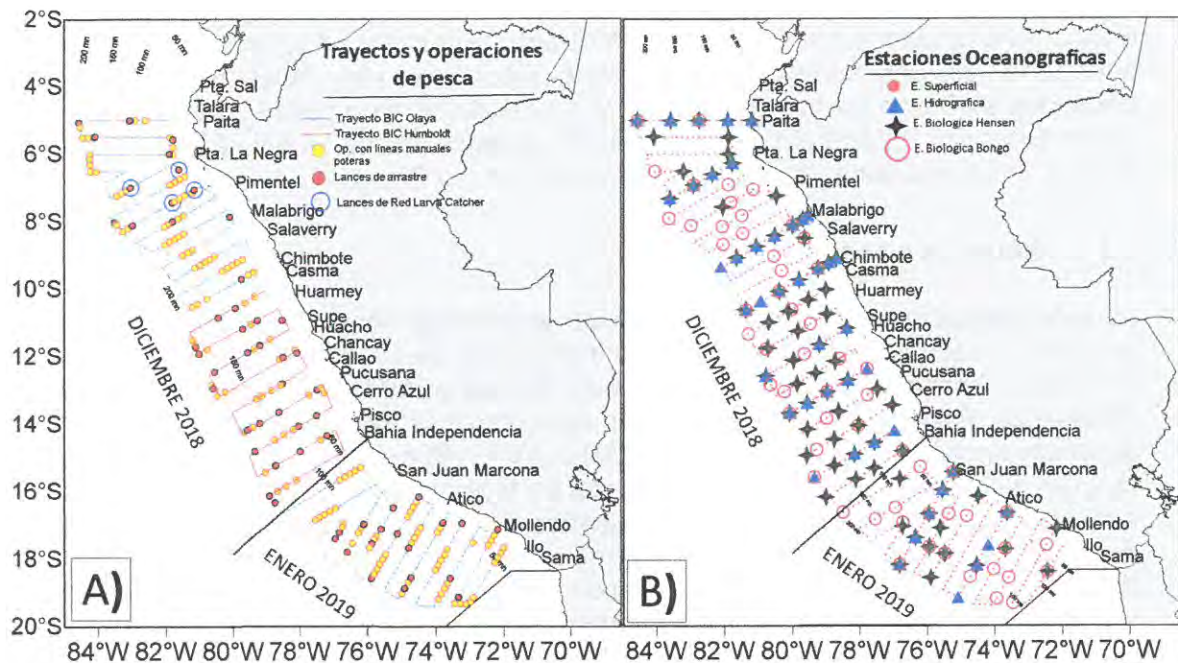


Figura 1. Carta de trayectos y operaciones de pesca (A) y Estaciones oceanográficas (B), Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

2.2 Aspectos ambientales

Se ejecutaron un total de 671 estaciones oceanográficas, de las cuales 89 fueron registradas con lanzamiento de CTD, 167 estaciones con registros de nutrientes y clorofila-a. Así mismo se evaluaron 8 secciones hidrográficas (Figura 1B).

Las variaciones de la temperatura del aire, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, fueron registradas con una estación meteorológica automática VAISALA Maritime Observation System modelo MAWS410 (Measure Automatic Weather Station).

Las condiciones marinas se evaluaron a nivel de superficie registrando información de parámetros físicos a intervalos de 10 mn y de parámetros químicos a cada 40 mn aproximadamente. A nivel de sub-superficie se registraron valores de temperatura, salinidad y oxígeno hasta los 300 y 500 m de profundidad de manera continua, y se colectaron muestras de agua a profundidades estándar en las estaciones hidrográficas. Los instrumentos y equipos empleados fueron: termómetros de superficie (-2 a 32 °C), CTD modelo SBE 19plus, Portasal GuidLine modelo 8410A, botellas Niskin de 2,5 L, roseta oceanográfica, multiparámetro portátil, equipos de filtración al vacío y de refrigeración.

Se analizaron a bordo muestras de oxígeno disuelto con la metodología de Winkler modificada por Carrit & Carpenter (1968) y se midieron valores de pH empleando el método de Dickson (1993). Se preservaron muestras a -20 °C para el análisis de nutrientes con el método Strickland and Parson (1972), y se refrigeraron para el análisis de clorofila-a con el método de Holm-Hansen (1965), en el Laboratorio de Hidroquímica Marina de la sede central del IMARPE.

Las condiciones de plancton se evaluaron colectando muestras mediante dos tipos de redes a diferentes niveles de arrastre: red Bongo (oblicuo) y red Hensen (vertical). La red Bongo (300 micras) fue arrastrada en lances desde los 300 metros de profundidad hacia la superficie, a 3 nudos de velocidad; con esta red se colectaron muestras en estaciones hidrográficas y en diferentes estaciones a lo largo del área de estudio. Con la red Hensen



(300 micras) se colectaron muestras desde los 50 metros de profundidad (como máximo) en la columna de agua con el buque detenido. Se colocó un flujómetro en la boca de la red Bongo para calcular el volumen de agua filtrada. Durante la navegación se identificaron y separaron las paralarvas de cefalópodos presentes. Las muestras de zooplancton obtenidas se fijaron en formaldehído al 2% y se etiquetaron para su determinación en el Laboratorio de Producción Secundaria de la sede central del IMARPE. En total se evaluaron 79 estaciones con red Hensen y 59 con red Bongo.

2.3 Acústica y pesca

La detección acústica se desarrolló con las ecosondas científicas marca SIMRAD: EK80 en el BIC "José Olaya Balandra" con las frecuencias de 18, 38, 70, 120 y 200 kHz y EK60 en el BIC "Humboldt" con las frecuencias de 38, 120 y 200 kHz. El diseño de muestreo fue sistemático paralelo con trayectos perpendiculares a la línea de costa de 160 mn, separados por 30 mn (BIC "José Olaya Balandra") y 40 mn (BIC "Humboldt") (SIMMONDS & MACLENNAN, 2005), con una Unidad Básica de Muestreo (UBM) de una milla náutica. Los datos acústicos recopilados fueron procesados a través de un programa de procesamiento de datos acústicos denominado *Echoview* (versión 8.1), que contiene módulos, como detección de cardúmenes y construcción de ecogramas virtuales que facilitan la extracción y análisis de la información. La identificación de las especies fue por cardúmenes o blancos individuales y los valores de eointegración NASC (Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica (m^2/mn^2)) fue para cada UBM (MACLENNAN ET AL., 2002) utilizados para la determinación de la abundancia de la especie. En el caso de calamares poseen una baja reflectividad (GUTIÉRREZ, 2002). Para la distribución espacial se utilizó el programa de interpolación y geoestadística *Surfer* (versión 15). La metodología se describe en CASTILLO ET AL. (2011).

Operaciones de pesca con línea de mano con potera (pinta) y lances de comprobación (arrastre)

Se efectuaron 175 operaciones de pesca con línea manual o "pinta"; 138 para el BIC "Olaya" (69 zona norte y 69 zona sur) y 37 para el BIC "Humboldt" (zona centro). También 41 lances de arrastre para el BIC "Olaya" (20 en zona norte y 21 en zona sur) y 24 para el BIC "Humboldt" (Tabla 1).

Tabla 1. Operaciones de pesca Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

	Norte BIC J. Olaya B.		Centro BIC Humboldt		Sur BIC J. Olaya B.		Total	
	total	positivos	total	positivos	total	positivos	total	positivos
Pintas	69	54	37	30	69	45	175	129
Lances	20	10	24	9	21	20	65	39

Línea de mano con potera (pinta)

Las líneas de pinta constaron de poteras LHP código ISSCFG 09.1.0 de 11, 15 y 37 cm de longitud (Tabla 2 y Figura 2), que se ubicaron en las bandas de estribor y babor de la popa de la embarcación (Olaya y Humboldt). El horario establecido para la pinta fue de 19:00 a 05:00 horas, utilizando un sistema de iluminación con 10 focos de 400 watts en cada banda para atraer la especie objetivo debido a su fototropismo positivo (BEN-YAMI, 1990). Las líneas fueron distribuidas intercaladamente entre 6 pescadores y para sumergirlas se utilizaron pesos de plomo de 67 g (pirulos) atados a una línea de nylon 0,70-0,90 mm y cabo nylon trenzado de 60 mm Cada operación tuvo una duración de 01 hora registrándose



el CPUE por cada pescador, en número y peso de los ejemplares capturados, así como también el número de los desprendidos.



Figura 2. Poteras utilizadas durante las operaciones de Pinta (11, 15 y 37 cm). Luces calamareras de 2000 watts utilizadas en las estaciones de pinta, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

Se utilizaron tres tipos de poteras con características diversas durante las operaciones de pesca a la pinta (Tabla 2).

Tabla 2. Características de las poteras, durante Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

Poteras	1	2	3
Tamaño (cm)	11	15	37
Línea (m)	20-50	40-70	50-100
Material de la línea	Nylon 0.70 mm	Nylon 0.90 mm	Cabo Nylon trenzado 60 mm
Coronas	2	2	4
Pirulos utilizados	1	1	10
Nº de púas/corona	16	14	10
Longitud de púas	1 cm	2 cm	4 cm



R. GUEVARA

Red de arrastre

Para los lances de comprobación se utilizó una red de arrastre pelágico tipo Engel 140/1800 mm, de poliamida (PA) compuesta de 6 paneles con longitud de 62,1 m, longitud de alas de 10,53 m, 6 cuerpos de 38,25 m, antecopo de 2,79 m y el copo de 11,45 m compuesto por malla anchovetera de 13 mm. La performance de esta red para su abertura vertical en promedio fue de 13 m, y si bien su cabida de captura es entre 1,5 a 2 toneladas, la captura de los lances no fue considerable; sin embargo, en 39 de ellos se capturó la especie objetivo. La geometría y los datos del comportamiento de la red en el BIC Olaya, fueron detectados con un net sonda NOTUS con sensores apostados en el centro de la relinga superior y en las compuertas, brindando datos de longitud de cable por cada compuerta, profundidad de las compuertas y de la red así como la abertura efectiva de la misma para el BIC "José Olaya Balandra" (Figura 3). En el BIC "Humboldt" se usó una red de arrastre de diseño japonés Modelo 124 /1800 de 124 mallas de 1800 mm de longitud cada una entre el perímetro de la boca. Su longitud total es de 73 m medido desde las puntas de alas hasta el extremo final del copo; no se utilizó net sonda pero sí, sensores de profundidad NKE-MICREL.



C. YAMASHIRO



L. MARIATEGUI
(e)

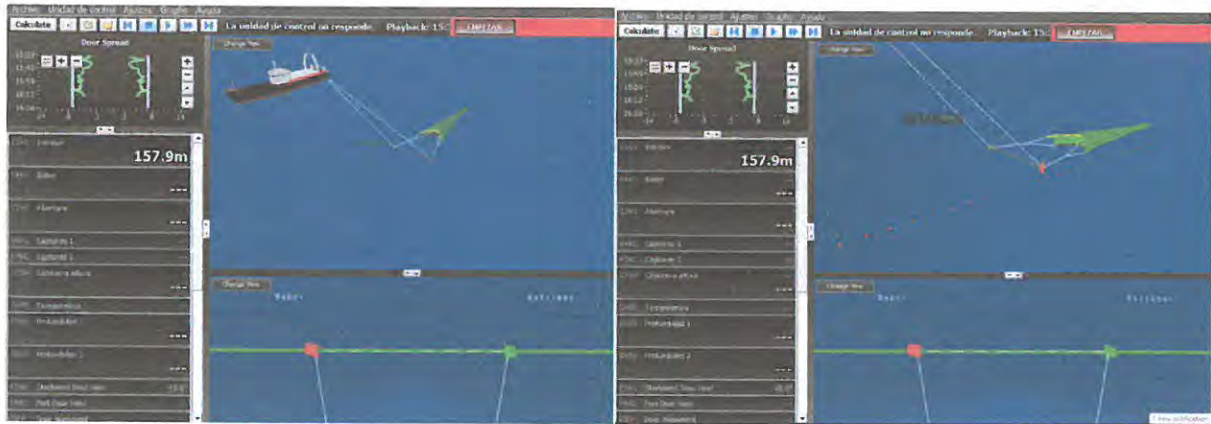


Figura 3. Interfaz de equipo NOTUS equipado en la red pelágica BIC Olaya Cr1812-1901, durante Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1812-1901

2.4 Aspectos biológicos del calamar gigante y otras especies

La composición por especies de las capturas obtenidas en el presente crucero fue determinada a partir de los muestreos en cada operación de pesca, tanto con línea de mano con potera como con la red de arrastre pelágica. Se separaron e identificaron los invertebrados y peces hasta el nivel taxonómico más bajo posible, mediante el uso de claves de identificación (CHIRICHIGNO, 1998 y FISCHER *et al.*, 1995 para peces; BEKKER, 1983 para la familia Myctophidae; NESIS, 1982 y JEREB & ROPER, 2010 para cefalópodos); asimismo, se registró el número de individuos (N) y peso (kg) de cada especie con la ayuda de una balanza digital de 0,1 de precisión. Para la determinación taxonómica de especies poco comunes se realizaron observaciones, análisis morfométricos y conteos merísticos, con la ayuda de un estereoscopio binocular, vernier, estiletos, pinzas y placas petri; las muestras biológicas fueron congeladas y trasladadas al Área Funcional de Investigación en Biodiversidad de la sede central del Imarpe para la verificación correspondiente (INDACOCHA *et al.*, 2013). La cuantificación de la diversidad de especies se realizó tanto mediante la obtención de la riqueza de especies (número de especies) así como mediante el cálculo con el software estadístico PRIMER v.6, de los siguientes índices: Índice de Diversidad de Shannon (H'), índice de Dominancia de Simpson (λ) y el índice de equidad de Pielou (J').

Se realizaron muestreos biométricos y biológicos del calamar gigante y otros cefalópodos de acuerdo al protocolo establecido (TAFUR *et al.*, 2016). La estructura por tamaños de las principales especies fue determinada a partir de los correspondientes muestreos biométricos. Además, se colectaron otolitos y estómagos del calamar gigante y otras especies para los estudios de edad-crecimiento y de ecología trófica respectivamente (Imarpe, 2017). Para cuantificar la dieta se utilizaron los métodos de frecuencia de ocurrencia (%FO), numérico (%N) y gravimétrico (%P), de acuerdo a HYSLOP (1980).

Para la elaboración de las tablas y gráficos se procesó la información en Microsoft Excel 2013. Los gráficos de tallas se elaboraron con el Software R y los mapas en el programa de interpolación "Surfer" (Versión 13).



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

2.5 Estimación del máximo rendimiento sostenible y perspectivas de explotación

Base de datos

Para la caracterización de la pesquería y estimación de indicadores poblacionales del calamar gigante se utilizaron varias fuentes de información. La primera fuente estuvo comprendida por los registros de desembarque en el litoral peruano estimado por PRODUCE. La segunda fuente de información fue la registrada por la Oficina de Pesca Artesanal de IMARPE, en el cual se detalla la captura y esfuerzo de pesca en cada viaje de pesca. La tercera fuente fue la registrada por el IMARPE mediante el seguimiento de la pesquería de invertebrados marinos a lo largo del litoral peruano, en el cual se registra información biológica y pesquera del recurso pota. Y últimamente los resultados del Cr.1812-1901 de calamar gigante, como estructura poblacional e índices de abundancia, los cuales son contrastados para validar las observaciones biológicas y pesqueras de la pesquería artesanal.

Evaluación poblacional

La estructura intraespecífica de *D. gigas* es complicada como en muchos ommastreídeos. Hay grupos mayormente simpátricos y parapátricos los cuales se diferencian uno de otros en aspectos ecológicos importantes como la talla de madurez y el área de distribución de cada uno de ellos (Nigmatullin et al., 2001). Desde el 2000 en adelante, en las capturas del calamar gigante en aguas peruanas ha predominado el grupo de calamares que madura a grandes tamaños con longevidades mayores al año de edad (Arkhipkin et al., 2015; Csirke et al., 2015; Arguelles y Tafur, 2010). Mientras que, fuera de la ZEE del Perú han predominado en las capturas de *D. gigas* ejemplares de madurez a menores tamaños y de menor longevidad (Liu et al., 2013). Las diferencias en aspectos ecológicos, tamaño y longevidad, dentro y fuera de la ZEE del Perú desde el 2000 en adelante ha determinado que la presente evaluación del calamar gigante en aguas peruanas se realice bajo el supuesto de que el grupo que se captura en aguas peruanas conforma un stock diferenciado con características biológicas diferentes, a diferencia de las evaluaciones anteriores en la que se consideraba la existencia de un solo stock en el Pacífico Sudeste. En este sentido, considerando que el calamar gigante es un recurso transzonal altamente migratorio, las biomásas estimadas deben ser consideradas como disponibles en aguas jurisdiccionales peruanas.

El calamar gigante es una especie que presenta un amplio rango de tallas (talla máxima de 120 cm), un rápido crecimiento y cambios temporales en la talla de madurez debido a su alta plasticidad fenotípica. Por lo tanto, a fin de captar los cambios temporales en la estructura por tallas en las capturas, la evaluación poblacional se ha realizado basado en la captura en número. Por lo tanto, con el objetivo de estimar el máximo rendimiento sostenible y diagnosticar el estado de la población del calamar gigante en el litoral peruano, el modelo dinámico de biomasa desarrollado en el 2015-2016 (Inf. IMARPE 2016) fue implementado en base a la captura e índice de abundancia en número de individuos. Los valores de los parámetros de capacidad de carga y rendimiento resultantes fueron convertidos a biomasa usando los pesos promedio anuales en la captura.

El modelo fue construido bajo el enfoque de un Modelo de Espacio de Estados (Estate Space Model – SSM), el mismo que es considerado como una de las herramientas más



sofisticadas para el modelamiento y pronóstico de modelos dinámicos, debido a que permite considerar la medida del error de proceso (error propio del modelo) y el error de observación (Meyer y Millar, 1999).

Invariablemente un modelo de espacio de estados se encuentra compuesto por dos ecuaciones principales:

a) La ecuación de observación. Que viene a ser la ecuación de vínculo entre lo que queremos estimar (Población) y lo observado (captura por unidad de esfuerzo – CPUE).

$$CPUE_t = q_t * N_t * e^\tau$$

Donde CPUE_t es el vector de datos observados, B_t es el vector de interés (Población), generalmente desconocido.

b) La ecuación de estado. Esta ecuación representa cómo se comporta la población, la misma que es definida por la ecuación dinámica de Schaefer (1954), que posee la siguiente estructura:

$$N_t = N_{t-1} + r * N_t \left(1 - \frac{N_t}{K}\right) - C_{t-1} + \sigma_t$$

Donde N_t es la población en el tiempo t, r es la tasa de crecimiento poblacional, K es la capacidad de carga del ambiente, C_t es la captura en número en el tiempo t, σ_t representa el error del proceso. Se asume que la estructura de error del modelo es del tipo log-normal.

El ajuste del modelo descrito fue realizado a través del software JAGS (Just Another Gibbs Sampler), herramienta diseñada para el análisis bayesiano utilizando el método de Monte Carlo basado en cadenas de Markov (MCMC) (Plummer, 2003).

En la estimación de la distribución posteriori de los parámetros del modelo, se realizaron tres (03) series de 1000000 de simulaciones cada una. En cada serie, se eliminaron las primeras 900 000 simulaciones, por ser consideradas dentro del proceso de “burning” (calentamiento). Para probar la convergencia y la ausencia de autocorrelación, se utilizó el paquete coda del software R.

Análisis de Riesgo

Debido a la presencia de fuentes de error que no son consideradas por el modelo, se efectuó un análisis de riesgo, el mismo que implica proyectar a futuro las diferentes opciones de manejo (en este caso de captura), considerando las medidas de dispersión estimadas para cada uno de los parámetros del modelo.

Las proyecciones fueron hechas a un año, bajo diferentes escenarios de explotación, considerando como riesgo la probabilidad de que la biomasa del año siguiente sea menor que la biomasa actual, es decir:

$$P_r(B_{2020} < B_{2019})$$



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

Se realizaron 1000 simulaciones utilizando la versión dinámica del modelo de Schaefer, donde la captura fue reemplazada por los diferentes niveles de captura, entre los cuales se consideraron los puntos biológicos de referencia como el Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), la mortalidad por pesca al F0.1 y la mortalidad por pesca a los 2/3 del Máximo Rendimiento Sostenible (2/3 FMRS).

Área de estudio y evaluación

El área de evaluación está comprendida entre la frontera norte y sur peruana, con una extensión longitudinal hasta las 200 mn.

3. RESULTADOS

3.1 Aspectos ambientales

3.1.1 Condiciones meteorológicas

Temperatura del aire (TA)

La temperatura del aire (TA) en la zona norte varió entre 18,3 °C y 21,4 °C; las TA mayores a 21°C se registraron a partir de 120 mn entre Malabrigo y Chimbote, con predominio de temperaturas de 20,5 °C, mientras que las menores de 19 °C cubrieron el área próxima a la costa entre Paita y Pimentel.

En la zona central, la TA varió de 19,1 °C a 22,3 °C. Las TA encima de 21 °C se encontraron ocupando gran parte del área, desde Huarmey hasta la zona de Bahía Independencia por fuera de las 50 mn de la costa, mientras que los más bajos estuvieron en la zona costera frente a Pisco.

En la zona sur, la TA varió entre 18,1 y 23,7 °C, con predominancia de 20,8 °C desde el sur de Bahía Independencia hasta San Juan de Marcona, y los valores altos se hallaron fuera de las 50 mn desde Atico hacia el sur (Figura 4a).

Presión atmosférica (PA)

La presión atmosférica (PA) en la zona norte fluctuó entre 1010,6 y 1017,4 hPa, con una distribución espacial irregular, haciendo notar valores más altos (1015 hPa) entre Malabrigo y Paita.

En la zona central, la PA varió entre 1010,1 y 1015,4 hPa; valores menores de 1013 hPa se localizaron desde Huarmey a Bahía Independencia dentro de las 130 mn, y valores mayores a 1013 hPa se localizaron en zonas oceánicas.

En la zona sur, la PA varió entre 1009,8 y 1018,3 hPa, predominando valores alrededor de 1014,0 hPa desde Punta Caballas hasta zonas frente a Atico, mientras que frente a Mollendo e Ilo los valores se registraron por debajo de 1015,0 hPa, encontrándose los valores más bajos frente a Mollendo e Ilo (Figura 4b).



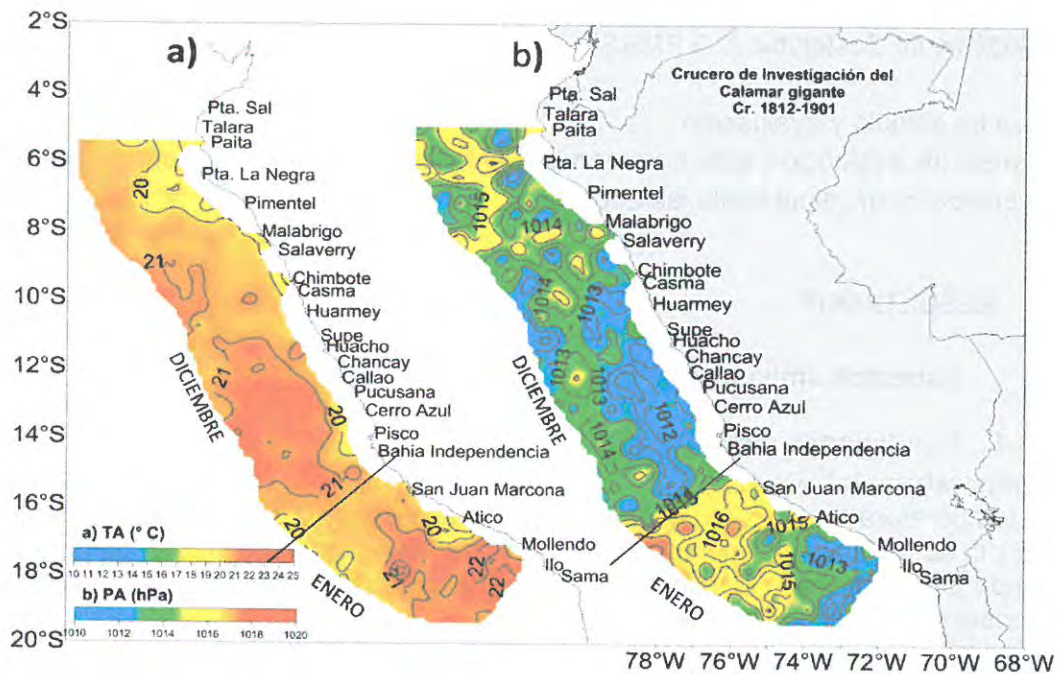


Figura 4. Distribución de a) Temperatura del aire (°C) y b) Presión atmosférica (hPa), durante el cruceo de investigación del calamar gigante 1812-1901.

Viento

La velocidad del viento en la zona norte varió entre 0,7 a 9,7 m.s⁻¹; vientos débiles (< 4,0 m.s⁻¹) se localizaron frente a Paita y en áreas intermedias entre Chimbote y Paita. Vientos moderados (4,0-8,0 m.s⁻¹) se registraron en el resto del área explorada a excepción de 03 pequeños núcleos con velocidades mayores a 9 m.s⁻¹ que se ubicaron a 100 mn de Malabrigo y 180 mn frente a Pimentel y Salaverry.

En la zona central predominaron velocidades de vientos entre 4,0 a 8,0 m.s⁻¹; valores mayores a 8,5 m.s⁻¹ se hallaron en áreas muy localizadas, siendo las más resaltantes frente al Callao, y entre Cerro Azul y Bahía Independencia dentro de las 100 mn. Se presentaron velocidades menores a los 4,0 m.s⁻¹ entre Supe y Chancay, entre Pucusana y Cerro Azul, y entre Bahía Independencia y Punta Infiernillo en la zona costera; en la zona oceánica entre Chancay y el Callao.

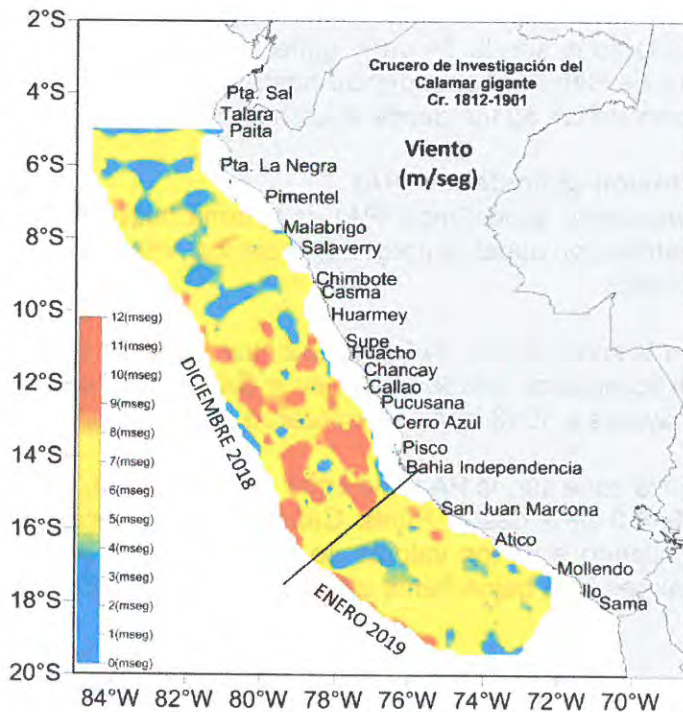


Figura 5. Distribución de la velocidad del viento (m.s⁻¹) durante el cruceo de investigación del calamar gigante 1812-1901.



En la zona sur, la velocidad del viento varió entre 0,6 y 10 m.s⁻¹, con un promedio de 5,7 m.s⁻¹, presentando una distribución espacial más o menos homogénea (Figura 5).

3.1.2 Condiciones oceanográficas superficiales

Temperatura superficial del mar (TSM)

La temperatura superficial del mar (TSM) en la zona norte varió de 19,6 °C (a 5 mn de Paita) a 23,6 °C (a 170 mn de Pimentel). Temperaturas menores de 21°C se distribuyeron entre 40 y 50 mn de la costa y mayores de 23°C se localizaron en la parte oceánica y con un ligero desplazamiento hasta 90 mn de Malabrigo.

En el centro, la TSM varió entre 18,5 y 22,3 °C, con un promedio de 21,3 °C. Los valores más bajos se localizaron en la parte costera frente a Casma y desde Cerro azul a Bahía Independencia. La isoterma de 21 °C se distribuyó paralelo a la costa dentro de las 80 mn entre Huarmey y Pisco, ampliando su presencia hasta las 100 mn de la costa al sur de Bahía Independencia. Fuera de las 100 mn de la costa se observó una gran capa homotérmica con dominio de temperaturas entre 21 a 22 °C.

En el sur, la TSM varió desde 19,2 a 25,1 °C, con predominancia de temperaturas mayores a 23 °C que se expandieron desde Ilo hacia distancias intermedias de la costa (50 a 150 mn) entre San Juan de Marcona y Atico, mientras que las temperaturas más bajas se encontraron en áreas costeras frente a Atico (Figura 6a).

Anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM)

En la zona norte, las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM) variaron entre -0,5° y +3,5°C, encontrados a 80 mn frente a Pta. La Negra y 20 mn entre Malabrigo y Chimbote respectivamente. Las anomalías térmicas positivas más altas se debieron a la aproximación de la isoterma de 22 °C hacia la costa.

En la zona centro, las ATSM se distribuyeron en un rango de -1,3 °C a +1,6 °C. Los valores < -0,5 °C se presentaron fuera de las 150 mn entre Huarmey y Callao, y en pequeñas celdas en áreas costeras frente a Huarmey y Pisco; mientras que las anomalías mayores a +0,5°C, estuvieron expandidas desde Callao hacia el sur, mostrando un núcleo de +1°C entre 50 a 100 mn frente a Cerro Azul.

En la zona sur, las ATSM variaron entre -2,4 y +2,4 °C, mostrando una amplia distribución de anomalías mayores a +0,5 °C, con un pequeño núcleo en la zona costera frente a San Juan de Marcona, mientras que las anomalías negativas estuvieron expandidas hasta las 80 mn frente a Atico. Las condiciones neutras estuvieron fuera de las 150 mn entre San Juan y Atico (Figura 6b).



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

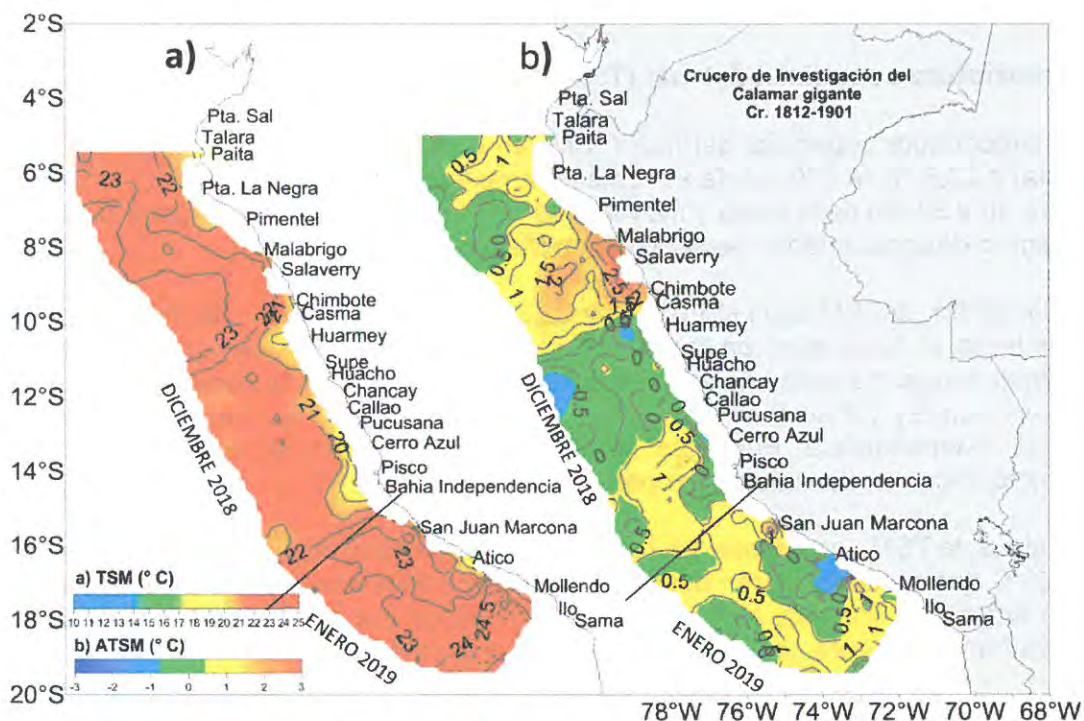


Figura 6. Distribución espacial de a) Temperatura superficial del mar (TSM) y b) Anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM), durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.

Salinidad superficial del mar (SSM)

La salinidad superficial del mar (SSM) en la zona norte varió de 34,7 a 35,4 ups. Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) se localizaron en dos áreas al norte de 05,50 °S (hasta 60 mn de la costa y por fuera de las 150 mn). Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) se observaron desplazadas hacia la costa formando un núcleo de 35,1 ups frente a Chimbote; la presencia de esta masa de agua se ubicó por fuera de las 80 mn al sur de los 6°S. Las Aguas Costeras Frías (ACF) predominaron en áreas variables de 40-170 mn frente a Pta. La Negra y Pimentel, y hasta 60 mn frente a Malabrido. Aguas de mezcla (ACF y ASS) se mostraron entre 70 y 90 mn entre Paita y Punta La Negra. Asimismo, aguas de mezcla de AES con ASS y ACF se detectaron a unas 60 – 100 millas entre Punta La Negra y Malabrido, así como en una lengua con proyección suroeste desde Punta La Negra hasta 200 mn frente a Salaverry.

En el centro, la SSM varió de 35,0 a 35,5 ups con un promedio de 35,3 ups. Las masas de agua dominantes fueron las ASS. Las aguas de mezcla (ACF y ASS) fueron observadas en una franja delgada a 40 mn entre Huarney y Huacho, y en un núcleo a 80 mn de la costa frente a Bahía Independencia.

En el sur, la SSM varió entre 35,0 y 35,6 ups con un promedio de 35,3 ups. Los valores más bajos se encontraron cerca de la costa frente a Atico, asociado a aguas de mezcla, mientras que los valores más altos se hallaron cerca de las 200 mn. Las concentraciones medias predominantes estuvieron asociadas a las ASS (Figura 7a).



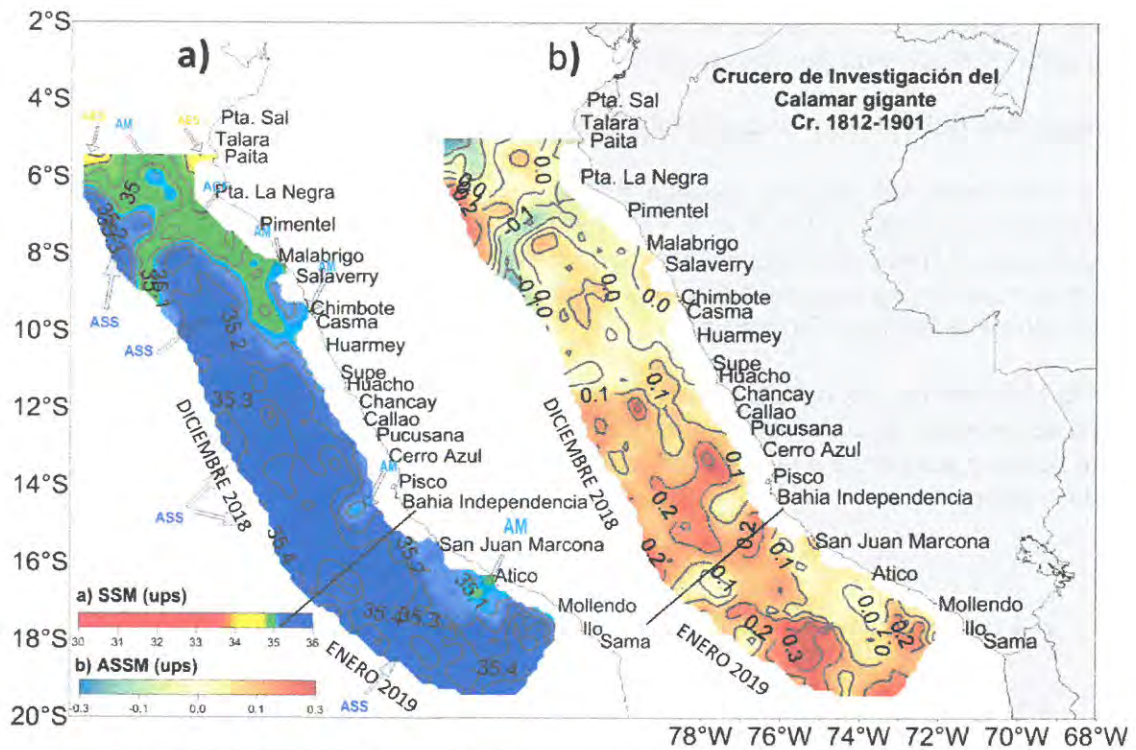


Figura 7. Distribución espacial de a) Salinidad superficial del mar (SSM) y b) Anomalías de la salinidad superficial del mar (ASSM), durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.

Anomalías de la salinidad superficial del mar (ASSM)

En el norte, las ASSM mostraron valores de -0,31 a +0,28 ups; los valores positivos estuvieron asociados a la presencia de ASS, y los valores negativos a la presencia de AES, o a la mezcla de éstas con ACF o ASS. Las ACF se ubicaron en la zona próxima a su promedio patrón.

En la zona centro, variaron desde -0,07 a +0,38 ups con un promedio de +0,13 ups; los menores valores se hallaron a 40 mn entre Huarmey-Huacho y a 150 mn frente a Huarmey. Los valores más altos se encontraron formando un núcleo de +0,3 ups frente a Cerro Azul.

En la zona sur, las ASSM variaron entre -0,08 y +0,42 ups con un promedio de +0,13 ups, indicando el predominio de una condición halina positiva. Las ASSM positivas se ubicaron a distancias mayores de 50 mn frente a San Juan de Marcona y 100 mn frente a Atico, mientras que las ASSM de condiciones neutras estuvieron ubicadas cerca de la costa (Figura 7b).

Oxígeno superficial del mar (OSM)

En la zona norte, las concentraciones de oxígeno disuelto en la superficie del mar (OSM) fluctuaron entre 4,1 y 6,6 mL.L⁻¹. Los menores valores estuvieron asociados a las AES y localizadas frente a Paita; mientras que un núcleo de valores > 6 mL.L⁻¹ se presentó a las 40-60 mn frente a Pta. La Negra-Pimentel y Malabrigo-Salaverry pudiendo indicar actividad fotosintética.



En la zona centro, el OSM varió entre 5,0 y 8,5 mL.L⁻¹, con una distribución predominante de valores superiores a los 5 mL.L⁻¹ lo cual estaría asociado a la presencia de ASS.

En la zona sur varió entre 5,1 y 7,0 mL.L⁻¹, con un promedio de 5,7 mL.L⁻¹. Las mayores concentraciones (>6 mL.L⁻¹) estuvieron en una celda ubicada entre las 40 y 100 mn frente a San Juan y Ático, pudiendo indicar fotosíntesis; mientras que por fuera de las 100 mn, los valores estuvieron por debajo de 5,5 mL.L⁻¹ asociado a ASS (Figura 8a).

Anomalías del oxígeno superficial del mar (AOSM)

Las anomalías del oxígeno disuelto en la superficie del mar (AOSM) en la zona norte presentaron valores entre -0,4 a +1,9 mL.L⁻¹. Tres pequeños núcleos de 0,5 mL.L⁻¹ se registraron al norte de Pimentel asociado a ACF, y al sur de Pimentel el área evaluada mostró condiciones neutras asociados a las ASS. El mayor valor de AOSM fue registrado a 20 mn de Malabrigo (Figura 6b).

En la zona centro, las AOSM mostraron predominio de anomalías positivas (> 1 mL.L⁻¹), lo cual se extiende hacia afuera y responde a las altas concentraciones de oxígeno disuelto que podrían asociarse a la distribución de las ASS. Hacia el sur de Callao las condiciones fueron neutras.

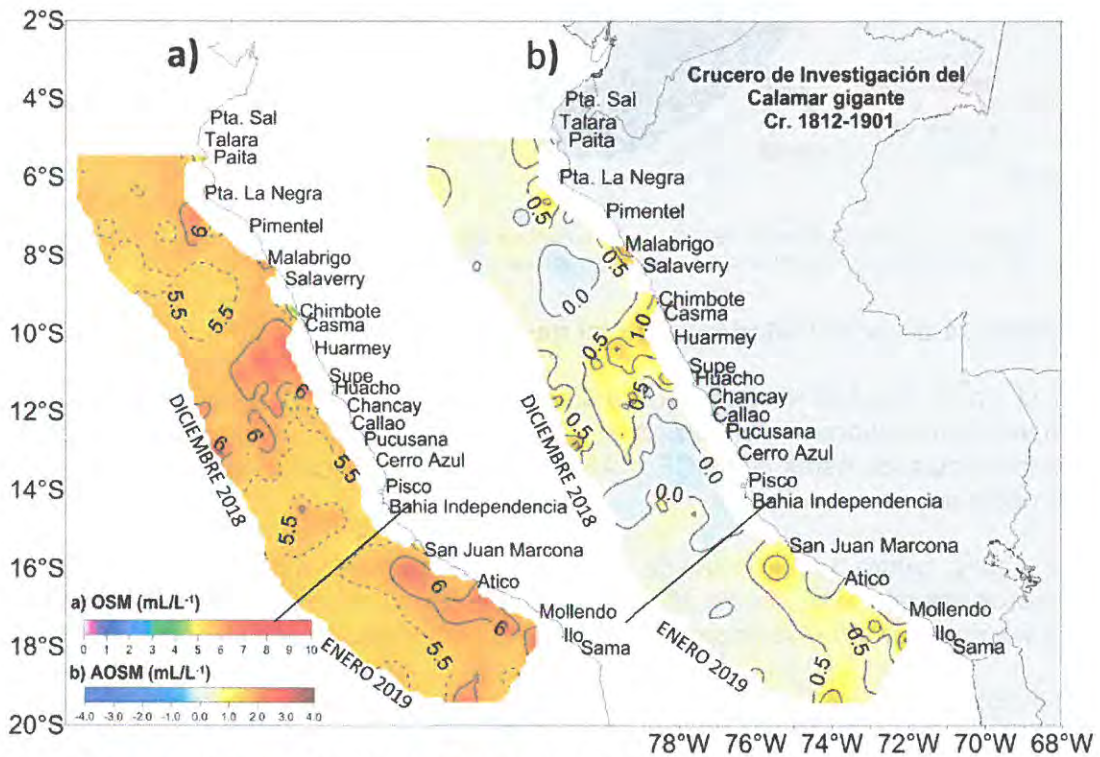
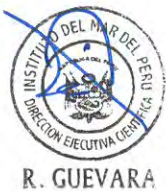


Figura 8. Distribución espacial de a) Oxígeno superficial del mar (OSM) y b) Anomalías del oxígeno superficial del mar (AOSM), durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

En la zona sur, las AOSM variaron entre $-0,2$ y $+1,6$ mL.L⁻¹. Frente a San Juan de Marcona hasta Ilo predominaron valores mayores a $0,5$ mL.L⁻¹ y superando 1 mL.L⁻¹, lo cual podría responder a actividad fotosintética. Por fuera, los valores fueron cercanos a la condición neutra o con ligeras anomalías positivas (Figura 8b).

Potencial de hidronio (pH)

El potencial de hidronio (pH) en la zona norte varió entre 7,9 y 8,2 y en la zona centro, de 8,0 a 8,2 pH, con un valor promedio de 8,1. En la zona sur, los valores de pH variaron entre 8,1 y 8,4, con un promedio de 8,2. En general, la distribución espacial de pH mostró los valores más altos en la zona sur, desde San Juan de Marcona hasta Ilo (Figura 9), que coincidió con la alta oxigenación en esta zona, confirmando el origen biológico (alta productividad) del patrón observado.

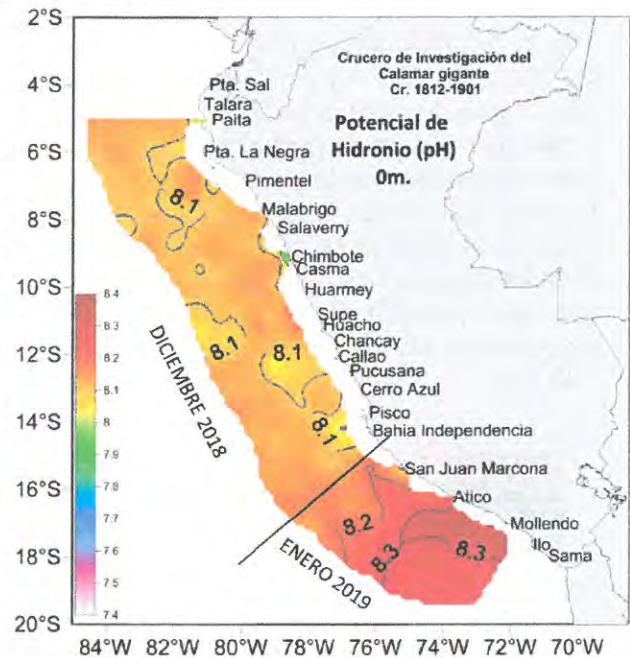


Figura 9. Distribución espacial del potencial de hidronio (pH) superficial del mar, durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.

3.1.3 Condiciones oceanográficas sub-superficiales

Distribución de la isoterma de 15°C

En la zona norte, la profundidad de la isoterma de 15°C entre Paita-Chimbote varió de 66 a 170 m, presentándose más profunda cerca de la costa y más somera en áreas más alejadas. La disposición de las isobatas en forma descendente indica un flujo de norte a sur, asociado a la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), como se observa en las secciones verticales de Pta. La Negra, Chicama (Malabrigo) y Chimbote.

En la parte central, las isóbatas variaron entre 31 y 100 m, y la isoterma de 15°C se ubicó entre 50 y 80 m de profundidad, mostrando un área bastante homogénea.

En la zona sur, la topografía de la isoterma de 15°C, se encontró entre 27 y 118 m, con disposición ascendente, principalmente frente a Ático (Figura 10).

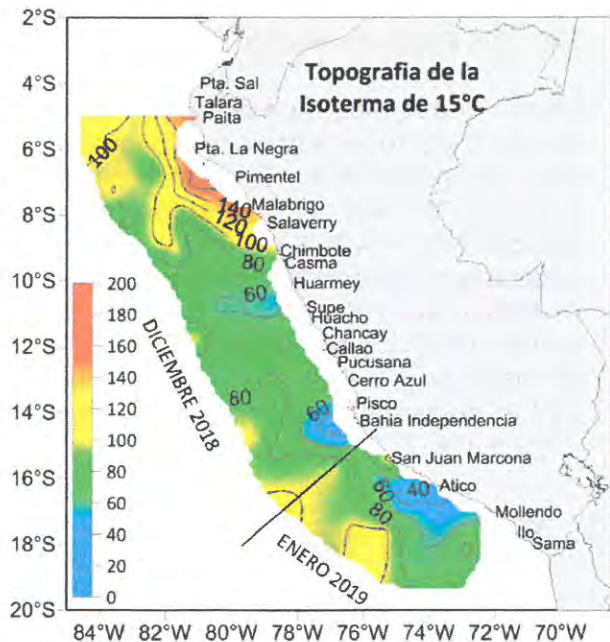


Figura 10. Distribución espacial de la isoterma de 15 °C durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI (e)

Sección Paita

Se caracterizó por presentar una termoclina intensa sobre los 100 m de profundidad (15°C - 22°C) por fuera de las 100 mn de distancia a la costa, profundización de la isoterma de 15°C de 120 m a 190 m (Figura 11a) y anomalías térmicas de $+1$ a $+3^{\circ}\text{C}$ en la capa de 0 a 100 m de profundidad (Figura 11b). AES se presentaron en dos áreas bien definidas, en las primeras 70 mn y por fuera de las 160 mn de costa hasta 50 m de profundidad (Figura 11c). Agua de mezcla (ACF + AES) se observaron sobre los 50 m, y a lo largo de la sección entre 50 y 150 m de profundidad (ASS + ACF), así como anomalías halinas de $-0,1$ a $-0,3$ ups originadas por la presencia de AES (Figura 11d). La distribución del contenido de oxígeno disuelto en los primeros 50 m siguió el patrón de distribución de la temperatura; la base de la oxiclina se presentó por debajo de los 150 m y la ZMO entre los 200-240 m de profundidad (Figura 11e). En esta sección se apreció la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) intensa, similar a lo observado en noviembre de 2018, mostrando cierta oxigenación en los primeros 200 m (anomalías positivas) y en particular en las primeras 100 mn.

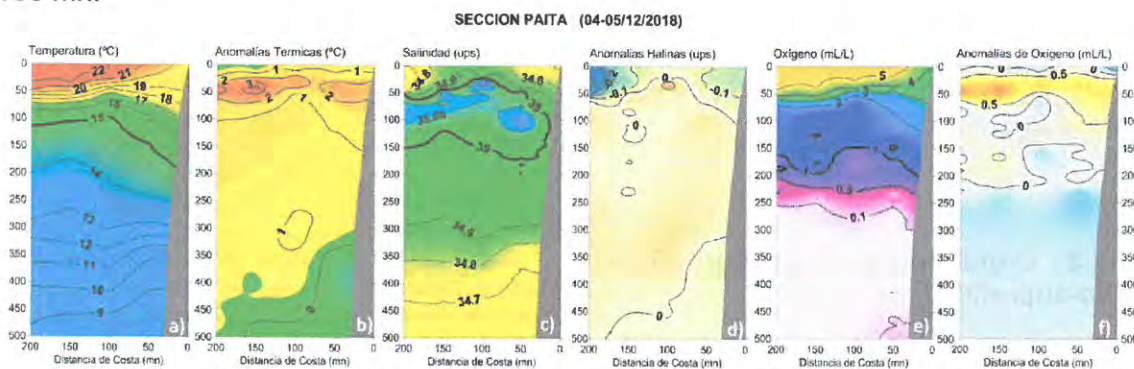


Figura 11. Sección Paita en una extensión de 200 mn perpendicular a la línea de costa y 500 m de profundidad, mostrando valores absolutos y de anomalía de: Temperatura (a, b), Salinidad (c, d) y Oxígeno disuelto (e, f), durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901,

Sección Punta La Negra

Mostró una termoclina intensa (15° - 22°C) sobre los 100 m y profundización de la isoterma de 15°C de 100 a 130 m de profundidad (Figura 12a), originando anomalías térmicas de $+3^{\circ}\text{C}$ alrededor de los 50 m de profundidad y de $+2^{\circ}\text{C}$ a 50 mn de distancia a la costa (Figura 12b). ACF se localizaron hasta 100 mn, apreciándose debajo de ella agua de mezcla (ASS + ACF), en la capa de 40 - 110 m de profundidad (Figura 12c). Las ASS se observaron a distancias mayores de 120 mn, alcanzando un espesor de 75 m a 180 mn, causando anomalías de $+0,1$ ups (Figura 12d). La distribución del contenido de oxígeno mostró iso-oxígenas de 1 a $5\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ sobre los 70 m, con un patrón similar al de la temperatura y la distribución de las masas de agua. La ZMO se presentó entre los 170 y 220 m de profundidad, mostrando anomalías positivas que sugieren cierta oxigenación (Figura 12e, f). En esta sección se apreció a la ESCC con menor intensidad que en Paita.

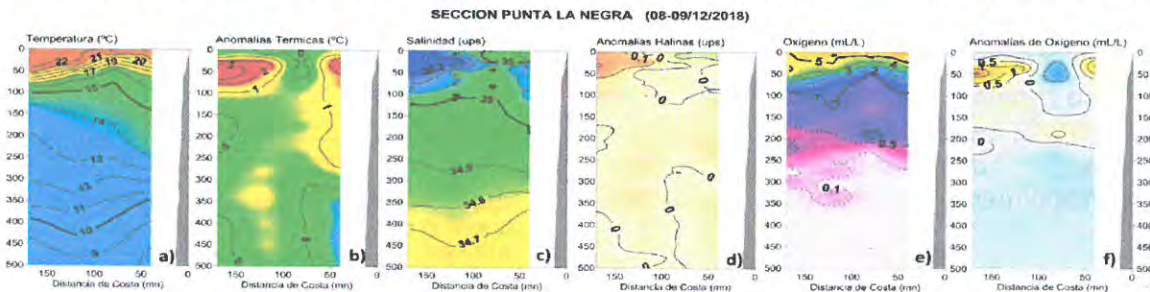


Figura 12. Sección Punta La Negra, en una extensión de 200 mn perpendicular a la línea de costa y 500 m de profundidad, mostrando valores absolutos y de anomalía de: Temperatura (a, b), Salinidad (c, d) y Oxígeno disuelto (e, f), durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

Sección Chicama

La sección Chicama (Malabrigo) presentó una termoclina intensa (15° - 23°C) por fuera de las 120 mn, y moderada al aproximarse a la costa. La isoterma de 15°C mostró una profundización de 75 a 180 m (Figura 13a), originando anomalías de $+1$ a $+4^{\circ}\text{C}$ sobre los 100 m de profundidad (Figura 13b). ASS con salinidades de 35,1 a 35,3 ups se localizaron por fuera de las 70 mn y sobre los 60 m de profundidad, originando anomalías de $+0,1$ ups (Figura 13d). La distribución del contenido de oxígeno disuelto presentó una oxiclina ($1,0$ - $5,0\text{ mL.L}^{-1}$) entre 20 - 75 m de profundidad, asociada a temperaturas mayores de 22°C y a ASS (Figura 13e) con anomalías positivas de oxígeno ($>1,5\text{ mL.L}^{-1}$). La iso-oxígena de $0,5\text{ mL.L}^{-1}$ límite superior de la ZMO, mostró una tendencia similar a la isoterma de 15°C y cierta oxigenación dentro de las 100 mn.

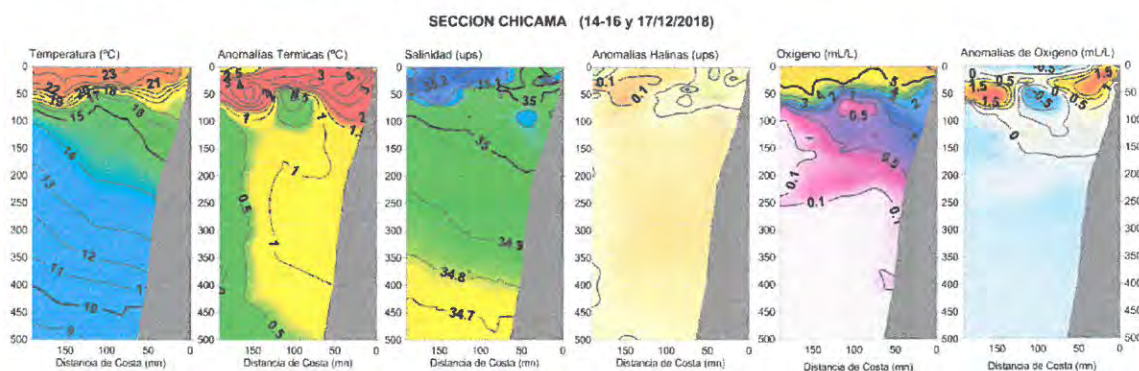


Figura 13. Sección Chicama, en una extensión de 200 mn perpendicular a la línea de costa y 500 m de profundidad, mostrando valores absolutos y de anomalía de: Temperatura (a, b), Salinidad (c, d) y Oxígeno disuelto (e, f), durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.

Sección Chimbote

Al igual que la sección Chicama, se presentó una termoclina intensa conformada por 9 isotermas (15 - 23°C) por fuera de las 100 mn y moderada cerca de costa (Figura 14a), generando 3 núcleos de anomalías de $+2^{\circ}\text{C}$ y un pequeño núcleo de -1°C sobre los 100 m de profundidad (Figura 14b). Este calentamiento estuvo asociado a la proyección de ASS hacia la costa, generando aguas de mezcla entre ACF y ASS dentro de las 60 mn (Figura 14c). Anomalías halinas de $+0,1$ ups se formaron por la presencia de las ASS (Figura 14d). El oxígeno en superficie siguió el patrón de la temperatura, alcanzando en la costa concentraciones $<3\text{ mL.L}^{-1}$. La ZMO, al igual que la isoterma de 15°C , se profundizó en la zona costera alrededor de las 150 m, denotando la presencia de la ESCC (Figura 14e).

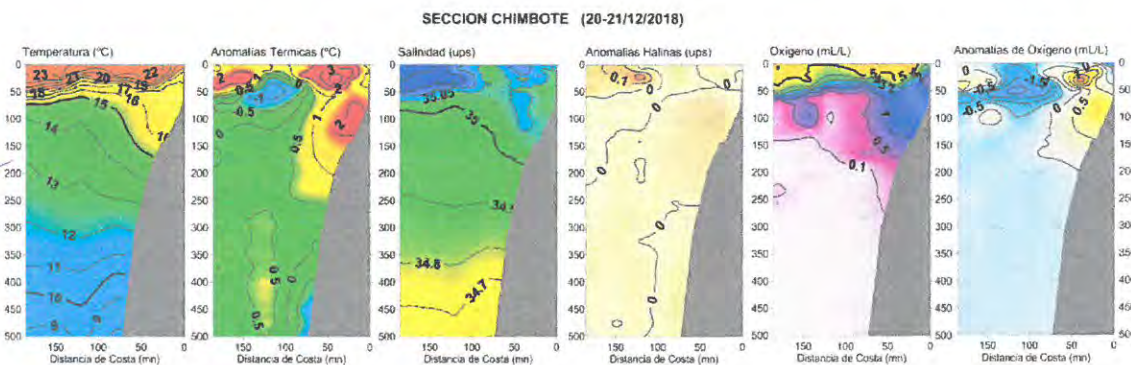


Figura 14. Sección Chimbote, en una extensión de 200 mn perpendicular a la línea de costa y 500 m de profundidad, mostrando valores absolutos y de anomalía de: Temperatura (a, b), Salinidad (c, d) y Oxígeno disuelto (e, f), durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI

Sección Callao

La sección vertical frente al Callao mostró una intensa termoclina conformada por isotermas de 14 a 21 °C sobre los 100 m de profundidad (Figura 15a), intensificándose conforme se aproxima a la costa. Las ASS con salinidades de hasta 35,3 ups se manifestaron sobre los 80 m en toda el área evaluada (40 a 200 mn de la costa), desplazando a las ACF por debajo de esta masa de agua; también se presentaron Aguas Templadas de la Subantártida (ATSA) con salinidades menores de los 34,70 ups por debajo de los 350 m de profundidad (Figura 15c). El oxígeno disuelto presentó valores mayores a 4 mL.L⁻¹ sobre los 50 m de profundidad, asociados a temperaturas mayores de 18 °C y salinidades de 35,20 ups respectivamente (Figura 15e). La ZMO (0,5 mL.L⁻¹) se ubicó alrededor de los 120 m de profundidad en la zona oceánica, ascendiendo a los 80 m a 160 mn de la costa, para luego profundizarse hasta los 160 m entre las 150 y 80 mn.

SECCION CALLAO (09-10/12/2018)

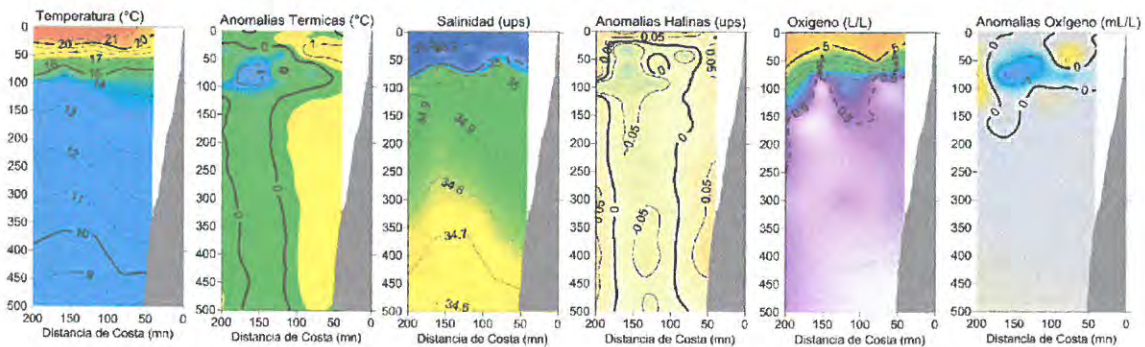


Figura 15. Sección Callao, en una extensión de 200 mn perpendicular a la línea de costa y 500 m de profundidad, mostrando valores absolutos y de anomalía de: Temperatura (a, b), Salinidad (c, d) y Oxígeno disuelto (e, f), durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.

Sección Pisco

La sección vertical frente a Pisco mostró una intensa termoclina conformada por isotermas de 15 a 21 °C sobre los 100 m de profundidad, y ascendiendo conforme se aproxima a la costa (Figura 16a). Las ASS con salinidades de hasta 35,3 ups se manifestaron desde 80 hasta 200 mn alcanzando de 70 a 80 m de espesor respectivamente (Figura 16c). La iso-oxigena con valores de 1 a 6 mL.L⁻¹ de oxígeno disuelto, mostró un ascenso desde los 100 m en la zona oceánica hasta los 30 m de profundidad en la costa (Figura 16e). La ZMO (<0,5 mL.L⁻¹) se observó desde los 30 m en la parte más costera (40 mn) profundizándose a más de 100 m a las 200 mn, en parte asociado a la entrada de ASS más oxigenadas.

SECCION PISCO (13-15/12/2018)

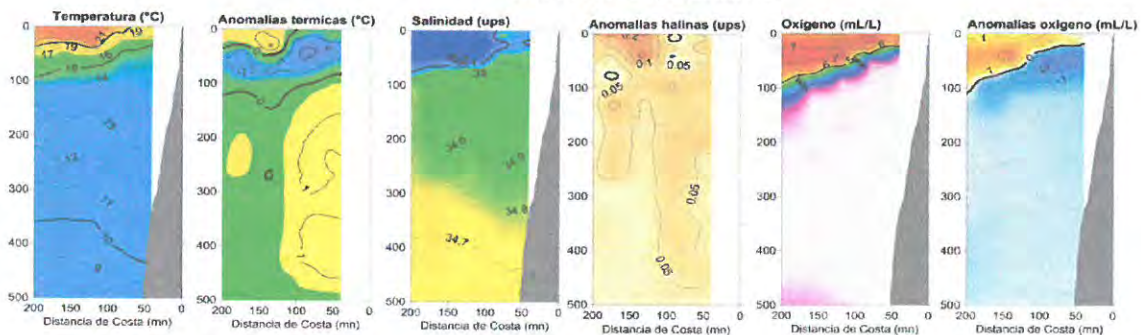


Figura 16. Sección Pisco, en una extensión de 200 mn perpendicular a la línea de costa y 500 m de profundidad, mostrando valores absolutos y de anomalía de: Temperatura (a, b), Salinidad (c, d) y Oxígeno disuelto (e, f), durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.



Sección San Juan de Marcona

La sección vertical frente a San Juan presentó una termoclina de 14 a 23 °C, y la isoterma de 15 °C mostró a lo largo de la sección vertical un ligero ascenso de 100 a 70 m para luego profundizarse al aproximarse al talud continental (Figura. 17a). En la capa de 0-50 m se notó un intenso proceso de mezcla dentro de las 50 mn, asociado a un débil desarrollo de afloramiento costero, originando anomalías de -2 °C, mientras que a distancias de 50 a 150 mn se presentó una celda de anomalía térmica positiva que alcanzó los +3 °C entre los 20 y 50 m de profundidad, influenciada por la presencia de temperaturas de 20 a 23 °C. Cabe resaltar que en la capa subsuperficial entre los 50 m y 400 m se detectaron anomalías térmicas $>+0,5^{\circ}\text{C}$ sobre el talud continental, y también a 120 – 180 mn de la costa, sugiriendo el efecto de una onda Kelvin cálida con intensificación de la Corriente Subsuperficial Perú-Chile (CSPCh) (Figura 17b).

A distancias mayores de 50 mn y sobre los 75 m de profundidad se observaron salinidades mayores a 35,1 ups asociadas a las ASS, esta masa de agua se desplazó sub-superficialmente hacia la costa originando agua de mezcla (ACF+ASS). La iso-halina de 35,0 ups al igual que la isoterma de 15 °C se profundizaron al acercarse al talud continental, denotando la presencia de un flujo de norte a sur. (Figura 17c). La presencia de ASS originó anomalías halinas de 0,1 a 0,3 ups (Figura 17d). Núcleos de 34,8 ups entre 90 y 200 m de profundidad, con anomalías halinas negativas y temperaturas de 15°C y 14 °C indicaron la presencia de las Aguas Intermedias del Pacífico Sudeste (AIPSE).

Las concentraciones de oxígeno disuelto en los primeros 100 m mostraron una distribución asociada con las ASS, con una capa bien oxigenada por fuera de las 50 mn, mientras que en la parte costera se volvió somero alcanzando la iso-oxígena de 0,5 mL.L⁻¹ los 50 m (Figura 17e). Las condiciones de oxígeno que predominaron fueron de anomalías negativas, encontrándose una celda de intensa anomalía negativa (más de -1 mL.L⁻¹) a 40 m de profundidad y 40 mn de la costa. A su vez, las anomalías de -0,5 mL.L⁻¹ habrían estado expandidas sobre los 100 m hasta las 150 mn de la costa, sin embargo se encontró fragmentada a 80 mn, debido a la presencia de anomalías positivas que alcanzaron hasta +1 mL.L⁻¹ entre 60 a 150 mn de la costa, con una mayor expansión hacia superficie a las 80 mn, cuya característica estaría asociada a la aproximación sub-superficial de las ASS. Por otro lado, dentro de las 50 mn encima de los 20 m se observaron anomalías positivas que estarían asociadas a procesos de mezcla (Figura 17f).



SECCION SAN JUAN DE MARCONA (11-12/01/2019)

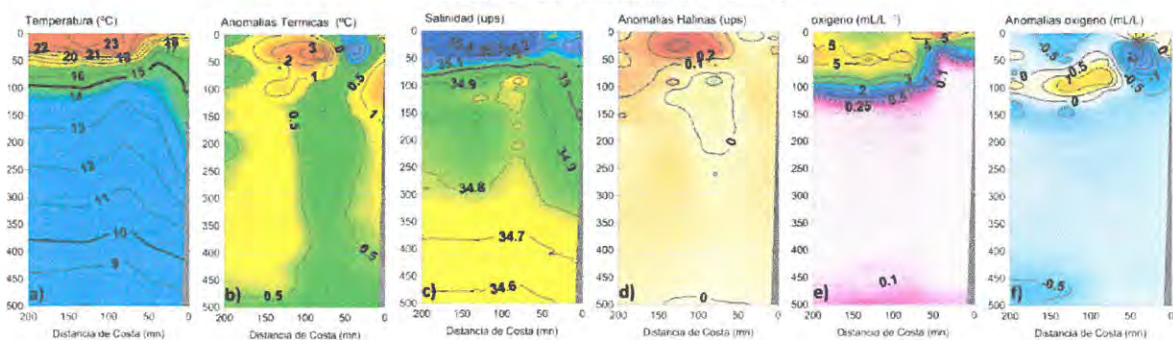


Figura 17. Sección San Juan de Marcona, en una extensión de 200 mn perpendicular a la línea de costa y 500 m de profundidad, mostrando valores absolutos y de anomalía de: Temperatura (a, b), Salinidad (c, d) y Oxígeno disuelto (e, f), durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.



Sección Ático

En la sección Ático la termoclina estuvo formada de 14 a 22 °C, con la isoterma de 15 °C en ascenso de océano a costa desde los 100 a 40 m de profundidad (Figura 18a). Las anomalías mostraron encima de los 100 m una condición cálida fuera de las 100 mn y ligeramente fría dentro de las 100 mn, la parte cálida superó los +2 °C en un núcleo a 25 m de profundidad, y la parte fría estuvo alrededor de -0,5 °C. A su vez entre los 100 y 400 m se presentaron anomalías térmicas de +0,5°C en una celda dentro de las 100 mn de la costa (Figura 18b).

Las sales mostraron concentraciones mayores a 35,1 ups encima de los 40 m de profundidad, con la iso-halina de 35,0 más profunda en zonas oceánicas y somera cerca a la costa; esta característica se asocia a un acercamiento de las ASS, generando un proceso de mezcla que presentó salinidades de 34,8 a 35,1 encima de los 300 m dentro de las 100 mn y encima de los 100 m a distancias mayores de 130 mn de la costa (Figura.18c). En términos de anomalía predominaron condiciones ligeramente más salinas, con presencia de anomalías positivas intensificadas (más de +0,1 ups en la capa de 0-100 m) fuera de las 100 mn, aproximándose a la costa a nivel sub-superficial hasta las 50 mn, asociado a la incursión de ASS; mientras que en la capa de 100 a 150 m por fuera de las 150 mn, se encontró un núcleo con anomalías halinas negativas, asociadas a las AIPSE, que llegaron a -0,2 ups (Figura 18d).

El oxígeno disuelto mostró una oxiclina de 0,5 a 4,0 mL.L⁻¹ ascendente (océano-costa), desde los 150 m a 20 m de profundidad a distancias de 40 mn de la costa, mostrando sobre esta capa zonas con oxígeno mayor a 5 mL.L⁻¹ (Figura 18e). Las anomalías mostraron predominio de condiciones de oxígeno ligeramente por debajo de lo normal, con una celda de poco oxígeno que superó anomalías de -0,5 mL.L⁻¹ entre 20-100 m de profundidad dentro de las 150 mn de la costa; mientras que por fuera de las 150 mn y entre 50-150 m de profundidad se manifestó una zona de condiciones elevadas de oxígeno, con anomalías que superaron +1 mL.L⁻¹. Así mismo, hasta las 50 mn y sobre los 20 m de profundidad se registró un alto contenido de oxígeno que estaría asociado a procesos costeros de incremento por alta productividad (Figura 18f).

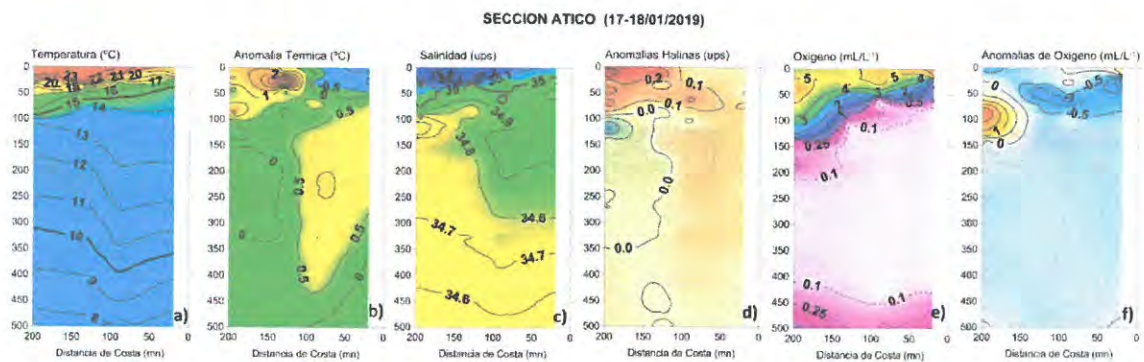


Figura 18. Sección Atico, en una extensión de 200 mn perpendicular a la línea de costa y 500 m de profundidad, mostrando valores absolutos y de anomalía de: Temperatura (a, b), Salinidad (c, d) y Oxígeno disuelto (e, f), durante el crucero de investigación del calamar gigante 1812-1901.

3.1.4 Condiciones de plancton

Indicadores de masas de agua

En la zona frente a Paita, a partir de 5 millas de costa se encontró a *Centropages furcatus* como indicador de AES; así mismo, se determinó la presencia de las especies *Eucalanus inermis* y *Centropages brachiatus*, indicadoras de ACF, ubicados principalmente cerca de la costa y en algunos casos hasta las 50 mn.

A lo largo de la costa, en casi toda el área de estudio, desde las 20 millas hubo presencia de indicadores de ASS como los copépodos *Acartia danae*, *Oncaea conifera*, *Calocalanus pavo*, así como la presencia de moluscos holoplanctónicos pertenecientes a los grupos Pterópoda y Heteropoda, *Limacina trochiformis* y *Atlanta gaudichaudi*, entre otros, demostrando la presencia y amplia distribución de las ASS, las cuales estuvieron muy próximas a la costa a partir de Casma hasta Ilo (Figura 19).

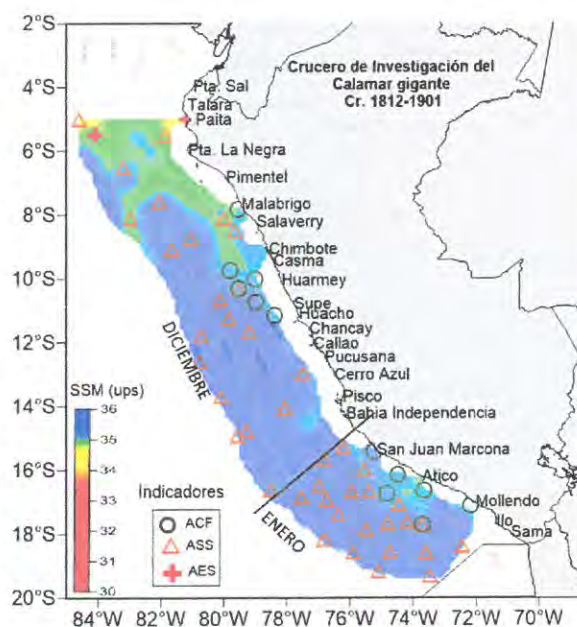


Figura 19. Distribución de los indicadores de masas de agua del zooplancton marino entre Paita – Ilo asociados a la SSM, durante el Cr. Calamar Gigante 1812–1901.

Paralarvas de *Dosidiscus gigas* y otros cefalópodos

En el área de estudio se determinó la presencia de paralarvas de especies pertenecientes al orden Octopoda y Teuthoidea; dentro de este último se identificaron especies de las familias Ommastrephidae, Cranchiinae, Euploteuthidae, entre otros.

En la zona norte, entre Paita y Chimbote se observaron las mayores concentraciones de paralarvas de *D. gigas* entre las 20 mn y fuera de las 80 mn de costa, asociadas a ASS y aguas de mezcla, principalmente frente a Malabrigo y Salaverry (Figura 20A). Se registraron también paralarvas de *D. gigas* en AES pero en menor proporción.

Frente a Punta La Negra, el despliegue de las ACF fue por más de las 100 mn y no hubo presencia de dicha especie en esta zona. Se encontraron 38 paralarvas de otras familias de cefalópodos, tales como los Octopodidae y Cranchidae, pero en menor proporción que *D. gigas*; sólo se encontraron en mayor proporción frente a Pimentel fuera de las 80 millas de costa y desde las 40 millas frente a Malabrigo. Como se puede observar en la figura 21, otras larvas de cefalópodos se encontraron en ACF y aguas de mezcla.

En la zona centro, comprendida entre Chimbote y Pisco, la distribución de las paralarvas estuvo por fuera de las 70 mn, relacionada principalmente a temperaturas de 21 y 21,5 °C, así como a salinidades propias de ASS. Las paralarvas determinadas correspondieron a los órdenes Octopoda y Teuthoidea, a la familia Cranchiinae y a las especies *Dosidiscus gigas* y *Argonauta sp.*

Las paralarvas de especies pertenecientes al orden Octopoda fueron las más abundantes representando el 75% de las paralarvas colectadas con red Hensen y el 92% de las paralarvas colectadas con red Bongo. Las paralarvas menos abundantes fueron *Dosidiscus gigas* "pota" con 2% en Hensen y el 4% en la red Bongo.

En la zona sur, entre Pisco e Ilo, las paralarvas más abundantes correspondieron al orden Octopoda, las cuales se distribuyeron ampliamente en toda el área de estudio (Figura 21).



La abundancia de paralarvas de *D. gigas* fue baja, se registraron concentraciones menores a 5 paralarvas/100 m³, a excepción de lo observado frente a Ático. Las paralarvas de *D. gigas* estuvieron distribuidas principalmente fuera de las 100 mn de distancia a la costa, asociadas a una TSM entre 23,0 y 23,7°C y salinidad entre 35,234 y 35,562 ups.

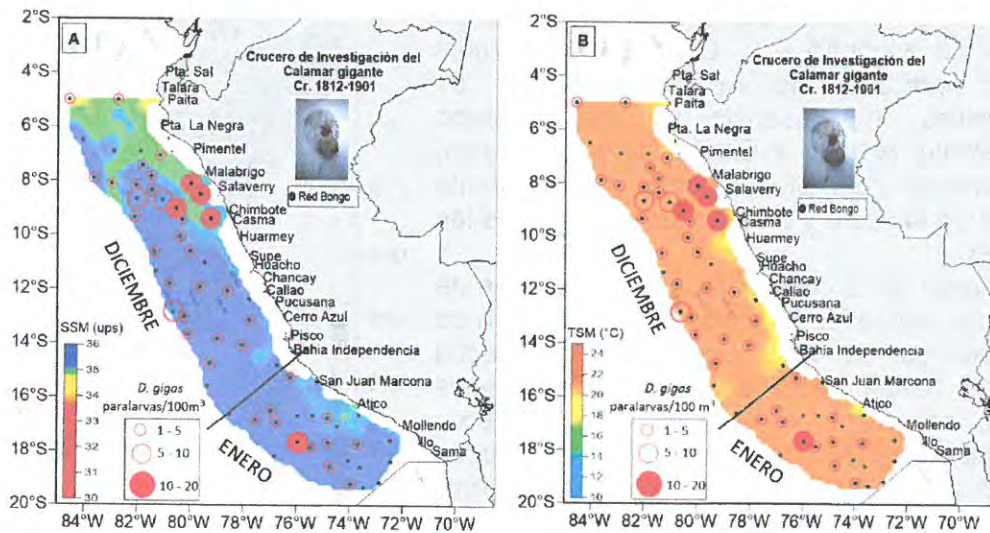


Figura 20. Presencia de Paralarvas de *D. gigas* en la zona Paita – Ilo asociadas a A) SSM y B) TSM, durante el Cr. Calamar Gigante 1812–1901.

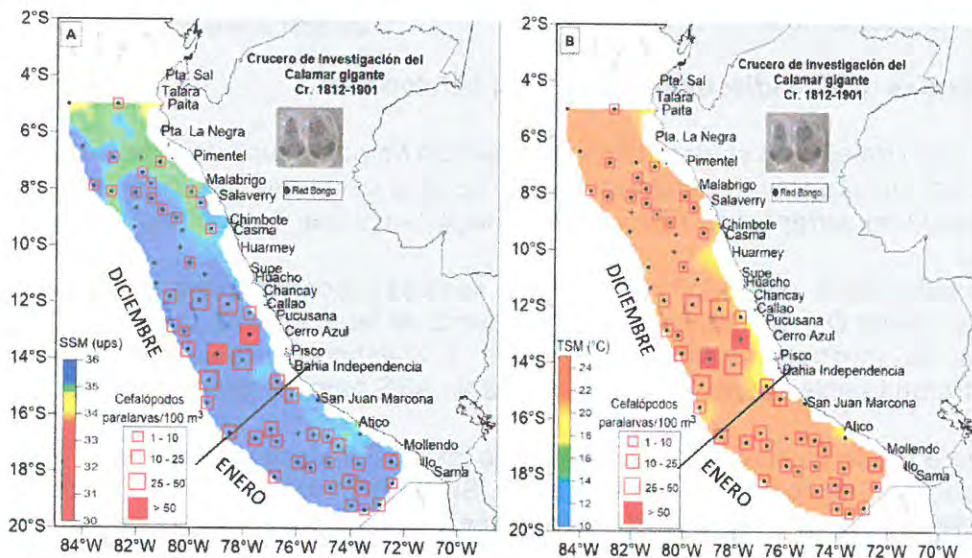


Figura 21. Presencia de paralarvas de otros cefalópodos en la zona Paita – Ilo asociadas a A) SSM y B) TSM, durante el Cr. Calamar Gigante 1812–1901.

Ictioplancton

Engraulis ringens “anchoveta”

Los huevos de *Engraulis ringens* tuvieron una distribución cercana a la costa, asociada a la presencia de ACF y aguas de mezcla (ACF+ASS), desde las 5 mn de costa frente a Paita, Malabrigo, Chimbote, San Juan y Mollendo, hasta aproximadamente 40 mn frente a Casma y 70 mn frente a Salaverry. Frente a Malabrigo, San Juan y Mollendo se registraron las mayores concentraciones de huevos, aproximadamente entre 200 y 250 huevos/muestra fueron colectados (Figura 22).

Larvas de anchoveta fueron observadas cerca a la costa hasta 120 mn entre Paita y Huacho y fuera de las 50 mn frente a Ático y Mollendo. A diferencia de los huevos, las larvas de esta especie presentaron una mayor distribución en ACF, aguas de mezcla y ASS.



Vinciguerria lucetia “vinciguerria”

Los huevos de vinciguerria se observaron entre Huarney y Pisco fuera de las 50 mn, llegando alcanzar una distribución máxima hasta las 190 mn, asociados a la presencia de ASS. Frente a Supe se observaron concentraciones importantes de huevos de esta especie (> 100 huevos/muestra). En tanto, las larvas de vinciguerria presentaron una mayor distribución, siendo observadas en casi toda el área de estudio, tanto dentro y fuera de las 50 mn. Esta especie predominó en aguas de mezcla (ACF+ASS) y ASS (Figura 23).

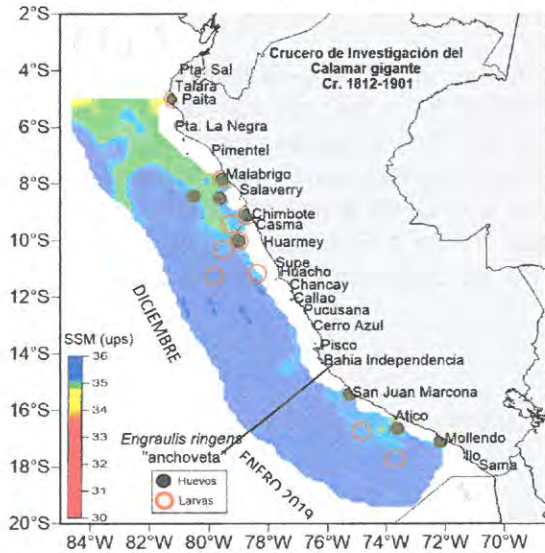


Figura 22. Presencia de *Engraulis ringens* “anchoveta” entre Paita – Ilo, asociada a la SSM durante el Cr. Calamar Gigante 1812–1901.

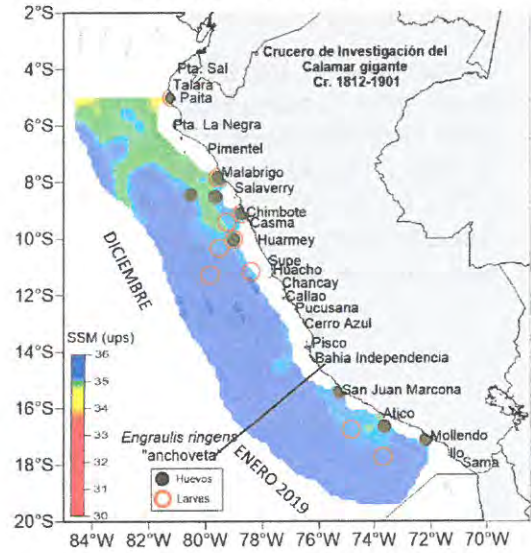


Figura 23. Presencia de *Vinciguerria lucetia* “vinciguerria” entre Paita – Ilo, asociada a la SSM durante el Cr. Calamar Gigante 1812–1901.

Otras especies planctónicas

La presencia de larvas de peces pertenecientes a la familia Myctophidae y especies gelatinosas, como las salpas, fue notoria y de amplia distribución en casi toda el área de estudio, asociadas a la presencia de ASS. Se determinó también la presencia de *Pleurocondes monodon* “munida”, tanto juveniles como estadios larvales (zoeas) (Figura 24).



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO

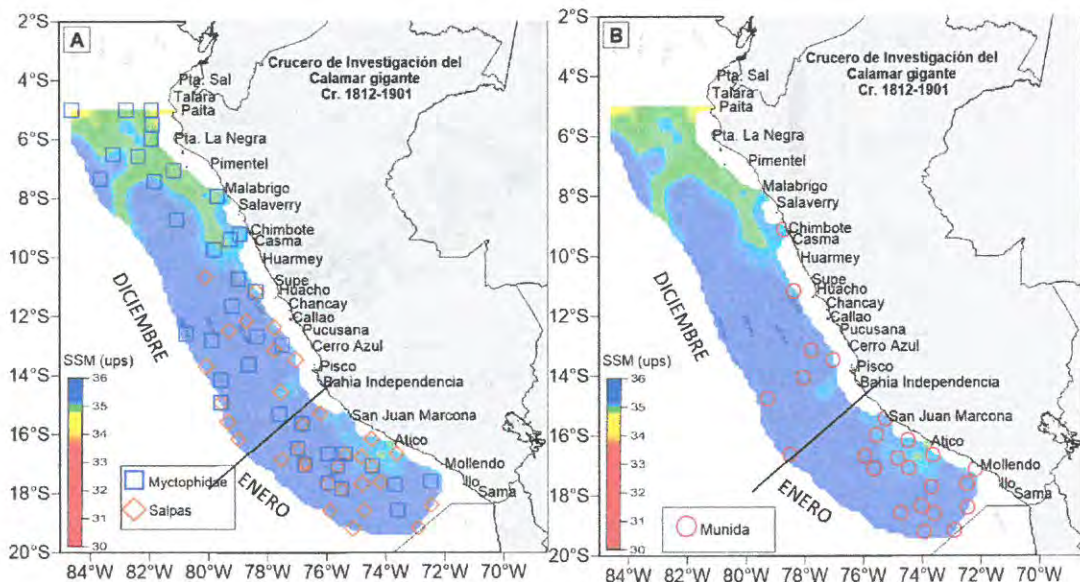


Figura 24. Presencia de Myctophidae-salpas (A) y Munida (B) en la zona Paita – Ilo asociadas a SSM, durante el Cr. Calamar Gigante 1812–1901.



L. MARIÁTEGUI

3.2 Acústica

3.2.1 Distribución del calamar gigante y otras especies

Calamar gigante

El calamar gigante presentó una distribución amplia en casi toda el área evaluada, con categorías de abundancia principalmente "disperso" y "muy disperso", desde las 40 mn hasta las 200 mn de distancia a la costa entre Paita y Morro Sama.

Las principales áreas de concentración se ubicaron entre Paita-Salaverry de 100 a 190 mn en el norte; Casma-Huacho en la zona centro de 50 a 200 mn con dos núcleos densos entre Huarmey-Supe de 70 a 100 mn y 160 a 200 mn, respectivamente; y entre San Juan de Marcona y Atico de 40 a 195 mn, con dos núcleos densos localizados entre 40 - 60 mn y 70 - 90 mn de distancia de costa en la zona sur. Otras áreas de menor agregación tipo dispersa fueron localizadas en la zona centro, frente a Pucusana de 40 a 50 mn y entre San Juan de Marcona y Atico de 100 a 200 mn de distancia de la costa (Figura 25).

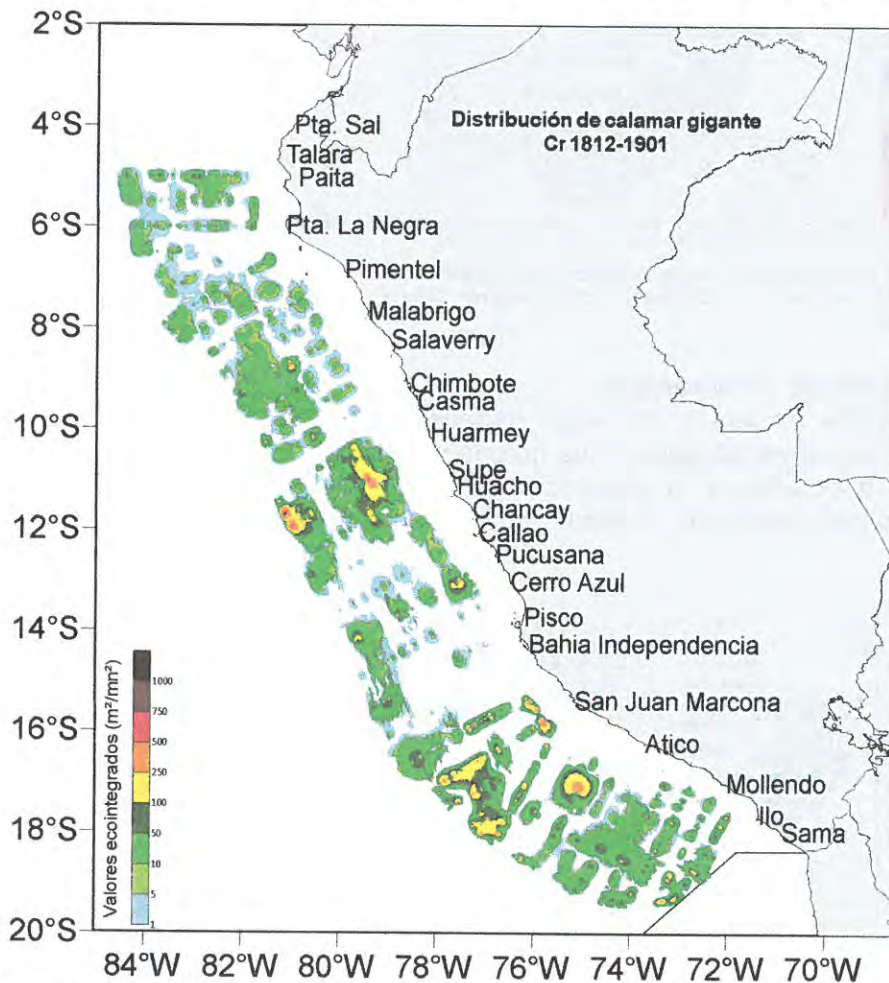


Figura 25. Distribución de calamar gigante Cr.1812-1901 Paita- Morro Sama BIC Olaya y BIC Humboldt

La distribución vertical de pota fue amplia, entre los 2 y 440 m de profundidad. Durante las horas diurnas (06:00-18:00 horas) se encontró principalmente por debajo de los 150 m de la superficie, y durante la noche se ubicó dentro de los primeros 90 m de profundidad (Figura 26).

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE PESQUERÍA

R. GUEVARA

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
DIGIRDL

C. YAMASHIRO

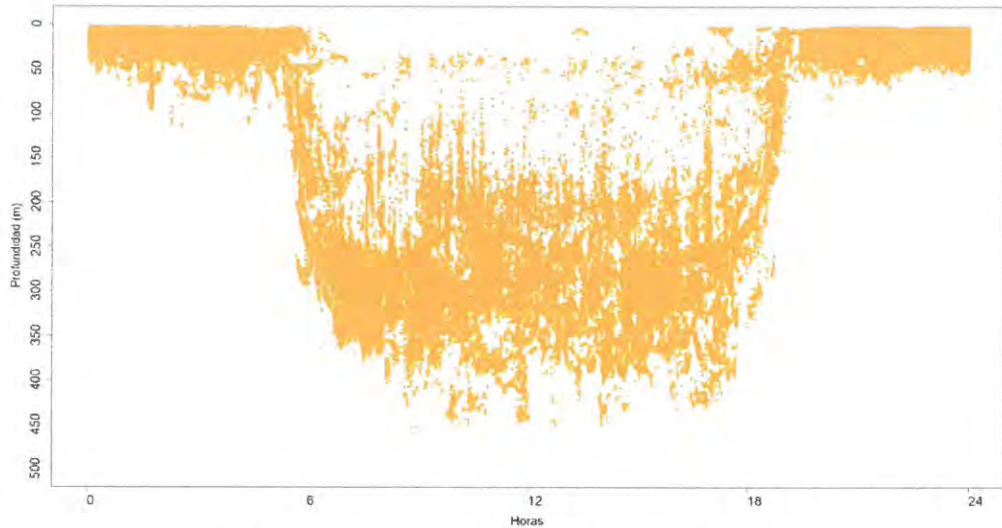


Figura 26. Distribución vertical de calamar gigante Cr.1812-1901

Vinciguerría

La vinciguerría, especie mesopelágica generalmente acompañante del calamar gigante, también registró una distribución amplia en el área evaluada, desde Paita hasta Morro Sama. En la zona norte presentó tres áreas de mayor concentración: entre Paita-Pta. La Negra desde las 50 mn hasta las 185 mn de distancia de costa, entre Pimentel-Malabrigo por fuera de las 100 millas y entre Pimentel-Salaverry con un mayor acercamiento hacia la costa de 100 a 50 mn. También se encontró de manera dispersa entre Malabrigo y Chimbote por fuera de las 150 mn.

En la zona centro entre Huarmey y Cerro Azul, se distribuyó entre 45 y 200 mn de distancia a la costa; y al sur frente a Pisco y San Juan, entre las 80 y 200 mn.

La vinciguerría presentó núcleos con mayores densidades principalmente entre las 80 y 170 mn de la costa, localizándose específicamente frente a Supe y Callao entre 80 y 150 mn frente a Pisco y Bahía Independencia entre 100 y 170 mn de la costa, y entre San Nicolás y Matarani de las 40 a 195 mn de la costa (Figura 27).

La distribución vertical de vinciguerría fue detectada entre los 5 y 350 m de profundidad. Durante las horas diurnas (06:00-18:00 horas) se encontró principalmente por debajo de los 100 m de la superficie, y durante la noche se ubicó hasta 80 m de profundidad (Figura 28).

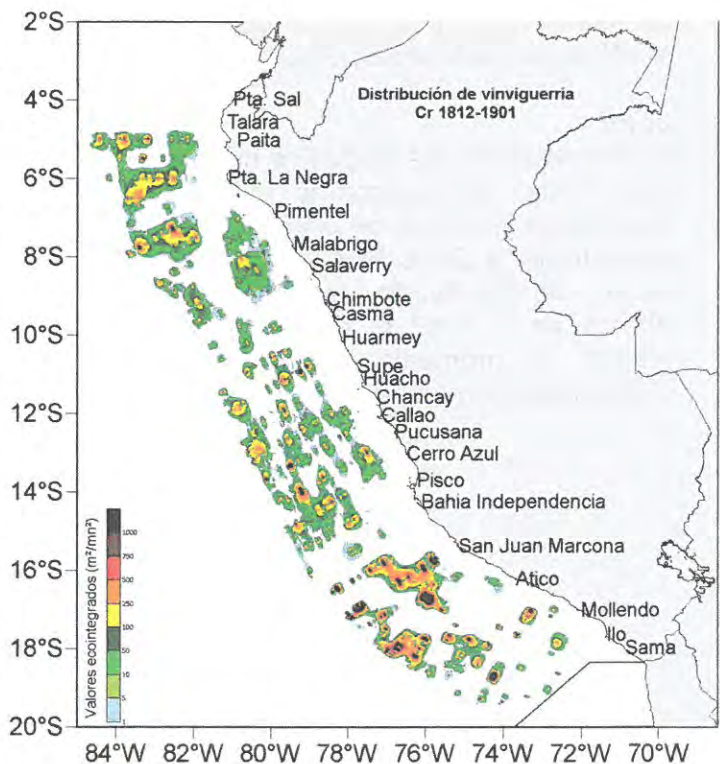


Figura 27. Distribución de vinciguerría Cr.1812-1901 Paita- Morro Sama BIC Olava v BIC Humboldt



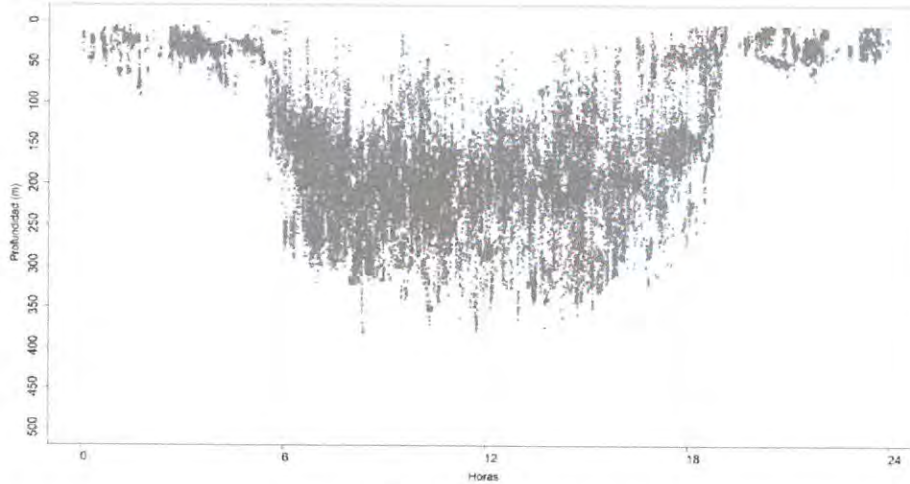


Figura 28. Distribución vertical de vinciguerra Cr.1812-1901

Anchoveta

Se presentó dispersa en la zona centro, en una pequeña área localizada frente a Huarmey y Supe entre las 40 y 65 mn de distancia a la costa; donde las mayores densidades se localizaron dentro de las 50 mn de la costa frente a Pta. Las Zorras y Supe. En la zona sur presentó 02 núcleos costeros, uno frente a Ático a las 20 mn de costa y otro entre Camaná y Mollendo a 10 mn de costa. Esta distribución estuvo relacionada a la isoterma de 15 °C que se registró a los 40 m de profundidad (Figura 29).

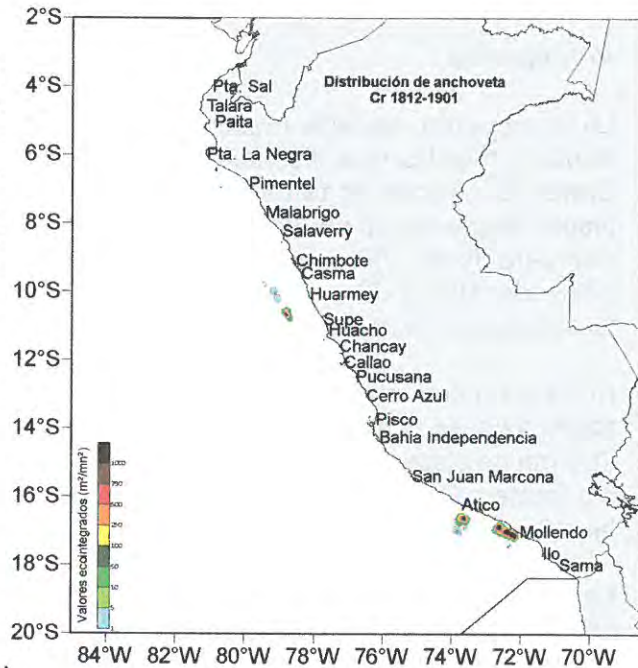


Figura 29. Distribución de anchoveta Cr.1812-1901 Paita-Morro Sama BIC Olaya y BIC Humboldt

Jurel

Se presentó en dos pequeños núcleos con un área aproximada de 144 mn², localizados a 40 mn de distancia a la costa frente a Cerro Azul y Tambo de Mora. La distribución vertical de jurel abarcó de 7 a 52 m de profundidad, siendo el promedio de 30 m de profundidad (Figura 30).

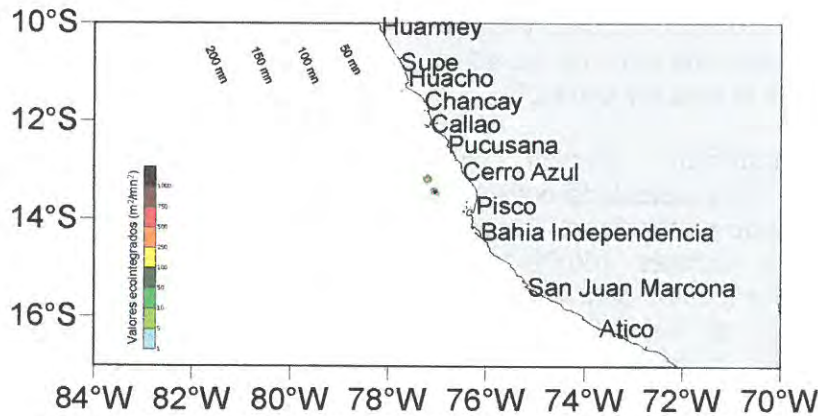


Figura 30. Distribución de jurel Cr.1812-1901 Paita-Morro Sama BIC Olaya y BIC Humboldt



Índice de Energía Acústica Promedio (NASC+)

La abundancia acústica por unidad básica de muestreo (UBM=1 mn) del calamar gigante, expresada en m^2/mn^2 (Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica, NASC), presentó valores máximos entre los $10^{\circ}S$ y $11^{\circ}S$ con 1168.299 y 1311.647 m^2/mn^2 respectivamente.

Tabla 3. Valores máximos, mínimos y promedios de los valores ecointegrados (NASC+, m^2/mn^2) por grado latitudinal. Cr 1811-12 y 1901 Investigación del calamar gigante BIC'S "José Olaya Balandra y Humboldt"

BIC - ZONA	Grado de Latitud ($^{\circ}S$)	Máximo	Promedio con ceros	Promedio sin ceros	Mínimo
OLAYA- NORTE	4	161.049	20.439	24.981	0.043
	5	128.292	15.439	18.920	0.026
	6	311.626	10.480	14.405	0.002
	7	157.293	8.654	12.858	0.038
	8	782.113	11.961	15.771	0.007
	9	342.055	17.660	21.746	0.012
HUMBOLDT-CENTRO	10	1168.299	38.626	61.879	0.040
	11	1311.647	77.090	119.525	0.027
	12	565.456	14.733	29.708	0.008
	13	466.201	12.200	26.589	0.042
	14	211.618	9.209	23.823	0.012
	15	861.275	49.517	109.376	0.031
OLAYA - SUR	16	686.907	41.762	89.491	0.082
	17	688.951	44.964	69.836	0.194
	18	640.484	37.662	50.094	0.196
	19	437.332	51.376	63.422	0.377



3.3 Captura por arte de pesca

La captura total de pota fue de 951,9 kg, de los cuales el 95,7% correspondió a la captura con línea de mano con potera (910,8 kg), y el 4,3% con red de arrastre pelágica (41,1 kg). En la zona norte, la captura de pota fue de 388,2 kg de los cuales el 99,4% fueron capturados con la pinta y el 0,6 % con la red de arrastre. En el sur, el 99,6% correspondió a la captura de pota realizada con línea de mano con potera, y el 1,9% con red de arrastre pelágica (Tabla 4).

Línea de mano con potera

La captura de pota en el norte fue de 482 ejemplares (385,8 kg), en el centro 184 ejemplares (179,6 kg), mientras que en el sur fue de 169 ejemplares (345,4 kg) (Tabla 4). Si bien en el norte la captura en número fue mayor, en unidades de peso fue menor debido a la diferencia de tamaños de los ejemplares capturados, siendo los del sur mayores a los del norte y centro.



Tabla 4. Capturas (kg) por zonas, grados de latitud y método de pesca, obtenidas durante el Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1812-1901 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

Zona	Gra do	Captura(kg)								
		Lineas poteras			Red de arrastre			Total		
		Pota	Otras especies	Total	Pota	Otras especies	Total	Pota	Otras especies	Total
Total General solo Pota		910.8			41.1			951.9		
%		95.7			4.3			%		
Total General		910.8	1.4	912.2	41.1	1799.7	1840.8	951.9	1801.1	2753.0
	%	99.9	0.1	100.0	2.2	97.8	100.0	34.6	65.4	100.0
Norte	4	20.6	0.0	20.6	1.0	3.4	4.4	21.6	3.4	25.0
	5	86.0	0.0	86.0	0.3	19.1	19.4	86.4	19.1	105.4
	6	45.8	0.0	45.8	0.0	3.1	3.1	45.8	3.1	48.9
	7	120.4	0.0	120.4	0.0	5.4	5.4	120.4	5.4	125.8
	8	92.7	0.0	92.7	0.1	16.9	17.0	92.8	16.9	109.7
	9	20.3	0.0	20.3	0.9	525.1	526.1	21.2	525.1	546.4
Total norte		385.8	0.0	385.8	2.3	573.0	575.3	388.2	573.0	961.1
%		100.0	0.0	100.0	0.4	99.6	100.0	40.4	59.6	100.0
Centro	10	21.3	0.0	21.3	31.6	643.8	675.4	53.0	643.8	696.8
	11	32.5	0.0	32.5	0.1	174.4	174.5	32.6	174.4	207.0
	12	31.7	0.0	31.7	0.9	89.9	90.8	32.5	89.9	122.5
	13	37.6	0.0	37.6	0.4	55.9	56.3	37.9	55.9	93.9
	14	35.1	0.0	35.1	1.2	15.2	16.4	36.3	15.2	51.5
	15	21.4	0.0	21.4	0.0	12.0	12.0	21.4	12.0	33.4
Total sur		179.6	0.0	179.6	34.2	991.2	1025.4	213.8	991.2	1205.0
%		100.0	0.0	100.0	3.3	96.7	100.0	17.7	82.3	100.0
Sur	16	56.6	0.3	56.9	3.7	72.0	75.7	60.2	72.3	132.6
	17	182.1	1.0	183.1	0.9	157.1	158.0	183.0	158.1	341.1
	18	61.0	0.0	61.0	0.0	5.6	5.6	61.0	5.6	66.6
	19	45.7	0.0	45.7	0.0	0.8	0.8	45.7	0.8	46.6
Total sur		345.4	1.4	346.8	4.6	235.5	240.1	350.0	236.9	586.9
%		99.6	0.4	100.0	1.9	98.1	100.0	59.6	40.4	100.0



R. GUEVARA **3.4 Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)**

La CPUE promedio por operación de pesca (a la pinta) estimada en número presentó sus mayores valores en la zona norte, variando de 0 a 5,833 ejm/h/pescador, seguido por la zona centro con valores de 0 a 3,333 ejm/h/pescador y en sur varió de 0 a 2,33 ejm/h/pescador. Por otro lado, en términos de peso, las estimaciones también fueron mayores en la zona norte, con valores de 0 a 5,565 kg/h/pescador, pero seguido por la zona sur con valores de 0 a 5,495 kg/h/pescador y en el centro varió de 0 a 3,043 kg/h/pescador (Figura 31). Si nos referimos solo a las operaciones positivas, es decir, aquellas en las que se capturaron ejemplares de calamar gigante, la CPUE promedio por operación de pesca (a la pinta) estimada, tanto en número como en peso, presentaron la misma tendencia respecto al total de operaciones (Tablas 5 y 6).



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI (e)

Tabla 5. CPUE de calamar gigante en número (ejm/h/pescador) obtenidos de las capturas con líneas manuales con potera. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1812-1901 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

CPUE en número (ejm/h/pescador)					
Todas las operaciones (Positivas y Negativas)					
Zona	N° Opera. totales	N° Opera. positivas	Mín	Máx	Prom
Norte	69	52	0	5.833	1.157
Centro	37	28	0	3.333	0.676
Sur	69	45	0	2.333	0.372
Total	175	125	0	5.833	0.746
Solo operaciones positivas					
Zona	N° Opera. totales	N° Opera. positivas	Mín	Máx	Prom
Norte	69	52	0.167	5.833	1.535
Centro	37	28	0.167	3.333	0.893
Sur	69	45	0.167	2.333	0.570
Total	175	125	0.167	5.833	1.044

Tabla 6. CPUE de calamar gigante en peso (kg/h/pescador) obtenidos de las capturas con líneas manuales con potera. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1812-1901 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

CPUE en peso (kg/h/pescador)					
Todas las operaciones (Op. Positivas y Negativas)					
Zona	N° Opera. totales	N° Opera. positivas	Mín	Máx	Prom
Norte	69	52	0	5.565	0.981
Centro	37	28	0	3.043	0.567
Sur	69	45	0	5.495	0.678
Total	175	125	0	5.565	0.774
Solo operaciones positivas					
Zona	N° Opera. totales	N° Opera. positivas	Mín	Máx	Prom
Norte	69	52	0.074	5.565	1.302
Centro	37	28	0.038	3.043	0.749
Sur	69	45	0.031	5.495	1.039
Total	175	125	0.031	5.565	1.083

Se observaron pequeñas concentraciones del recurso, principalmente a 190 mn frente a Paita, a 170 mn frente a Pta. La Negra y a 130 mn frente a Malabrigo, en la zona norte. A 140 mn frente a Ático, en la zona sur, se observaron concentraciones importantes del recurso, principalmente por el mayor tamaño del calamar gigante.

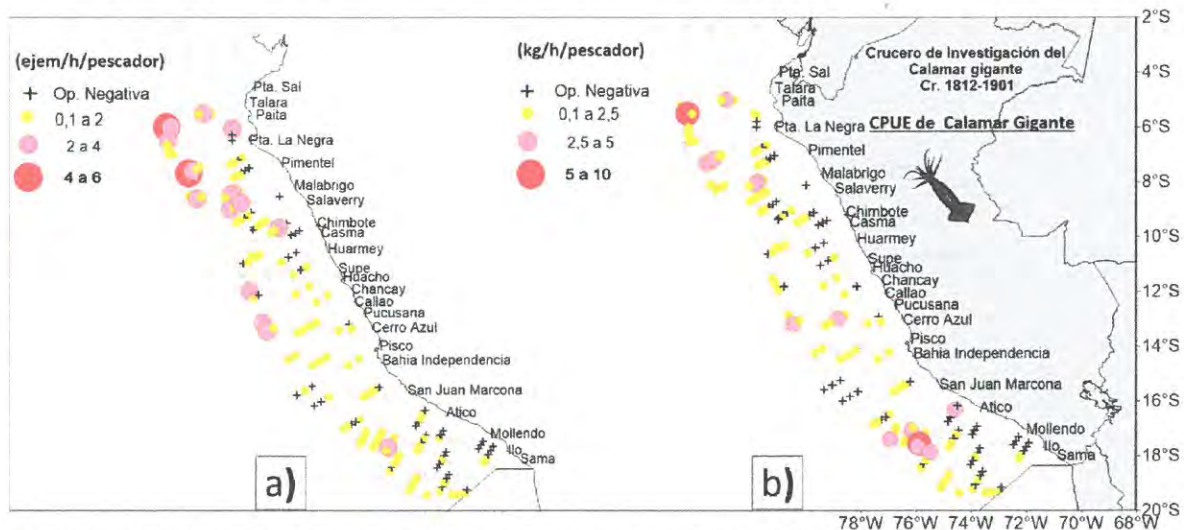


Figura 31. CPUE de calamar gigante en número (ejm/h/pescador) A y peso (kg/h/pescador) B obtenidos de las capturas con líneas manuales con potera, durante el Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1812-1901 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".



Variación de la CPUE según latitud

Latitudinalmente, las máximas concentraciones de calamar gigante en número de ejemplares destacaron de norte a sur, estimándose los mayores valores de CPUE entre los grados 4 y 7°S y menores entre los 15 y 19°S; y siendo los valores promedio de CPUE por zonas de 1,19 ejm/h/pescador en norte, de 0,68 ejm/h/pescador en el centro y de 0,36 ejm/h/pescador en el sur (Fig. 32A). Asimismo, la CPUE en unidades de peso mostró casi la misma tendencia latitudinal de la CPUE en número, con valores promedio mayores en la zona norte (1,02 kg/h/pescador), seguido por el sur (0,70 kg/h/pescador) y el centro (0,57 kg/h/pescador) Fig. 32B; característica determinada por la diferencia en el tamaño de los ejemplares capturados, los cuales fueron ligeramente mayores en el sur.

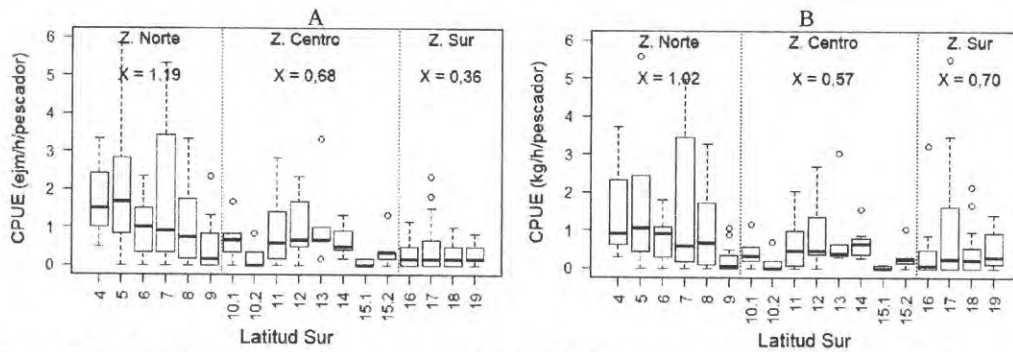


Figura 32. CPUE en número (A. ejm/h/pescador) y peso (B. kg/h/pescador) de calamar gigante obtenidos en las capturas con línea manuales con potera durante el Cr de investigación de calamar gigante Cr1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt". Cabe indicar que el grado 10° y 15.2° fueron prospectados por ambos barcos (10.1 y 15.2 = Olaya y 10.2 y 15.1 = Humboldt).

Variación de la CPUE según distancia a la costa

A nivel total, la CPUE en unidades de número y peso de calamar gigante mostraron tendencias crecientes conforme las operaciones se dieron a mayores distancias de la costa (Fig. 33A y 33B). Esta característica fue observada principalmente en la zona norte, donde las menores abundancias relativas se hallaron entre las 40 y 80 mn, con valores de 0,02 a 1,85 ejm/h/pescador y de 0,02 a 1,5 kg/h/pescador; y mayores entre las 140 y 180 mn, con valores de 0,5 a 5,8 ejm/h/pescador y de 0,5 a 5,7 kg/h/pescador. En la zona centro y sur los valores de CPUE no mostraron variaciones importantes, manteniendo principalmente concentraciones por debajo de 2,00 ejm/h/pescador y 2 kg/h/pescador.

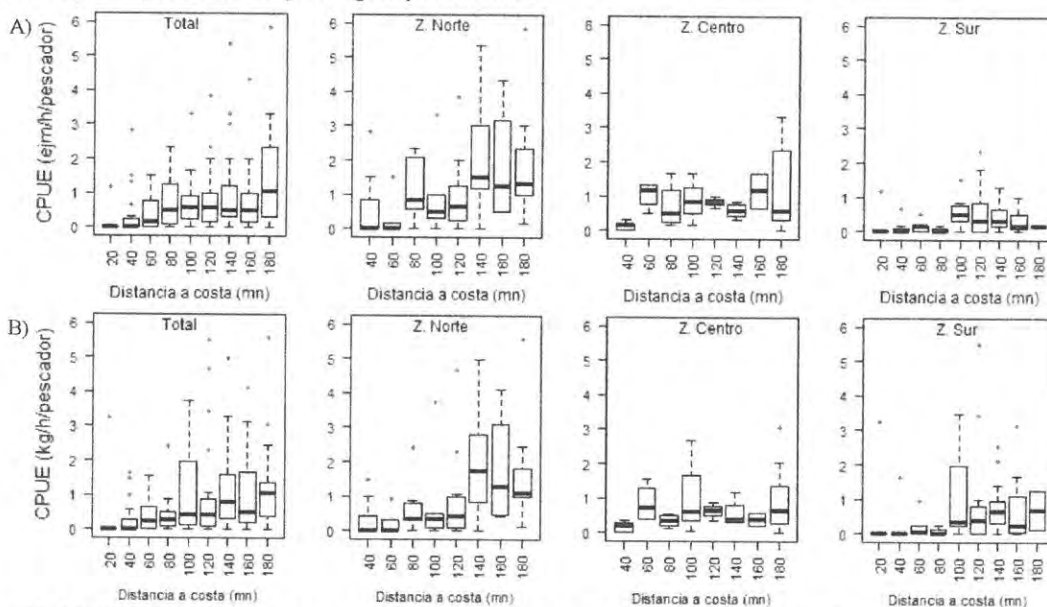


Figura 33. CPUE en número (A: ejm/h/pescador) y peso (B: kg/h/pescador) de calamar gigante obtenidos en las capturas con línea manuales con potera durante el Cr de investigación de calamar gigante Cr1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

Crucero de Investigación de Calamar gigante Cr1812-1901



Relación espacial CPUE - masas de agua

Las máximas concentraciones del calamar gigante en la zona norte estuvieron asociadas a AES frente a Paita (entre 170 a 195 mn); otro núcleo importante asociado a agua de mezcla (ACF – ASS) frente a Pta. La Negra (alrededor de las 160 mn), y también concentraciones importantes asociadas a ASS frente a Malabrigo (alrededor de las 130 mn). En la zona sur se observó un núcleo importante asociado a ASS frente a Ático (alrededor de las 140 mn), debido al mayor tamaño y peso de los ejemplares de pota capturados (Figura 34).

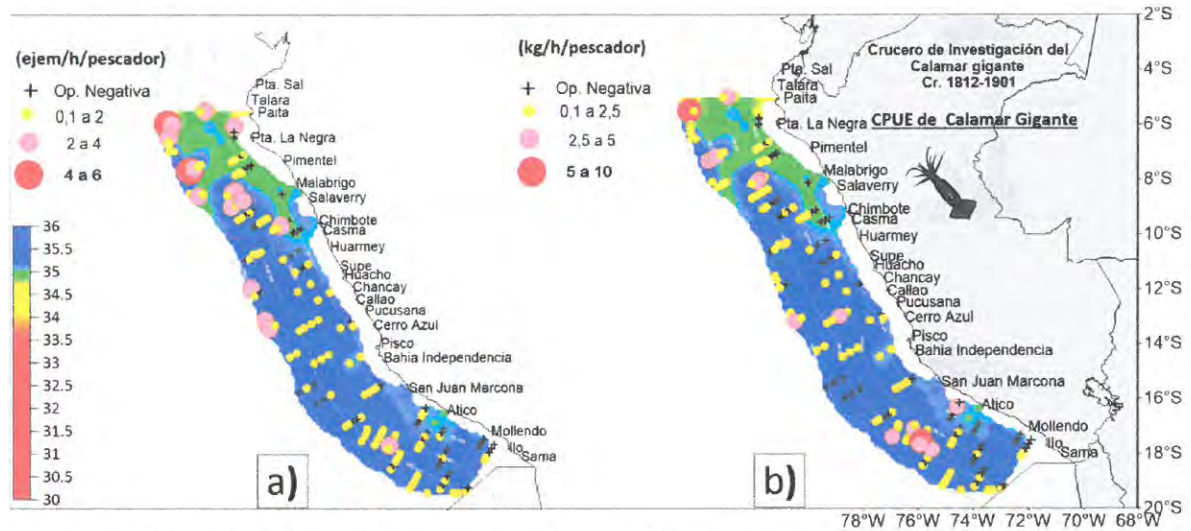


Figura 34. Relación del CPUE de calamar gigante con la Masa de Agua, en número (ejem/h/pescador) y peso (kg/h/pescador) obtenidos de las capturas con líneas manuales con poteras, durante el Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

3.5 Aspectos biológicos del calamar gigante y otras especies

3.5.1 Distribución de tallas del calamar gigante

En base al análisis de 836 ejemplares (473 en la zona norte, 181 en la zona centro y 183 en la zona sur) capturados con línea de mano con potera, se determinó una estructura de tallas comprendida entre 17 y 81 cm de LM, con media en 31,6 cm, moda principal en 26 y secundaria en 32 cm. En la zona norte, las tallas estuvieron comprendidas entre 19 y 53 cm, con media en 29,9 cm y moda en 32 cm de LM; en la zona centro, el rango fue de 19 a 49 cm, con media en 29,7 cm y moda en 27 cm de LM; en la zona sur, el rango fue de 17 a 81 cm, con media en 37,7 cm y modas en 39 y 41 cm de LM (Figura 35 a).

Con la red de arrastre de media agua se analizaron 769 ejemplares (139 en el norte, 342 en el centro y 288 en el sur), cuyas tallas variaron de 1 a 27 cm, con media de 7,6 cm y moda en 3 cm de LM. En la zona norte se registraron ejemplares de 1 a 19 cm, con media de 5,0 y moda en 5 cm de LM; en la zona centro, las tallas estuvieron comprendidas entre 1 y 27 cm, con media de 12,0 y moda en 8 cm; mientras en la zona sur, las tallas fluctuaron entre 1 a 20 cm, con media de 3,6 cm y moda en 3 cm (Figura 35 b).



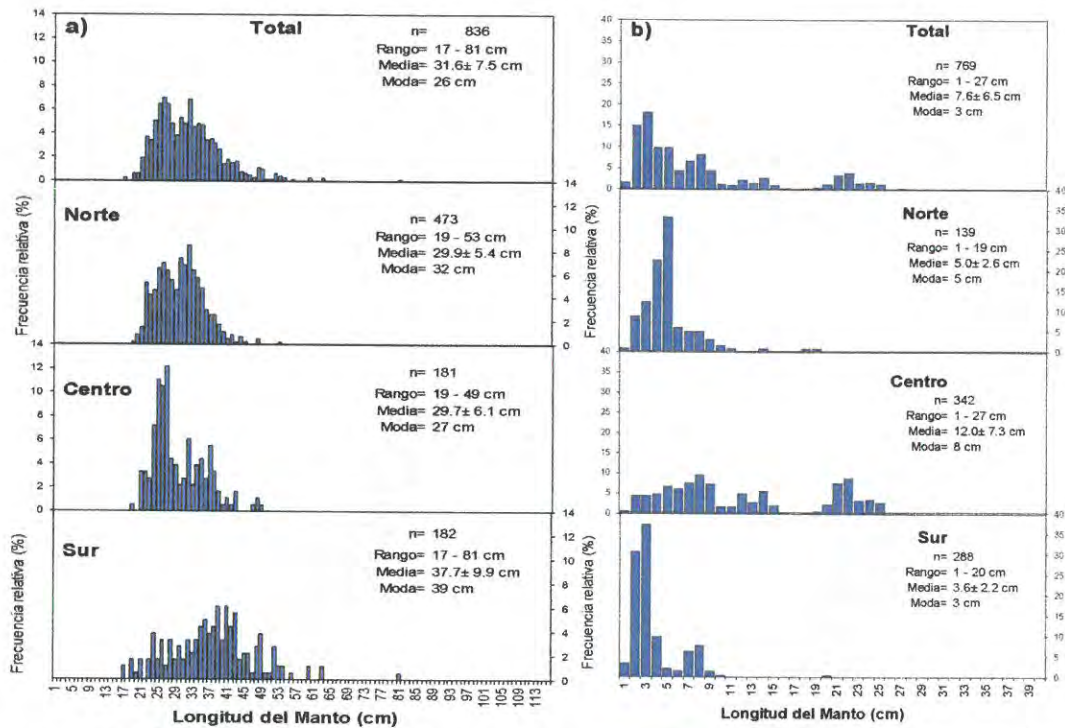


Figura 35. Estructura de tallas de calamar gigante con línea de mano con potera (a) y con red de arrastre (b) en las zonas norte, centro y sur. Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1812-1901 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

Al analizar las tallas por sexos, a partir de ejemplares capturados con línea de mano con potera, las hembras presentaron una moda en 31 cm y los machos en 25 cm de LM. En la zona norte, las hembras (31cm) presentaron mayor moda que los machos (28); en la zona centro, machos y hembras registraron una misma moda (25 cm), mientras que en la zona sur, los machos registraron distribución bimodal en 25 y 40 cm y las hembras presentaron moda en 37 cm de LM. En las tres zonas, la proporción de hembras fue mayor (Figura 36).

Según la latitud, las tallas registradas en la zona norte fueron menores a las del sur, y mayores que las de la zona centro (Figura 37).

Según distancia a la costa, en la zona norte se registraron las menores tallas (20 a 100 mn); en la zona centro no se observó una tendencia en la distribución de tallas, mientras que en la zona sur se evidenció que a partir de las 101 mn, los ejemplares fueron de mayor tamaño progresivamente al alejarse de la costa (Figura 38).

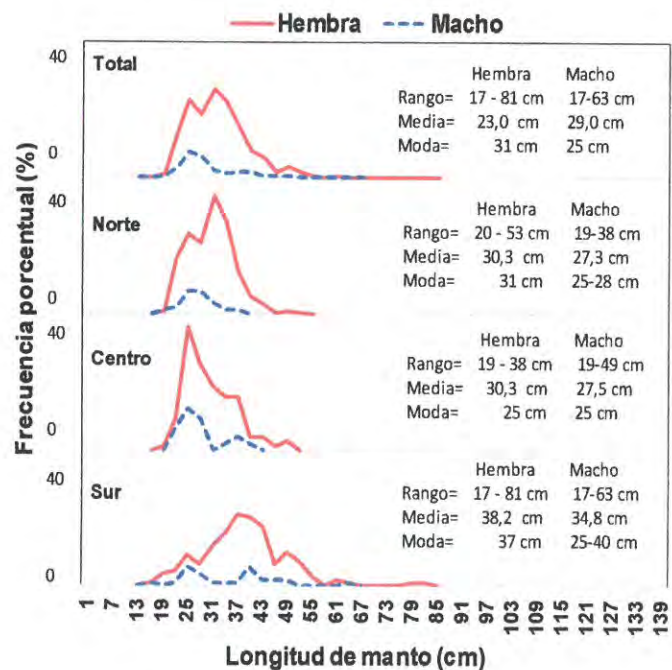


Fig. 36. Estructura de tallas de calamar gigante por sexo y zona, con línea de mano con potera, en las zonas norte y sur, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr1711-12 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

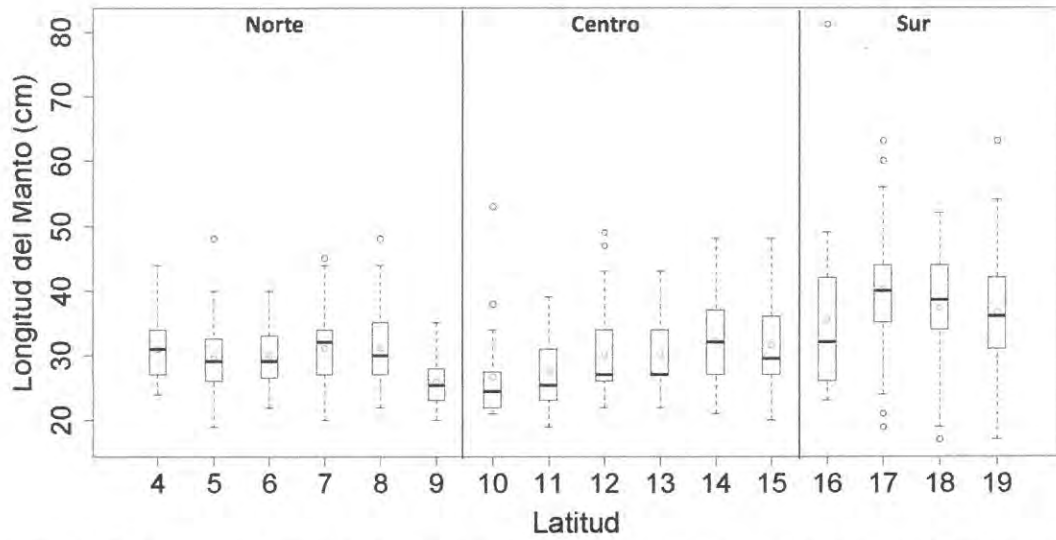


Figura 37. Estructura de tallas de calamar gigante con línea de mano con potera, según grado de latitud sur, en las zonas norte, sur aguas adyacentes, círculos rojos dentro de las barras representan las medias y los círculos extremos fuera de las barras representan los valores atípicos, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1812-1901 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

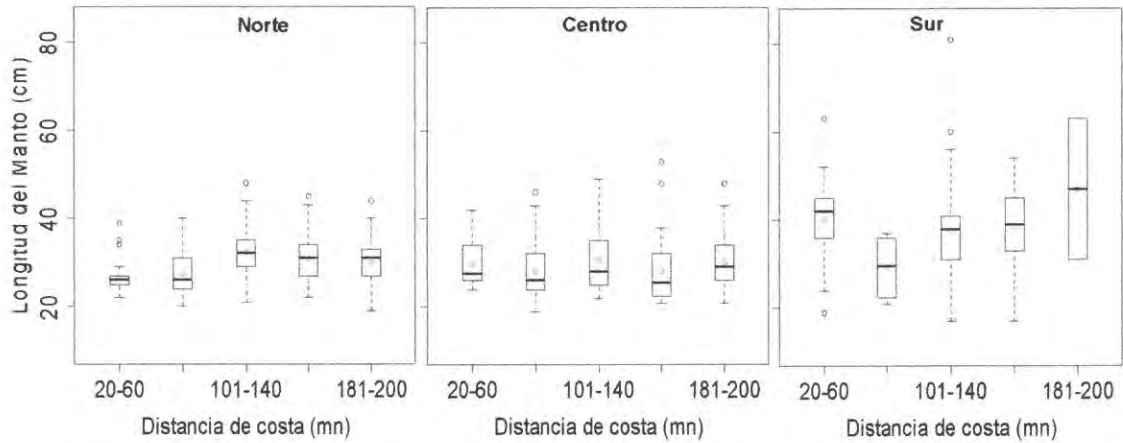


Figura 38. Estructura de tallas de calamar gigante, por distancia de costa, en las zonas norte, sur y aguas adyacentes, círculos rojos dentro de las barras representan las medias y los círculos extremos fuera de las barras representan los valores atípicos, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr.1812-1901 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".



R. GUEVARA

3.5.2 Relación longitud peso del calamar gigante



C. YAMASHIRO

La relación longitud de manto - peso total de los ejemplares capturados con línea de mano con potera, presentó una alta correlación ($R^2_{Total} = 0,989$; $R^2_{Hembras} = 0,978$; $R^2_{Machos} = 0,976$), mostrando crecimiento isométrico para ambos sexos (Figura 39).



L. MARIÁTEGUI
(e)

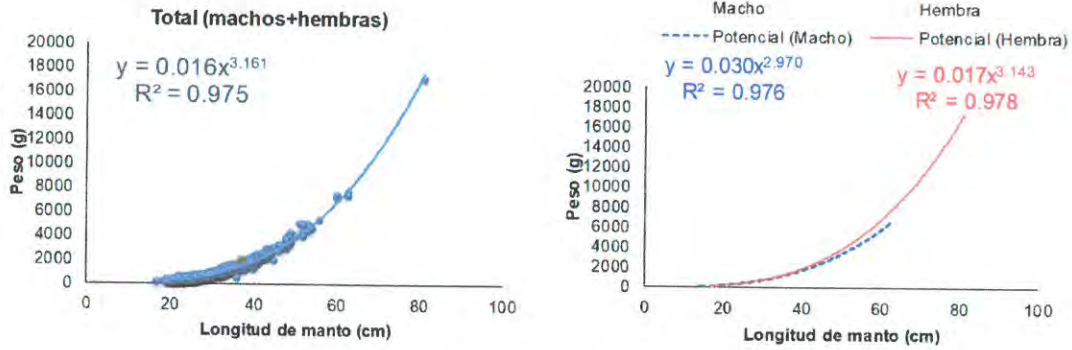


Fig. 39. Relación longitud de manto - peso total del calamar gigante, Cr. de Investigación del calamar gigante Cr1812-1901 BIC's. "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

3.5.3 Estado reproductivo del calamar gigante

Los resultados del aspecto reproductivo se basaron en 836 ejemplares (708 hembras y 128 machos) capturados con línea de mano con potera. En las zonas norte y sur, en ambos sexos predominaron ejemplares en estadio maduro, mientras que en la zona centro, predominaron ejemplares en estadio inmaduro. En menor proporción se evidenciaron ejemplares en maduración y en desove en las zonas evaluadas (Figura 40).

Al analizar las tallas de hembras respecto a la madurez, se observó la presencia de ejemplares de 17 a 48 cm de LM en estadio inmaduro, ejemplares de 23 a 60 cm de LM en estadio maduro y ejemplares de 37 a 81 cm en desove (Figura 41).

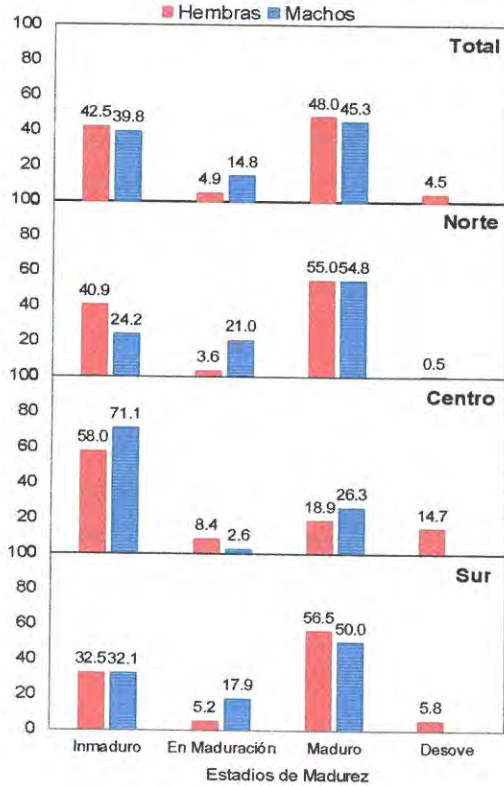


Figura 40. Estadios de madurez de *Dosidicus gigas* "pota". Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

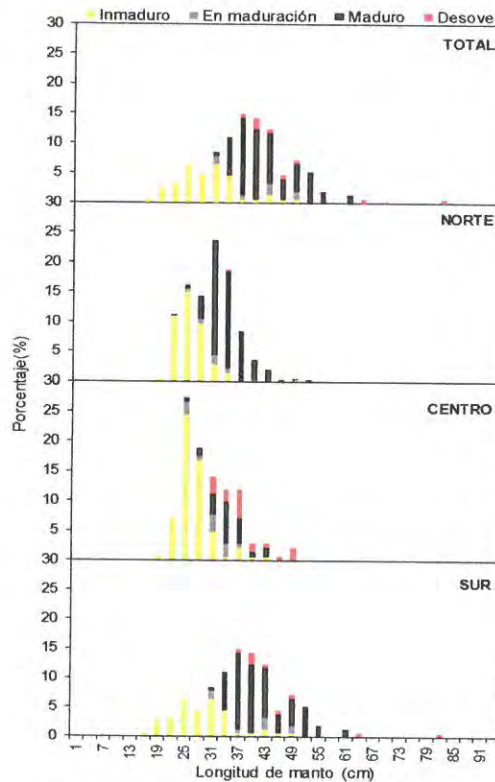


Figura 41. Relación talla-madurez de hembras de *Dosidicus gigas* "pota". Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



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

Las hembras capturadas con línea de mano con potera mostraron el predominio del estadio inmaduro en los grados 5°- 6° y 9°-16°S, con mayor presencia desde las 100 a 180 mn; y el estadio inmaduro mostró mayor concentración en los grados 4°, 7° - 8°, 17°-19°S, desde las 40 a 200 mn de la costa (Figura 42).

Según distancia a la costa, se observaron dos tendencias descendentes de las tallas de ejemplares maduros y en desove al alejarse de costa, una en el rango de 40 a 99 mn y otra de 100 a 199 mn de la costa (Figura 43).

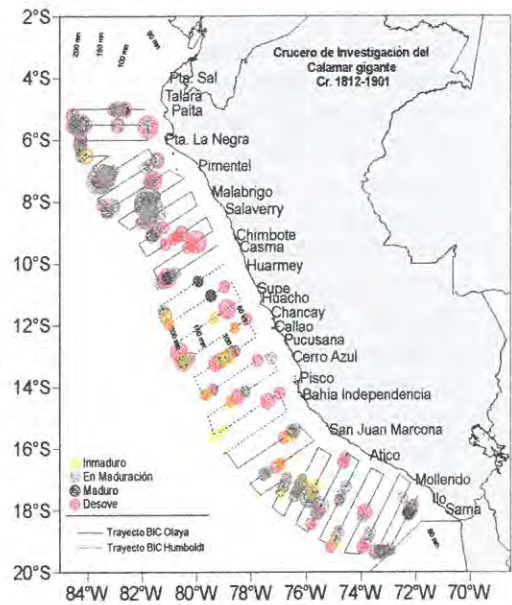


Figura 42. Estadios de madurez gonadal de *Dosidicus gigas* "pota" por latitud y distancia a la costa. Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

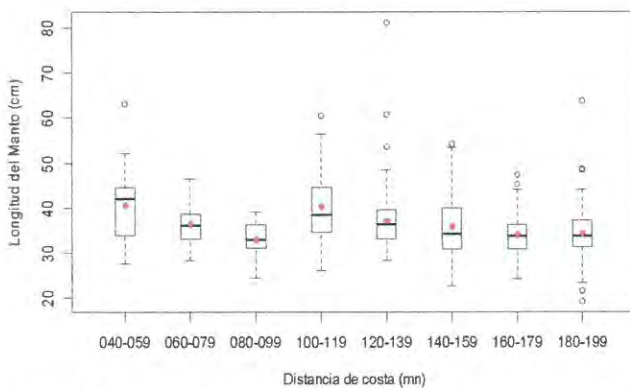


Figura 43. Estadios Maduro y en Desove de *Dosidicus gigas* "pota" por distancia a la costa. Los puntos rojos representan las medias. Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

3.6 Otras especies de invertebrados y peces

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

Invertebrados

Pleuconcodes monodon "Múnida"

El rango de tallas del camaroncito rojo o múnida estuvo comprendido entre 6 y 17 mm de longitud de cefalotórax (LC), con una distribución bimodal (7 y 12 mm). Las hembras representaron el 58,99% del total de individuos analizados, del cual el 24,82% fueron hembras portadoras de huevos (ovígeras), observándose mayor número en los grados 16° y 18°S (Figura 44).

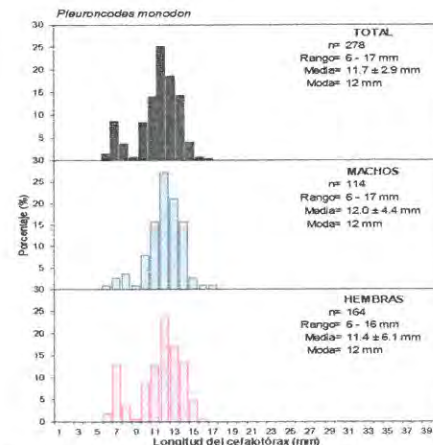


Figura 44. Estructura de tallas de *Pleuconcodes monodon* "múnida" o "camaroncito rojo". Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1812-1901 BIC's "José Olava Balandra" v "Humboldt".



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

Otros Recursos

Abraliopsis sp. se observó desde Paita hasta Mollendo entre 40 y 200 mn de distancia a la costa. La estructura de tallas de 440 ejemplares analizados estuvo comprendida entre 15 y 49 mm de LM, con una media de 36,4 mm y moda de 37 mm de LM. A partir del grado 10°S fue notoria la presencia de *Argonauta* spp. "argonauta", y el análisis de 200 ejemplares, mostró un rango de tallas de 12 a 65 mm de LM, con una media de 40,7 mm y moda en 45 mm de LM. El calamar *Todarodes filippovae* se presentó con baja incidencia (3 ejemplares durante las operaciones de línea de mano con potera) entre San Juan de Marcona y Pta. Oscuyo, mientras que el calamar *Onychoteuthis banksii* se observó principalmente entre Paita y Pta. La Negra y entre San Juan de Marcona y Ático (Figura 45). Se registró también la presencia de otras especies de cefalópodos como *Ancistrocheurus lesuerii* (14° y 16°S), *Bolitaena microtyla* (12° y 14°S), *Chiroteuthis veranyi* (12-13°), *Cranchia scabra* (18°S), *Gonatus antarcticus* (18°S), *Leachia pacifica* (5°, 8°-9°, 11°-14° y 16°S), *Liocranchia reinhardtii* (5° y 12°S), *Pterygioteuthis* sp. (16°S) y *Thysanoteuthis rhombus* (8°S).

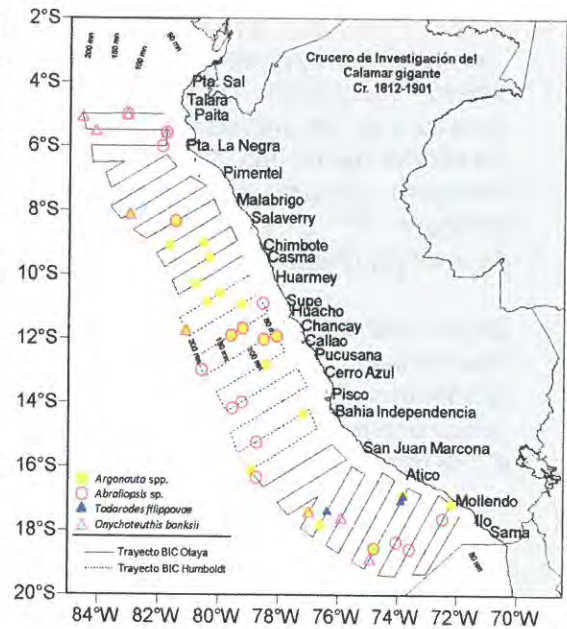


Figura 45. Distribución de Cefalópodos. Cr. de investigación del calamar gigante Cr 1812-1901 BIC's "José Olaya Balandra" y "Humboldt".

Peces

Engraulis ringens "Anchoveta"

Esta especie fue capturada en 2 de 66 lances de pesca, ubicados entre 08 y 47 mn de la costa, frente a Playa Grande (12° 08'S) y Matarani (17° 07'S). La mayor captura se registró frente a Matarani, a 08 mn de la costa.

La estructura de tallas estuvo comprendida entre 7,5 y 16,0 cm de longitud total (LT), con una moda en 12,0 cm; la incidencia de ejemplares juveniles fue de 34,8 % (Figura 46).

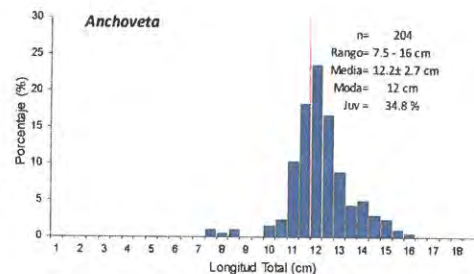


Figura 46. Estructura de tallas de Anchoveta. Crucero de calamar gigante Cr 1812-1901.

En el análisis macroscópico del desarrollo gonadal de los ejemplares adultos de anchoveta se observaron los estadios III y IV (maduro y desovante) en similar proporción (39,4%); mientras que un 18,2% se encontró en estadio II (en maduración).

Trachurus murphyi "Jurel"

Se analizaron un total de 169 ejemplares que fueron capturados en las zonas centro (123) y sur (46), en 11 de 66 lances, desde las 08 a 194 mn, entre Casma y Matarani.

La estructura de tallas estuvo constituida por ejemplares de 6 a 18 cm, con una moda en 10 cm de longitud total (LT) (Figura 47).

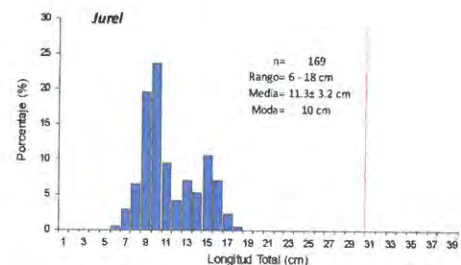


Figura 47. Estructura de tallas de Jurel. Crucero de calamar gigante Cr 1812-1901.



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

Vinciguerria lucetia “vinciguerria” o “Portador de luces”

Esta especie estuvo presente en 44 de 66 lances de pesca, ubicados entre las 20 y 200 mn de la costa, entre Paita (04° 59’S) y Pta. de Bombon (17° 07’S). La mayor captura ocurrió frente a Huarmey, a 80 mn de la costa.

Las tallas variaron de 20 a 80 mm de LT, la talla media fue de 57,9 mm y la moda principal en 60 mm (Figura 48).

Asimismo, se registró la presencia de otras especies como esperlan plateado *Leuroglossus stilbius*, agujilla *Scomberesox saurus scombroides*, myctofidos, entre otros, en pequeñas cantidades.

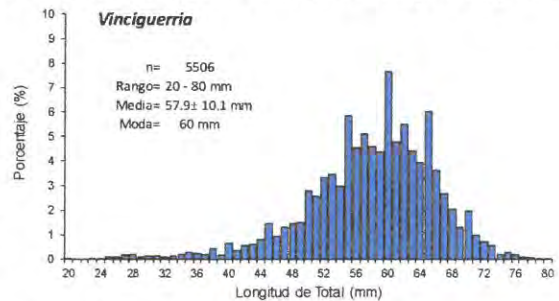


Figura 48. Estructura de tallas de Vinciguerria. Crucero de calamar gigante Cr 1812-1901.

3.7 Biodiversidad

Composición por especies de los arrastres de media agua

Captura total de las especies presentes en el subsistema pelágico

La captura total fue de 1840,7 kg y estuvo compuesta por 78 especies de peces e invertebrados. Entre los grupos con mayor riqueza de especies se encontraron los peces (Chordata) con 38 especies, los moluscos con 15 especies y los artrópodos con 11 especies (Tablas 1 y 2). La especie que contribuyó con una mayor captura fue el urocordado *Pyrosoma* sp. (1230,3 kg) que representó el 66,8%, seguido por el pez *Vinciguerria lucetia* (248,8 kg) con 13,5%, la munida *Pleuroncodes monodon* (111,1 kg) con 6,0%, la anchoveta *Engraulis ringens* (109,6 kg) que representó el 6,0%, la pota *Dosidicus gigas* (41,5 kg) con 2,3%, el cefalópodo

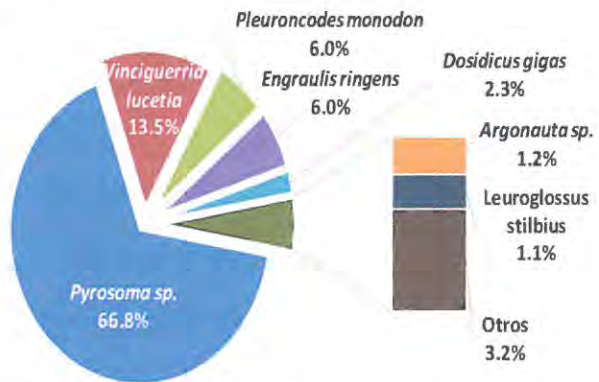


Figura 49. Composición por especies de la captura total obtenida en arrastres de media agua de las zonas norte, centro y sur, durante el Cr. de Investigación del calamar gigante Cr. 1812-1901 BIC's. “José Olaya Balandra” y “Humboldt”.

(41,5 kg) con 2,3%, el cefalópodo *Argonauta* sp. (21,5 kg) con 1,2% y el esperlán *Leuroglossus stilbius* (19,9 kg) con 1,1 %. Las demás especies en conjunto sólo contribuyeron en 3,2% de la captura total (Figura 49).

Capturas por zonas

La mayor captura se obtuvo en la zona norte (875,2 kg) representando un 47,5% del total, seguido por la zona centro (729,6 kg) con 39,6%. Finalmente, la zona sur representó la menor contribución a la captura total (235,9 kg) con un 12,8% (Tablas 7a, 7b).



TABLA 7 a. Capturas de peces e invertebrados registrados por zonas en los lances con red de arrastre de media agua, durante el Crucero de Investigación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) Cr. 1812-1901.

GRUPO TAXONÓMICO	Especie	Norte	Centro	Sur
ARTHROPODA	Hipperida n.d.	0	0	0.0004
	Caridea n.d.	0.0006	0	0
	Decapoda n.d.	0	0	0.0044
	Euphausia sp.	4.1425	5.4979	0.11
	Galatheida n.d.1	0	0.0018	0
	Galatheida n.d.2	0	0.0015	0
	<i>Haliporoides diomedae</i>	0.009	0	0
	<i>Oxycephalus</i> sp.	0	0	0.0006
	<i>Pleuroncodes monodon</i>	0	0.0282	110.93
	<i>Rhabdosoma</i> sp.	0	0	0.0001
	Squillidae n.d.	0.084	0.0002	0
CHORDATA	<i>Argyropelecus lychnus</i>	0.004	0.0003	0.0012
	<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	0	0.0665	0
	Blennidae n.d.	0	0	0.0023
	<i>Cheylopogon heterurus</i>	0	0.6143	0
	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	0.018	0.9248	1.8488
	<i>Cyclopsetta</i> sp.	0.0026	0	0
	<i>Desmodesma</i> sp.	0	0.0129	0.0138
	<i>Diogenichthys laternatus</i>	0	0.034	0
	Elopomorpha n.d.	0.0074	0.0051	0.0052
	<i>Engraulis ringens</i>	0	0.2203	109.4249
	<i>Exocoetus volitans</i>	0.261	0	0
	<i>Hippocampus ingens</i>	0.0013	0	0
	<i>Hirundichthys rondeletti</i>	0	0.1444	0
	<i>Hygophum</i> sp.	0.0095	0	0.0123
	<i>Lampanyctus idostigma</i>	0.0439	0	0
	<i>Lampanyctus omostigma</i>	0	0.006	0
	<i>Leuroglossus</i> sp.	0	0.0068	0
	<i>Leuroglossus stilbius</i>	0.0174	19.8427	0
	Lophiidae n.d.	0.0013	0	0
	Myctophidae n.d.1	0	0	0.0091
	Myctophidae n.d.2	0	0	0.0005
	<i>Myctophum aurolaternatum</i>	0.114	4.1316	0.9544
	<i>Myctophum nitidulum</i>	0.0093	0	0
	<i>Myctophum</i> sp.	0.0002	0	0
	<i>Naucrates ductor</i>	0.0029	0	0.5476
	Nomeidae n.d.	0.0048	0	0
	Pleuronectiforme n.d.	0.0038	0	0
<i>Psenes sio</i>	2.3526	0.3224	0.0025	



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

TABLA 7 b. Continuación de capturas de peces e invertebrados registrados por zonas en los lances con red de arrastre de media agua, durante el Crucero de Investigación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) Cr. 1812-1901.

GRUPO TAXONÓMICO	Especie	Norte	Centro	Sur
CHORDATA	<i>Sarda chilensis</i>	0	0	0.312
	<i>Scomberesox saurus scombroides</i>	0	1.1375	0
	<i>Scopelosaurus hubbsi</i>	0.0126	0.081	0
	<i>Selene peruviana</i>	0.002	0	0
	<i>Stomias atriventer</i>	0	0.0118	0
	<i>Trachipterus sp.</i>	0.0025	0.0016	0.0004
	<i>Trachurus murphyi</i>	0	0.9181	1.2456
	<i>Triphoturus mexicanus</i>	0.0107	0	0
	<i>Vinciguerra lucetia</i>	3.1087	239.4184	6.2508
	<i>Zu cristatus</i>	0.002	0	0
Cnidaria	<i>Aequorea sp.</i>	0.0945	0.9905	0.0035
	<i>Atolla sp.</i>	3.8766	0.652	0.0202
	<i>Liriope tetraphylla</i>	0.51914	0	0
	<i>Pelagia noctiluca</i>	0	0.2446	0.246
	Siphonophora	0.785	0.0324	0
CTENOPHORA	Ctenophora n.d.	0.6119	0.1248	0.0673
MOLLUSCA	<i>Abraaliopsis affinis</i>	0.0122	1.9229	0.0382
	<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	0	0.0146	0.0006
	<i>Argonauta sp.</i>	3.3615	17.7911	0.3841
	<i>Bolitaena mycrotyla</i>	0	0.0963	0
	<i>Chiroteuthis veranyi</i>	0	0.3592	0
	<i>Cranchia scabra</i>	0	0	0.0022
	<i>Dosidicus gigas</i>	3.2532	36.9869	1.2727
	<i>Gonatus antarcticus</i>	0	0	0.0071
	<i>Leachia pacifica</i>	0.0078	0.0607	0.0023
	Loliginidae n.d.	0.0617	0	0
	<i>Lyocranchia reinardthii</i>	0.0009	0.1223	0
	<i>Onychoteuthis sp.</i>	0.0245	0.0382	0.0301
	<i>Pterotrachea sp.</i>	0	0.1588	0.9213
	<i>Pterygoteuthis sp.</i>	0	0	0.0021
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	0.0564	0	0	
UROCHORDATA	<i>lasis zonaria</i>	0	0	0.105
	<i>Pyrosoma sp.</i>	846.632	383.5821	0.0364
	<i>Ritteriella cf. picteti</i>	0	0	0.6659
	<i>Salpa fusiformis</i>	0	0	0.0037
	Salpidae n.d. 1	0	10.8916	0
	<i>Salpa spp.</i>	5.7154	0	0
	Salpidae n.d. 2	0	0	0.1082
	<i>Weelia cylindrica</i>	0	2.0981	0.3041



Zona Norte

En la Zona Norte, la composición de especies de la captura fue dominada por el urocordado *Pyrosoma* sp. (846,6 kg) representando el 96,7%, seguido de las salpas *Salpa* spp. (5,7 kg) con 0,7%, el eufausido *Euphausia* sp. (4,1 kg) con 0,5%, la medusa *Atolla* sp. (3,9 kg) con 0,4%, el cefalópodo *Argonauta* sp. (3,4 kg.) con 0,4%, la pota *Dosidicus gigas* (3,3 kg) con 0,4%, el pez *Vinciguerria lucetia* (3,1 kg.) con 0,4%. Las demás especies sólo contribuyeron en conjunto en un 0,6% de la captura total de la zona norte (Figura 50).

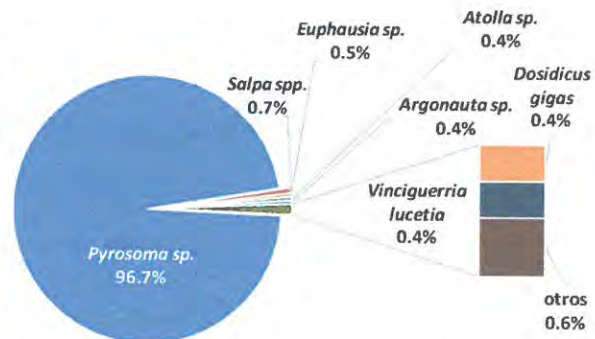


Figura 50. Composición de especies de la captura obtenida en arrastres de media agua de la zona norte

Zona Centro

El mayor porcentaje de captura fue representado por el urocordado *Pyrosoma* sp. (383,6 kg) que representó el 52,6 %, seguido del pez *Vinciguerria lucetia* (239,4 kg) con el 32,8 %, la pota *Dosidicus gigas* (37,0 kg) con 5,1%, el esperlán *Leuroglossus stilbius* (19,8 Kg) con 2,7% y el cefalópodo *Argonauta* sp. (17,8 kg) con 2,4%. Las demás especies en conjunto sólo representaron el 4,4% de la captura total de la zona (Figura 51).

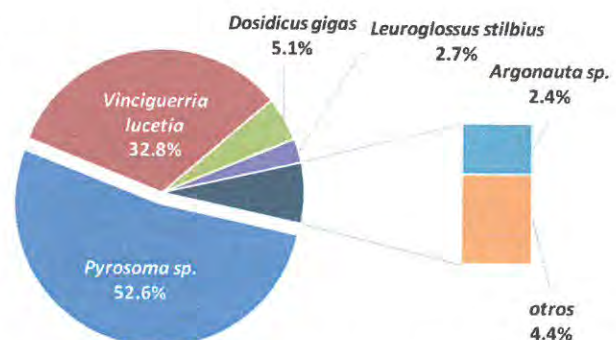


Figura 51. Composición de especies de la captura obtenida en arrastres de media agua de la zona centro

Zona Sur

La especie que presentó el mayor porcentaje de captura fue la múnida *Pleuroncodes monodon* (110,9 kg) que representó el 47,0%, seguida por la anchoveta *Engraulis ringens* (109,4 kg) con el 46,4%, el pez *Vinciguerria lucetia* (6,3 kg) con 2,7%, el pez medusa *Cubiceps pauciradiatus* (1,8 kg) con 0,8%, la pota *Dosidicus gigas* (1,3 kg) con 0,5 % y el jurel *Trachurus murphyi* (1,2 kg) con 0,5%. Las demás especies en conjunto sólo representaron el 2,1% de la captura (Figura 52).

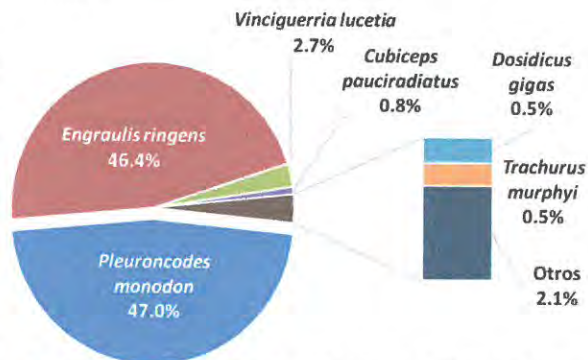


Figura 52. Composición de especies de la captura obtenida en arrastres de media agua de la zona sur

Principales índices ecológicos

Se presentan los índices ecológicos por zonas (Tabla 8). Se observó que la zona centro presentó el mayor número de especies (S=43), mientras las zonas norte y sur registraron 42 especies. Sin embargo se debe tener en cuenta que la riqueza de especies de Salpas de la zona norte podría estar subestimada ya que la identificación taxonómica no pudo ser a mayor resolución.

En la zona norte, tanto el índice de diversidad de Shannon (H') como el índice de equidad de Pielou (J') fueron los mayores, mientras el índice de Dominancia de Simpson (λ) fue menor, lo que indica una alta equidad en las especies de esta comunidad y una baja dominancia de especies. En la zona sur se registró lo contrario, debido a una mayor dominancia de algunas especies como la múnida y la anchoveta.



R. GUEVARA



Tabla 8. Índices ecológicos, riqueza de especies (S), diversidad (H'), equidad (J'), dominancia (λ , N1 y N2) obtenidos en las zonas norte, centro y sur

Zona	S	H'(loge)	Lambda	J'
Norte	42	1.205	0.424	0.3224
Centro	43	1.049	0.5017	0.279
Sur	42	0.6166	0.7423	0.165

Especies capturadas incidentalmente en las operaciones de pinta:

En la zona sur se registraron dos especies capturadas con poteras: el calamar *Todarodes filippovae* y el pez denominado "escolar de canal" *Gempylus serpens* Cuvier, 1829 (Figura 53).

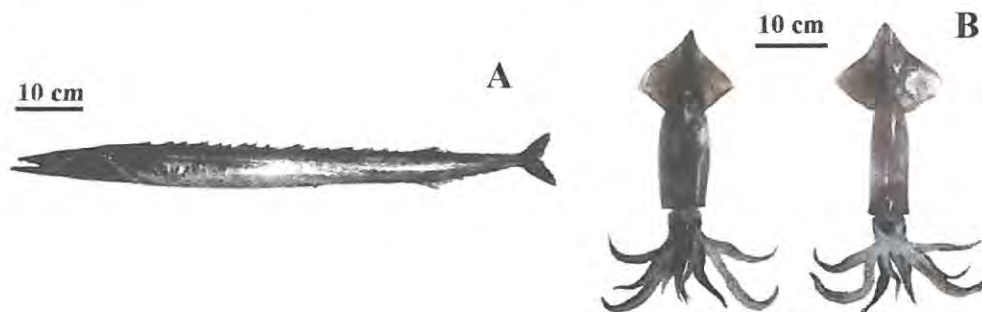


Figura 53. Especies capturadas incidentalmente en las operaciones de pinta. A) *Gempylus serpens* y B) *Todarodes filippovae*

Además, se registró al pez volador de cuatro Alas *Hirundichthys rondeletii* en la zona sur durante una operación de pinta en la cual el pez saltó a cubierta (Figura 54).



Figura 54. Pez volador de 4 Alas *Hirundichthys rondeletii*



3.8 Colecta de muestras de *D. gigas* para el análisis de la variabilidad genética poblacional

En el marco de la Organización Regional de Ordenamiento Pesquero del Pacífico Sur (OROP-PS), el Perú a través del IMARPE se ha propuesto tomar liderazgo en el estudio genético poblacional del calamar gigante, para lo cual, se ha considerado dar inicio a una serie de evaluaciones que generen información que contribuya a resolver incógnitas sobre la estructura poblacional de *D. gigas* en el mar jurisdiccional del Perú, y la asociación de su variabilidad genética con caracteres fenotípicos de importancia pesquera y ecológica.

Al respecto, el Dr. Jorge Csirke (Consultor/Asesor de IMARPE), en su Informe sobre los resultados de la 6ª reunión del Comité Científico (SC-06), recomienda: "Que el IMARPE considere seriamente la posibilidad de que su Laboratorio de Genética y Biología Molecular incorpore dentro de su programa de actividades del próximo año estudios de secuenciación del genoma del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) con miras a determinar los niveles de conectividad filogenética entre los tres grupos fenotípicos identificados y descritos por el IMARPE como posible sub-unidades poblacionales, y que se han venido observando en áreas en aguas peruanas, en niveles de abundancia y periodos de tiempo variables.



Inicialmente, el área de estudio para estos análisis podrían circunscribirse a las aguas peruanas y eventualmente a parte de la alta mar inmediatamente adyacente a las aguas peruanas, que es la única área del Pacífico sudoriental en la que con cierta alternancia se presentan y observan estos tres grupos fenotípicos” (Csirke, J. 2018).

El Plan de Crucero de Investigación del Calamar gigante (*Dosidicus gigas*) Cr. 1812-1901 a bordo de los BIC's "Jose Olaya Balandra" y "Humboldt" incorporó como objetivo específico "Comparar la variabilidad genética de *D. gigas* a lo largo de la distribución latitudinal y longitudinal en el Perú". En tal sentido, en coordinación con el Laboratorio de Genética Molecular del IMARPE se ha diseñado un Instructivo de "Colecta de tejido muscular del calamar gigante *Dosidicus gigas* para análisis moleculares" (preliminar).

Mediante la implementación de este instructivo de colecta, durante el crucero Cr.1812-1901, se consiguió colectar lo siguiente:

Zona norte : 326 unidades de muestra
 Zona centro : 144 unidades de muestra
 Zona sur : 362 unidades de muestra

De cada muestra colectada se registró la información biológica y biométrica según el formulario F05-B/IMP. Todas las muestras de tejido muscular fueron preservadas en microtubos de 1,5 mL conteniendo etanol al 96% y almacenadas a 4°C.

Además, se inició con el proceso de extracción de ADN de algunas muestras procedentes de la zona norte (n=180), divididas en tres grupos (n=60 por grupo) según la distancia de la costa (cerca de las 40 mn, cerca de las 200 mn y las presentes entre ambas). Las extracciones presentaron índices de calidad 260/280 y 260/230 adecuados (1.7-2.0) con bajos niveles de degradación de ADN.

3.9 Estimación del máximo rendimiento sostenible

Durante el 2018 se han observado cambios en la longitud media de madurez del calamar gigante, los cuales probablemente estén asociados a un cambio de régimen, lo que implica cambios en la productividad. Por ello se vienen desarrollando investigaciones sobre modelos poblacionales que representen esos regímenes. Por el momento se está utilizando la aproximación operacional de un modelo de biomasa dinámico.

Los parámetros poblacionales que resultaron del ajuste del modelo dinámico de biomasa de la pota o calamar gigante se presentan en la Tabla 9. La capacidad de carga (K) se estimó en 427,3 millones de individuos para el mar peruano. La tasa de crecimiento poblacional fue de 1,3 anual, y el máximo rendimiento sostenible (MRS) fue estimado en 141,5 millones de individuos; asimismo, la mortalidad por pesca (F) al nivel de MRS fue de 0,663 anual.

Tabla 9. Parámetros poblacionales del calamar gigante en aguas peruanas para el periodo 1999-2018

Parámetro	Valor	Coefficiente de variación (%)
K (mill ind) =	427.3	7.26
r (año ⁻¹) =	1.3	9.80
MRS (mill ind) (< 200 mn) =	141.5	11.86
MRS (mill ind) (F0.1) (< 200 mn) =	140.1	11.86
MRS (mill ind) (< 200 mn) (F 2/3)=	125.8	11.86
F (MRS) =	0.663	9.90
F (0.1) =	0.596	9.73
F (2/3) =	0.442	9.80



En la figura 55 se muestran los valores estimados de la CPUE artesanal y sus respectivos intervalos de confianza, así como los valores observados. En éstas se puede observar que el modelo logra representar en gran medida los valores de CPUE observados (figura 55, superior izquierda), mostrando una tendencia creciente de la abundancia relativa del 2002 al 2011, para posteriormente presentar del 2015 al 2018 valores entre 0,31 y 0,43 millones de individuos por viaje-día. La intensidad de la explotación medida por la mortalidad por pesca (F) ha mostrado valores entre 0,05 y 0,16 y un promedio de 0.01. Estos valores no superan el valor de referencia (FMSY), indicando una situación de subexplotación (Figura 55, superior derecha).

Los niveles poblacionales estimados muestran una tendencia creciente del 2002 al 2011, una cierta estabilización del 2012 al 2015, una disminución del 2016 al 2017 un aumento durante el 2018 respecto al 2017. Por otro lado, las biomases estimadas muestran un rápido crecimiento del 2001 al 2011, un periodo decreciente del 2011 al 2015, y una fuerte reducción durante el 2016 y 2018. Esta reducción en la biomasa se debe a cambios en el peso promedio de los individuos capturados, los cuales son menores a los registrados en años anteriores.

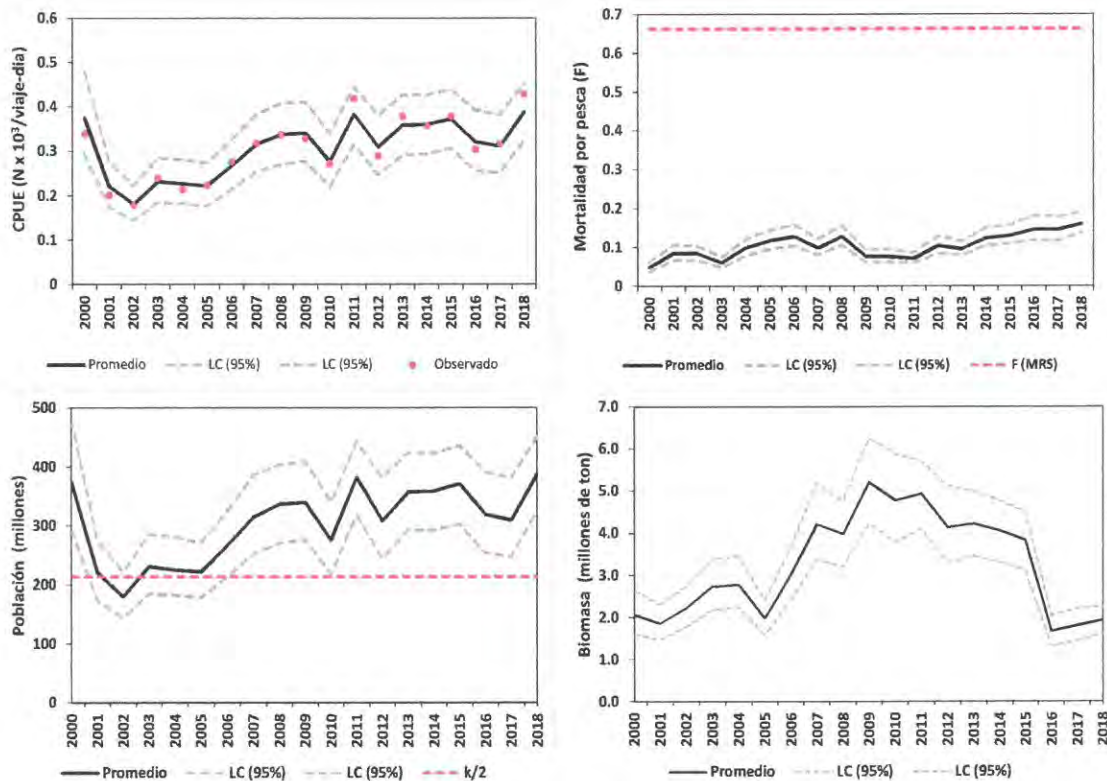


Figura 55. Valores anuales observados y estimados de la captura por unidad de esfuerzo de la flota artesanal (superior izquierda), la mortalidad por pesca (superior derecha), población (inferior izquierda) y biomasa estimada (inferior derecha). Las líneas entrecortadas representan los límites de credibilidad a los valores promedios estimados de la abundancia relativa (CPUE), mortalidad por pesca (F), población y biomases. Las líneas rojas representan los puntos de referencias objetivos.



Diagnóstico del stock y proyecciones de captura para el 2019

Para determinar el estado del stock se han considerado dos indicadores: el cociente de la relación entre la población actual y la población prístina, y el cociente de la relación entre la mortalidad por pesca actual (F) y la mortalidad por pesca a nivel de MRS (FMRS). En el primer caso, la razón es de 0,90, lo que representa que la población actual se encuentra



por encima del nivel de referencia que equivale al 50% de la población prístina (K). En el segundo caso, la razón entre la mortalidad por pesca actual y la mortalidad por pesca a nivel de MRS es 0,24, lo que señala una intensidad de pesca inferior al que puede soportar el recurso. En la Tabla 10 se observan los valores que deben adoptar estos dos indicadores para caracterizar distintos estados de explotación.

Tabla 10. Indicadores del estado de explotación del calamar gigante

Diagnóstico	Estado Actual	Subexplotado	Sobrexplotado	Óptimo
$N_{act} / (K/2)$	0,90	$> 0,5$	$< 0,5$	0,5
F_{actual} / F_{MRS}	0,24	$< 1,0$	$> 1,0$	1,0

Análisis de Riesgo

Considerando el escenario actual, se realizó un análisis de riesgo a corto plazo (figura 56) donde se expresa la probabilidad promedio de que la población se encuentre por debajo del nivel de población predecesora, considerando en general que el asumir un riesgo del 50% es lo más recomendado (Haddon, 2011).

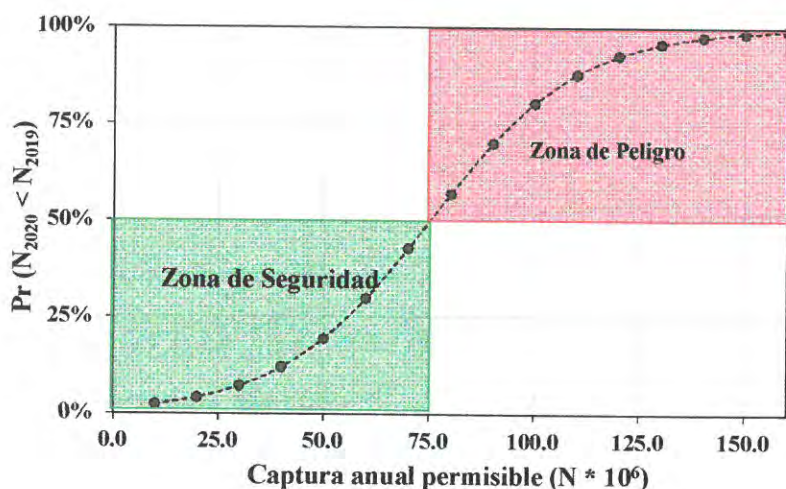


Figura 56. Análisis de riesgo para la pota *Dosidicus gigas*. El riesgo es definido como la probabilidad de reducir el tamaño poblacional por debajo del tamaño poblacional predecesor

Asimismo, en la tabla 11 se presenta el análisis de riesgo donde se consideran los niveles de captura que permiten una explotación sostenible. En este sentido, los resultados muestran que para que la población no caiga por debajo de los niveles de años anteriores, las capturas máximas sostenibles no deben superar los 75 millones de individuos.

3.10 Perspectivas de explotación

En base a la información de la pesquería del calamar gigante al 2018, se ha actualizado el modelo dinámico de biomasa de Schaefer basado en un método no jerárquico Bayesiano, que ha permitido tener estimaciones de la incertidumbre asociada a los valores de los parámetros del modelo. Mediante este modelo, se ha estimado niveles poblacionales disponibles del calamar gigante para el mar peruano, con un máximo rendimiento sostenible (MRS) de 141,5 millones de individuos, el cual debe considerarse como punto de referencia límite (Caddy y Mahon, 1995; Mace, 2000), debido a las debilidades de los supuestos que generan el cálculo del MRS. Además, teniendo en cuenta el enfoque ecosistémico, se han estimado puntos de referencia alternativos y de menor riesgo como el F0,1 y el F2/3, y los rendimientos a estos niveles de pesca (Tabla 3). Sin embargo, bajo la premisa que la población no caiga por debajo de los niveles iniciales estimados para el



2019, se ha estimado una captura que permita una explotación sostenible. Así, se ha estimado una captura en número máxima de 75 millones de individuos.

Tabla 11. Análisis de riesgo a diferentes niveles de captura y la probabilidad de que la población se encuentre por debajo de la población inicial estimada para el 2019 (N_{2019}) usando un peso corporal promedio de 5,9 kg

Nivel de Captura (t)	1 año	
	Pr ($N_{2019} < N_{2018}$)	
29650	2%	Rango de sostenibilidad
88950	3%	
148250	6%	
207550	9%	
266850	15%	
326150	24%	
385450	36%	
444750	50%	
504050	64%	
563350	76%	
622650	85%	
681950	91%	
2/3 F_{MRS} (746089 t)	95%	
770900	96%	
$F_{0.1}$ (830959 t)	98%	
MRS (839350 t)	98%	
889500	99%	
948800	99%	
1008100	100%	
1067400	100%	

Desde el inicio de la pesquería del calamar gigante en aguas peruanas se ha registrado la presencia de diferentes grupos de tamaños de madurez en las capturas. A partir del 2000, caracterizado por la presencia de anomalías térmicas negativas, principalmente se han registrado individuos de gran tamaño los cuales permitieron un rendimiento cercano a las 500 mil toneladas anuales. Sin embargo, durante los últimos años, los tamaños corporales en las capturas han presentado una disminución indicando cambios temporales en la talla de madurez, el peso medio del calamar en las capturas y por ende un menor rendimiento.

Para las proyecciones de pesca para el 2019, se supone una dominancia y persistencia de calamares de tamaño mediano de madurez (peso medio = 5.9 kg). Bajo este supuesto, y teniendo en cuenta que la captura máxima en número es de 75 millones de individuos, los niveles de pesca para el 2019 no deben superar las 450 mil toneladas.

4. Conclusiones

A nivel de superficie predominaron condiciones térmicas y halinas que correspondieron a una aproximación de Aguas Subtropicales Superficiales – ASS hacia áreas costeras de las zonas centro y sur, generando en el sistema condiciones térmicas ligeramente cálidas, con anomalía hialinas positivas, mientras que en la zona norte se observó influencia de las Aguas Ecuatoriales Superficiales – AES, generando también condiciones cálidas, pero con características halinas de anomalía negativa.

A nivel de sub-superficie, el efecto más notable ocurrió en la zona norte con isotermas de 15°C e iso-halinas de 35,0 ups que se profundizaron hacia la costa, acompañadas de concentraciones altas (mayor a 1 mL.L⁻¹) de oxígeno disuelto encima de los 150 m de profundidad hasta la zona de Chimbote. Frente a la costa sur, si bien se observó un afloramiento activo principalmente en la zona de Atico, en la capa subsuperficial cercana a la costa se detectaron anomalías positivas de temperatura entre los 100 y 400 m, indicando el efecto de la onda Kelvin cálida con intensificación de la Corriente Subsuperficial Perú-Chile – CSPCh, mientras que a mayor distancia se evidenció la presencia de núcleos de



baja salinidad entre los 100 y 200 m, asociados a Aguas Intermedias del Pacífico Sudeste - AIPSE.

El calamar gigante presentó una distribución amplia en el área evaluada, en agregaciones dispersas y muy dispersas desde las 20 a 200 mn de distancia a la costa, con mayores concentraciones fuera de 170 mn frente a Paita y Pta. La Negra, y a 140 mn frente a Atico, Los valores ecointegrados del recurso de las zonas norte y sur se determinaron entre 0,002 a 782,11 m²/mn², lo que refleja su baja reflectividad acústica. Verticalmente, la distribución del recurso cubrió profundidades de 2 a 440 m, con una media de 139 m, encontrándose hasta los 100 m durante la noche, y profundizándose durante el día.

En el análisis latitudinal, los mayores valores de CPUE fueron localizados en la zona norte tendiendo a disminuir hacia la zona sur (Figura 57a), situación que se vio reflejada también en la pesquería del recurso durante el 2017 y 2018 (Figura 57b); sin embargo, en el 2015 y 2016 se evidenciaron valores de CPUE ligeramente mayores en la zona sur, debido a que El Niño 2015-2016, de intensidad fuerte, afectó principalmente la zona norte en donde regularmente se concentra el 88% de las capturas del recurso, y esto ocasionó una disminución paulatina de los desembarques, con mayor intensidad entre junio de 2015 y febrero de 2016.

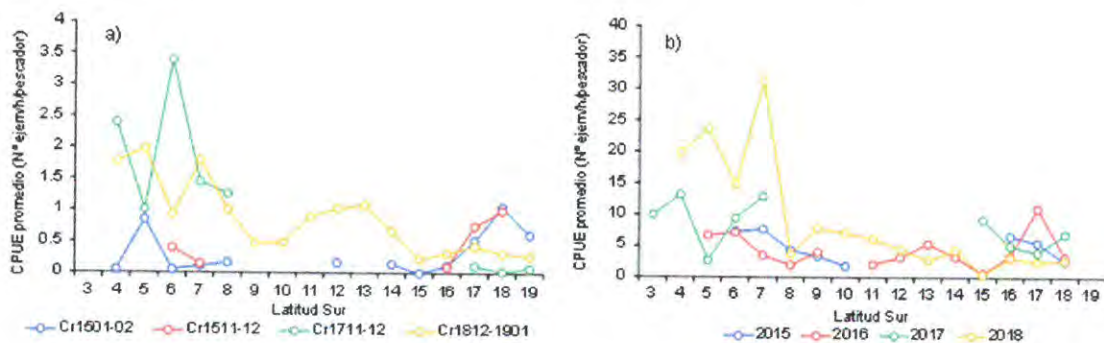


Figura 57. Variación latitudinal de la CPUE promedio (N° ejemplares/h/pescador) durante los cruceros de investigación del calamar gigante (a) y de la flota artesanal (b)

De otro lado, por distancia a la costa, en el presente crucero se observaron mayores índices de abundancia de pota fuera de las 100 mn, en donde las condiciones oceanográficas estuvieron caracterizadas por la presencia de aguas de mezcla de ACF y ASS (Figura 58a). El acercamiento de las ASS en los meses de enero y febrero de 2019, propio de la estación y como consecuencia del evento El Niño, ha favorecido la mayor presencia de pota dentro de las 100 mn y su accesibilidad a la flota pesquera artesanal (Figura 58b), lo que permitiría esperar que, en los próximos meses, se mantenga la permanencia del recurso frente a la costa peruana. El Índice Costero El Niño (ICEN) de enero y el ICEN temporal de febrero

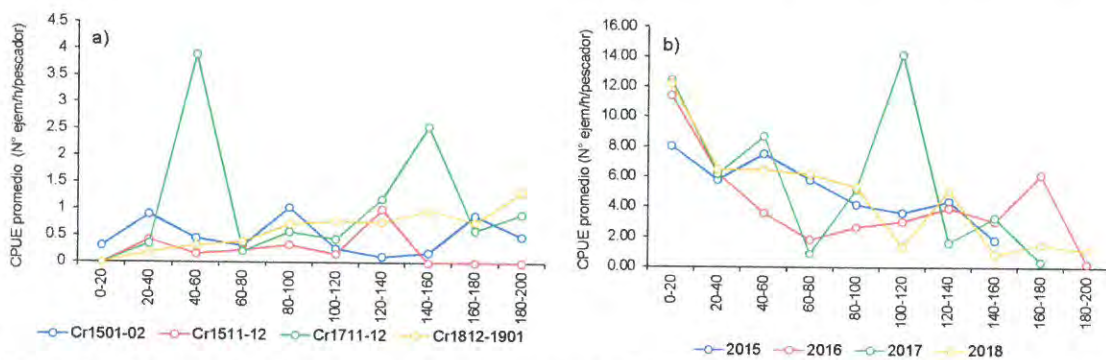


Figura 58. Variación de la CPUE promedio (N°/ejem/h/pescador) por distancia a la costa, durante los cruceros de investigación de calamar gigante (a) y de la flota potera artesanal (b).



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIATEGUI

(e)

continúan indicando condiciones cálidas débiles frente a la costa peruana (Comunicado Oficial ENFEN N° 06-2019).

En relación a la estructura de tallas del calamar gigante en el presente crucero se observó la predominancia de ejemplares de tamaño pequeño y mediano, similares a los registrados desde 1989 hasta el 2000, año a partir del cual se evidenció el cambio en las características fenotípicas en cuanto a tallas, con la presencia de ejemplares de mayor tamaño que alcanzaban la madurez a estas tallas (Csirke et al., 2018; Arguelles & Taipe, 2018).

La actividad reproductiva del calamar gigante mostró un importante grupo de ejemplares en estadio inmaduro, así como una significativa presencia de ejemplares maduros de tallas medianas, lo que permitiría garantizar procesos de reclutamiento similares a los observados en los últimos años, siempre y cuando se mantengan condiciones ambientales favorables en las que no ocurran cambios drásticos de intensidad fuerte o extraordinaria.

Los cambios ambientales de mediano plazo ocurridos durante los últimos años, que se manifiestan en un posible cambio de régimen indicado por el Índice de Oscilación Peruano, puede haber influido en variaciones en la capacidad de carga o en la productividad del sistema, manifestándose en el predominio de ejemplares de maduración a tallas menores. Ello se ha reflejado en una menor captura por unidad de esfuerzo, lo cual asociado a condiciones climáticas variables en los últimos meses, se ha manifestado en una mayor dispersión del recurso hacia aguas oceánicas, las cuales son menos accesibles a la flota artesanal potera peruana. En este sentido, la menor disponibilidad de pota se explica fundamentalmente por la fuerte variación del ambiente.

En el contexto de la pesquería artesanal de pota, se registró un desembarque total de 316,000 toneladas para el año 2018 (Produce: datos preliminares), con un mayor valor en junio de 59,000 t que fue declinando hasta 6,000 t en diciembre, lo cual se explica por la dispersión del recurso en este periodo caracterizado por un incremento de anomalías positivas hacia finales de año. Esta situación ha venido observándose desde el 2016 asociado a los impactos de los eventos El Niño 2015-16 y El Niño Costero 2017 (Figura 59); así como a la apertura de la temporada de pesca de perico (octubre-marzo) y a los altos desembarques de bonito, que determinaron que parte de la flota potera se orientara a la captura de estos recursos.



R. GUEVARA



G. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI (S)

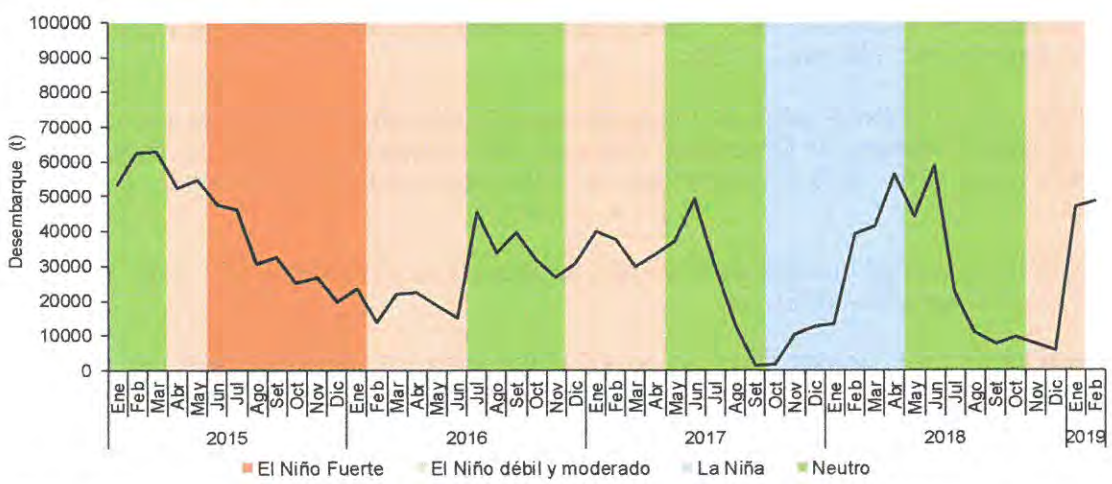


Figura 59. Desembarques del calamar gigante de la flota potera artesanal en el periodo 2015 - febrero 2019.

En conclusión, una de las principales causales del cambio en la disponibilidad del recurso es la alta variabilidad ambiental que caracteriza al mar peruano, la cual tiene un fuerte efecto sobre la distribución, concentración y disponibilidad del calamar gigante. En tal

sentido, las proyecciones de pesca para el manejo pesquero, podrán cumplirse en la medida que las condiciones ambientales evolucionen de manera favorable para las operaciones de pesca, lo que representaría una mejora en la disponibilidad del recurso en los caladeros convencionales.

5. Recomendación

Bajo el supuesto de que en las actuales condiciones ambientales existe una dominancia y persistencia del calamar gigante de tamaño mediano de madurez, y teniendo en cuenta que la captura máxima en número es de 75 millones de individuos, se recomienda que los niveles de pesca para el 2019 no superen las 450 mil toneladas.

6. Referencias bibliográficas

ARGÜELLES J, TAPE A. 2018. Variabilidad espacio temporal de la estructura por tallas de *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) en aguas peruanas entre 1958 y 2015. Bol Inst Mar Perú. 33(2):167-174.

ARGUELLES J, TAFUR R. 2010. New insight on the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Northern Humboldt Current System: Size at maturity, somatic and reproductive investment. Fish Res 106: 185-192

ARKHIPKIN A, ARGUELLES J, SHCHERBICH Z, YAMASHIRO C. 2015. Ambient temperature influences adult size and life span in jumbo squid (*Dosidicus gigas*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 72:400-409.

BEKKER, V.E. 1983. Myctophids of the world ocean. Nauka Press, Press, Moscow (in Russian)

BEN-YAMI, M.; PICHOVICH, A. 1990. La atracción de peces con luz. Roma, IT Serie , Capacitación. FAO.1990.no. 14,72 p

CARRIT, D.E., CARPENTER, J.H., 1966. Recommendation procedure for Winkler analyses of sea water for dissolved oxygen. J. Mar. Res., 24, 313-318.

CASTILLO, R. AND A. GONZALES. 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. Inst. Mar Peru. IMARPE.

CHIRICHIGNO. N. Y L. VELEZ. 1998. Clave para identificar los peces Marinos del Perú (2da. Edición) Publ. Especial Inst. Mar Perú. 502 pp.

CSIRKE, J. 2018. Informe sobre los resultados de la 6a reunión del Comité Científico (SC-06) de la Organización Regional de Ordenación Pesquera del Pacífico Sur (OROP-PS), llevada a cabo en Puerto Varas, Chile, del 9 al 14 de setiembre 2018. Informe al IMARPE del 18 de octubre de 2018: 106p

FAO. 2015. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2015. Roma. 226 págs. (disponible en <http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>)

FISHER W, KRUPP F, SCHNEIDER W, SOMMER C, CARPENTER K.E, NIEM V.H. FAO; Rome: 1995. Guia FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacifico centro-oriental.

HADDON M. 2011. Modelling and quantitative methods infisheries. Second edition. USA: Chapman & hall/CRC.

HOLM-HANSEN, O, LORENZEN C.J., HOLMES, R.W. AND STRICKLAND, J.D.H. 1965. Fluometric determination of chlorophyll. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 30 N°1 (3-15) Copenhague, Décembre 1965



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

INDACOCHEA, A., PAREDES, F., ROMERO, M., CARBAJAL, P., GÓMEZ, C. KAMEYA A. 2007. Protocolo – IMARPE: Colecta y conservación de peces, invertebrados y algas marinas bentónicas para su identificación 2013. Informe Interno-IMARPE.

IMARPE, 2017. Curso de capacitación: Técnico científico de investigación (TCI). 213 pp (Inédito).

JEREB, P., ROPER, C.F.E. (Eds.), 2010. Cephalopods of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Cephalopod Species Known to Date. Vol 2. Myopsid and Oegopsid Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, Vol. 2. FAO, Rome, No. 4.

MACLENNAN, D.N., FERNANDES, P.G., DALEN, J., 2002. A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics. ICES Journal of Marine Science 59, 365–369.

MEYER R., MILLAR R.B. 1999. BUGS IN BAYESIAN STOCK ASSESSMENT. CAN J FISH AQUAT SCI. 56:1078-1087

NESIS K. 1982. Cephalopods of the world ocean. "Legkaya I pishchevaia promishlennost".

NIGMATULLIN CH.M., NESIS K., ARKHIPKIN A. 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). Fish Res 54:9-19.

PLUMMER M. 2003. JAGS: A program for analysis of Bayesian graphical models using Gibbs sampling. Proceedings of the 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing. Vienna, Austria.

PRODUCE. 2015. Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2015

SIMMONDS J. & MACLENNAN D. 2005. Fisheries Acoustics. Theory and practices 2nd Ed. Chapman & Hall: 325 p.

SCHAEFER M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. Bull Math Biol. 53:253-279

STRICKLAND, J. D. H., AND T. R. PARSONS. 1968. Determination of reactive nitrate, p. 71-76. In A practical handbook of seawater analysis. Fish. Res. Board Canada. Bull. no. 167.

TAFUR JIMÉNEZ, RICARDO; MARIÁTEGUI ROSALES, LUIS; CONDORI CONDORI, WALTER; BUITRÓN DÍAZ, BETSY. 2016. Protocolo para muestreo biológico y biométrico de cefalópodos. Informe IMARPE 43(4), p.375-401.

Anexo

Personal Científico participante en el Crucero de Investigación del Calamar gigante Cr. 1812-1901.

Callao, abril 2019



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)

Anexo

Personal Científico participante en el Crucero de Investigación del Calamar gigante Cr.1812-1901

BIC "JOSÉ OLAYA BALANDRA" ZONA NORTE

1. Dr. Luis Mariátegui Rosales..... Jefe de Crucero (Responsable General)
2. Blga. María Nelly Sanjinez Alvites..... Jefe Grupo Invertebrados Marinos
3. Blgo. Elky Torres Silva
4. Blgo. Braulio Napoleón Díaz Solano
5. Téc. Salomón Limachi Puca
6. Blgo. Aldo José Rodríguez Flores..... Jefe Grupo de Pelágicos
7. Ing. Gustavo Renato Cuadros Caballero..... Jefe Grupo Pesca
8. Téc. Jairo Rafael Calderón Martell
9. Téc. Armando Fiestas Llenque
10. Ing. Enrique Gustavo Tello Alejandro..... Jefe Grupo Oceanografía
11. Téc. Miguel Ángel Sarmiento Díaz

BIC "JOSÉ OLAYA BALANDRA" ZONA SUR

1. Dr. Luis Mariátegui Rosales..... Jefe de Crucero (Responsable General)
2. Blga. María Nelly Sanjinez Alvites..... Jefe Grupo Invertebrados Marinos
3. Blgo. Ricardo Tafur Jiménez
4. Blga. Ericka Marilyn Espinoza López
5. Blga. Jimena Mercedes Mendoza Samamé
6. Téc. Salomón Limachi Puca
7. Ing. Juan José Chambilla Llanos..... Jefe Grupo de Pelágicos
8. Blgo. Aldo José Rodríguez Flores
9. Blgo. José Antonio Santamaría Espinoza
10. Ing. Gustavo Renato Cuadros Caballero..... Jefe Grupo Pesca
11. Ing. Tomás Walter Castañeda Cóndor
12. Téc. Jairo Rafael Calderón Martell
13. Téc. Armando Fiestas Llenque
14. Ing. Daniel Quispe Ramos..... Jefe Grupo Oceanografía
15. Blgo. David Jesús Torres Negreiros
16. Téc. Miguel Ángel Sarmiento Díaz

BIC "HUMBOLDT" ZONA CENTRO

1. Blgo. Ricardo Tafur Jiménez..... Jefe de Crucero
2. Blgo. Juan José Chambilla Llanos..... Jefe Grupo Invertebrados Marinos
3. Ing. Tycho Rafael Huamán Quispe
4. Blgo. Pedro Miguel Berrú Paz
5. Blgo. David Omar Castillo Cruz
6. Ing. Javier Benigno Villanueva Medina..... Jefe Grupo de Pelágicos
7. Ing. Oswaldo Miguel Flores Huamán..... Jefe Grupo Pesca
8. Ing. David Vargas Mariluz
9. Ing. Tomás Walter Castañeda Cóndor
10. Téc. Néstor Artemio Saavedra Correa
11. Ing. Luis Manuel Beltrán Balarezo..... Jefe Grupo Oceanografía
12. Fis. Cristhian José Asto Córdova



R. GUEVARA



G. YAMASHIRO



L. MARIÁTEGUI
(e)