



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 43, Número 1



Enero - Marzo 2016
Callao, Perú

INFORME IMARPE ISSN 0378-7702
Inf Inst Mar Perú Vol 43 N° 1, Enero - Marzo 2016



PORTADA: Embarcaciones marisqueras artesanales
Ilo- Moquegua

Foto: **Blgo. ALEX TEJADA CÁCERES**. IMARPE Ilo

© 2016 Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

Esquina Gamarra y General Valle s/n

Casilla postal 22. Callao, Perú

Teléfono 208 8650

Fax: 429.9811

C. electrónico: imarpe@imarpe.gob.pe

Consejo Directivo IMARPE 2016

PRESIDENTE

CALM, AP (r) GERMÁN A. VÁSQUEZ SOLÍS T.

DIRECTOR EJECUTIVO CIENTÍFICO

Ms Sc CARLA PATRICIA AGUILAR SAMANAMUD

Comité Editorial

COORDINADORA

BLGA. EMIRA ANTONIETTI VILLALOBOS

EDITORIA

VIOLETA VALDIVIESO MILLA

Co-EDITOR

JUAN JOSÉ VÉLEZ DIÉGUEZ

DIAGRAMACIÓN

ARTURO SANDOVAL NAVARRO

Indizada en Aquatic Science Fisheries Abstracts (ASFA)

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-04965

Reservados todos los derechos de reproducción, publicación

total o parcial, los de traducción y de la página Web.

Tiraje: 300 ejemplares

Terminado de imprimir: 2016

Distribución: canje, suscripción o compra

Impreso en: IAKOB Comunicadores y Editores SAC

Calle Los Talladores 474 - Ate

Telf. 364-8038 / 369-5019

La información estadística, los mapas, figuras, términos y designaciones empleados en esta publicación científica son referenciales, no tienen valor oficial, y son de completa responsabilidad de los autores.

BIOMASA Y DISTRIBUCIÓN DEL CALAMAR GIGANTE (*Dosidicus gigas*) EN EL MAR PERUANO APLICANDO EL MÉTODO HIDROACÚSTICO: 1999 - VERANO 2015

BIOMASS AND DISTRIBUTION GIANT SQUID (*Dosidicus gigas*) IN THE PERUVIAN SEA APPLYING THE HYDROACOUSTIC METHOD: 1999 - SUMMER 2015

Oswaldo Flores¹

Marceliano Segura

Aníbal Aliaga

RESUMEN

FLORES O, SEGURA M, ALIAGA A. 2016. Biomasa y distribución del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el mar peruano aplicando el método hidroacústico: 1999 - verano 2015. *Inf Inst Mar Perú*. 43(1): 5-10.- La biomasa y distribución espacial del calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*) estimada mediante el método hidroacústico fue variable entre 1999 y 2015. La biomasa promedio en las estaciones de verano fluctuó entre 500.000 y 800.000 toneladas (t) a excepción del 2004 y 2005 cuando se estimaron las mayores abundancias con 1,7 millones de t y 1,6 millones de t, respectivamente. Las menores abundancias en verano, correspondieron a los años 2000, 2013 y 2014 con alrededor de 100.000 t. Durante la primavera, las mayores abundancias se registraron en el 2001 (863.000 t) y 2002 (879.000 t). En invierno, las biomásas fluctuaron entre 4.000 t (2010) y 560.000 t (2001). La variabilidad de la distribución espacial de la pota estuvo asociada a parámetros oceanográficos, influenciada principalmente por el frente oceánico y las masas de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS); así como a isotermas de 18 °C a 25 °C e isohalinas de 34,8 ups a 35,5 ups.

PALABRAS CLAVE: Calamar gigante, *Dosidicus gigas*, método hidroacústico

ABSTRACT

FLORES O, SEGURA M, ALIAGA A. 2016. Biomass and distribution giant squid (*Dosidicus gigas*) in the Peruvian sea applying the hydroacoustic method: 1999 - Summer 2015. *Inf Inst Mar Perú*. 43(1): 5-10.-Biomass and spatial distribution of giant squid or jumbo squid (*Dosidicus gigas*) was estimated using hydroacoustic method and shown variability between 1999 and 2015. The average biomass in the summer fluctuated between 500,000 and 800,000 tons (t), with the exception in 2004 and 2005 when the highest abundances were estimated in 1.7 million t and 1.6 million t, respectively. The lower abundances in summer, corresponded to the years 2000, 2013 and 2014 with around 100,000 t. During the spring, the highest abundances were recorded in 2001 (863 thousand tons) and 2002 (879 thousand tons). In winter, the biomass fluctuated between 4,000 t (2010) and 560,000 t (2001). The variability of the spatial distribution of jumbo squid was associated to oceanographic parameters, influenced mainly by the ocean front and Subtropical Surface Waters masses (SSW); beside with sea surface temperature between 18 °C to 25 °C and isohalines 34.8 ups to 35.5 ups.

KEYWORDS: Giant squid, *Dosidicus gigas*, hydroacoustic method

1. INTRODUCCIÓN

La pota o calamar gigante (*Dosidicus gigas*) es uno de los cefalópodos de mayor tamaño y abundancia en los ambientes pelágicos-oceánicos. Su distribución es amplia en las aguas del Pacífico Oriental, entre 35°N y 55°S (ROPER et al. 1984). La densidad poblacional de este recurso parece estar relacionado a las zonas de afloramiento y alta productividad, en donde depredan pequeñas especies pelágicas (EHRHARDT et al. 1983, KREUSER 1984, ROPER et al 1984). Sus principales zonas de abundancia se encuentran en la zona norte-centro de Perú y el Golfo de California (ANDERSON y RODHOUSE 2001, ARGUELLES et al. 2001, MARKAIDA y SOSA-NISHIZAKI 2003, NIGMATULLIN et al. 2001), dichas áreas sustentan la mayor pesquería de cefalópodos en el Océano Pacífico.

Esta especie habita en ambientes caracterizados por su gran variedad de regímenes oceanográficos

(ANDERSON y RODHOUSE 2001) tanto en el dominio oceánico como el costero, tropical y en aguas templadas. El rápido crecimiento y corto ciclo de vida que presentan muchas especies de calamares, sugiere que los patrones de distribución y abundancia pueden ser sensibles a cambios en las condiciones ambientales (BAZZINO 2001), según CADDY (1983) las variaciones en las condiciones oceanográficas afectarían significativamente la abundancia de las especies de presas de los calamares, en especial los ciclos de producción del zooplancton (principal alimento de los calamares juveniles). De esta forma, la variabilidad oceanográfica tendría consecuencias directas sobre el reclutamiento (BAZZINO 2001). Dependiendo de la profundidad, el calamar gigante o pota se distribuye en rangos de temperatura de 16 °C a 30 °C (EHRHARDT et al. 1983), mientras que su captura se realiza cuando las temperaturas superficiales oscilan entre 17 °C y 29 °C (LEAL-OCAMPO 1994).

¹ Área de Hidroacústica. IMARPE. oflores@imarpe.gob.pe

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La cobertura espacial de los cruceros de evaluación realizados entre 1999-2015, comprendió desde el extremo norte al extremo sur del dominio marítimo peruano (03°30'S-18°30'S), el diseño de muestreo (JOHANNESSON et al. 1977, MACLENNAN y SIMMONDS 1992) fue sistemático paralelo con transectos perpendiculares a la costa, separados entre sí de 12 a 17 mn. Para la colección de datos acústicos se utilizaron ecosondas científicas SIMRAD modelo EK500 y EK60, con transductores de las frecuencias de 38, 120 y 200 kHz, el programa de post-procesamiento fue Echoview.

Previo al inicio de cada exploración, se calibró el sistema hidroacústico para determinar la constante del instrumento (C_i). A partir de 1992, se empezó a calibrar con blanco estándar utilizando esferas de cobre de 23 mm (120 kHz), 60 mm (38 kHz) y 13,7 mm (200 kHz) (FOOTE et al. 1987, SIMRAD 1991, 2003). Asimismo, cuando en la evaluación se cuenta con más de una embarcación, se intercalibran para estandarizar las mediciones de los sistemas acústicos, las embarcaciones navegan en forma paralela y próximas entre sí, ecointegrando simultáneamente.

Los estimados de biomasa para el periodo 1999 al verano 2015, fueron reajustadas a una sola relación fuerza de blanco/longitud:

$$TS = 20 \log L - 70,8 \text{ dB, para la frecuencia de 38 kHz (FOOTE, 1987)}$$

Donde:

- TS = Fuerza de blanco a target strength.
- L = Longitud o talla de la pota (cm).
- dB = decibeles (unidad de medida de la fuerza de blanco o TS)

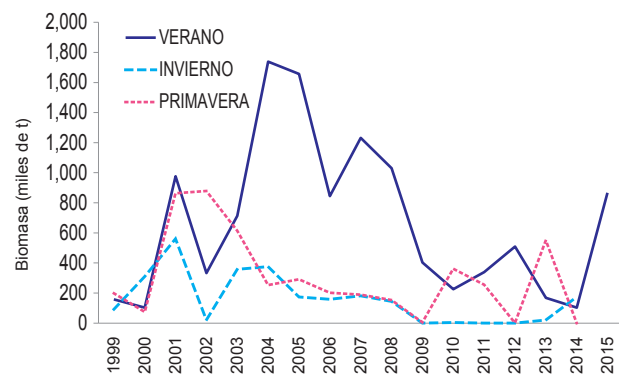


Figura 1.- Biomasa acústica de pota (*Dosidicus gigas*) por estaciones. 1999-2015

3. RESULTADOS

BIOMASA

La biomasa de pota desde 1999 hasta el verano 2015, ha presentado fluctuaciones significativas de acuerdo a los cambios estacionales.

En los cruceros de verano, se observaron tres escenarios bien definidos: *i*) periodo anterior al 2002, cuando las estimaciones fueron principalmente inferiores a 500 mil t; *ii*) periodo del 2003 al 2008, con notables incrementos de abundancias que superaron las 800 mil t; cabe destacar que las mayores biomásas se estimaron en los veranos del 2004 (1,7 millones de t), 2005 (1,6 millones de t) y 2007 (1,2 millones de t), *iii*) en los años posteriores al 2008, las biomásas decayeron y no superaron las 800 mil t.

En invierno, los estimados de biomasa de pota decayeron notablemente; si bien en el 2001 (560 mil t) las abundancias fueron relativamente importantes, los estimados en general no superaron las 300 mil t.

En primavera también se presentaron fluctuaciones significativas. Las abundancias entre 1999 y 2000 no superaron las 200 mil t; sin embargo, estas biomásas se incrementaron entre el 2001 y 2003, alcanzando el promedio de 780 mil t. Posteriormente, entre 2004 y 2009 las abundancias disminuyeron, alcanzando valores inferiores a 300 mil t. Esta variabilidad persistió entre 2010-2013, con biomásas que fluctuaron entre 1.170 t y 550 mil t (Fig. 1).

EXTENSIÓN DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

Durante las estaciones de verano, entre los años 1999 y 2008, la pota mostró amplia área de distribución. La extensión máxima fue en los veranos del 2001 con 51.850 y 2005 con 37.487 mn²,

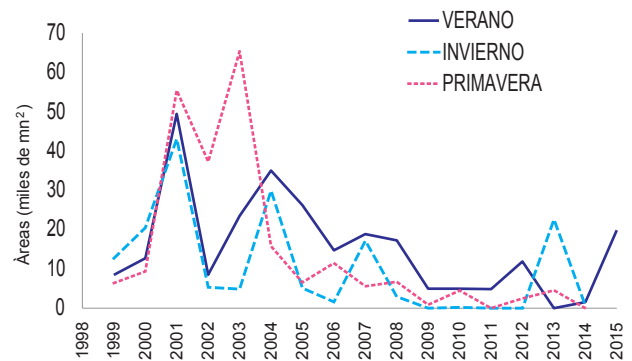


Figura 2.- Área de distribución de la pota (*Dosidicus gigas*) por estaciones. 1999 - 2015

cuando predominaron condiciones entre normales y cálidas. Entre 2009 y 2014, el área disminuyó, alcanzando en promedio 7.500 mn². En el verano 2015, el área de distribución de la pota fue 22.666 mn², incrementándose tres veces al promedio obtenido en los últimos cinco años.

En los inviernos comprendidos entre 1999-2014, la extensión del área de distribución de la pota ha sido muy fluctuante, es probable que estas fluctuaciones hayan estado relacionadas con la intromisión o alejamiento de las Aguas Subtropicales Superficiales.

En la primavera, entre 1999 y 2004, la pota ocupó extensas áreas dentro de las 100 mn de la costa, que alcanzaron valores de 55.388 mn² (2001) y 65.326 mn² (2003). Posteriormente, entre el 2005 y 2014, las áreas se restringieron hasta alcanzar valores menores a 10.000 mn² (Fig. 2).

DISTRIBUCIÓN

La distribución espacial del recurso en el periodo analizado, presentó principalmente concentraciones

de tipo dispersas y muy dispersas. Las zonas con altas densidades estuvieron entre 04°-07°S y 12°-14°S. En los veranos del 2001 al 2005, la distribución fue amplia, se encontró casi continua desde Paita hasta Mollendo, con núcleos densos frente a Paita y entre Callao-Pisco. El periodo 2006-2015, se caracterizó por la alta dispersión frente a la costa peruana, donde se detectaron pequeños parches discontinuos (Fig. 3a).

En el invierno, predominaron concentraciones dispersas en toda la costa peruana. El periodo entre 1999 y 2005, fue el de mayor abundancia, con categorías de densidad bien amplias; esta zona se extendió de Paita a San Juan y hasta las 90 mn. Los inviernos del 2006 al 2014, se caracterizaron por la ausencia de este recurso dentro de las 80 mn de costa, con concentraciones muy dispersas y discontinuas (Fig. 3b).

En la primavera entre 1999-2014 predominaron concentraciones entre dispersas y densas; durante el periodo 2001-2003, esta distribución abarcó casi toda la costa peruana. Las mayores densidades se

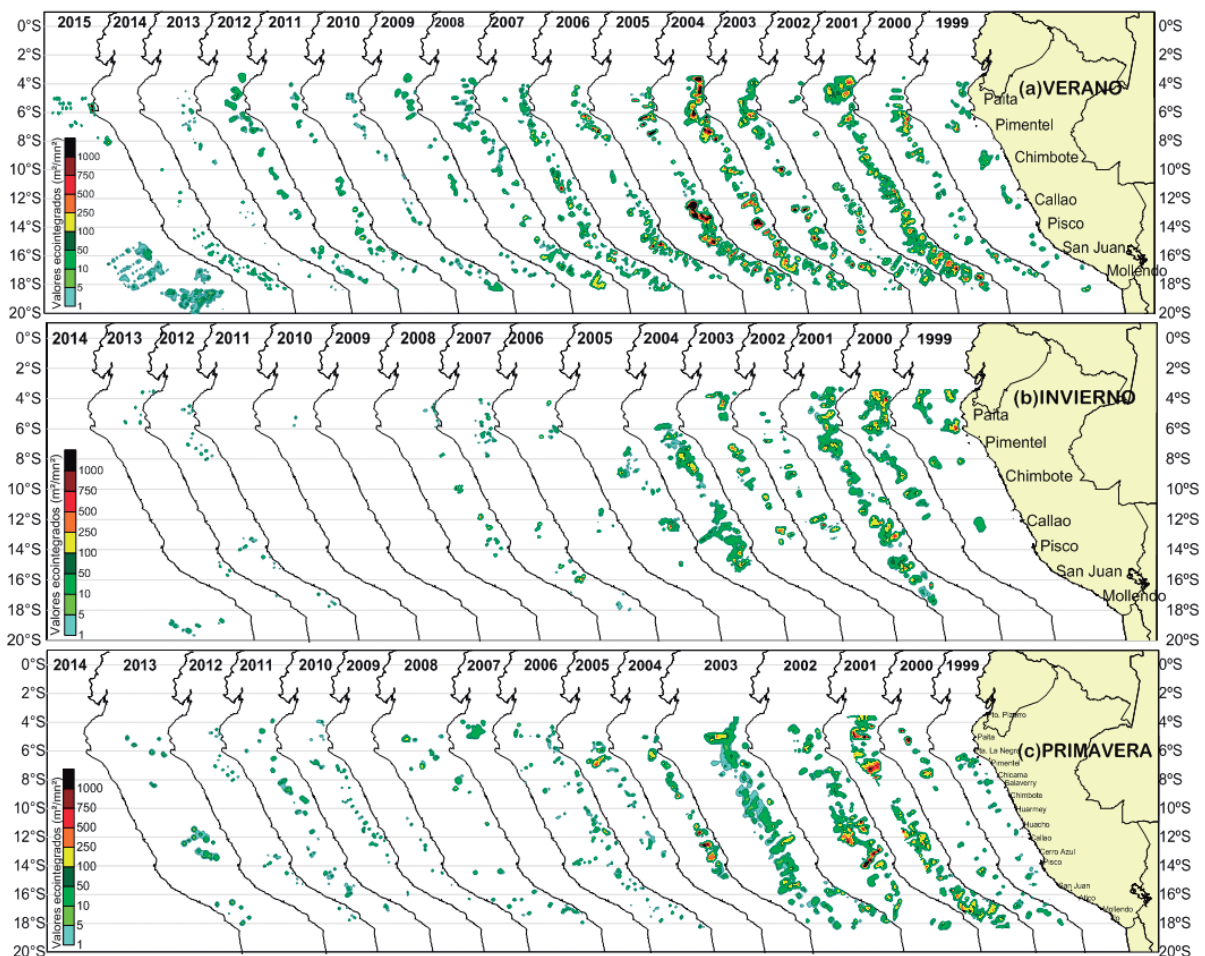


Figura 3.- Distribución de *Dosidicus gigas* en la costa del Perú por estaciones: a) verano b) invierno y c) primavera. Periodo 1999 - 2015

localizaron al norte, frente a Paita y Pimentel, y en el centro entre Callao y Pisco. Del 2005 al 2012, las áreas de distribución fueron muy dispersas con núcleos discontinuos en forma de parches (Fig. 3c).

CENTRO DE GRAVEDAD

Latitudinalmente, el centro de gravedad (CG) de distribución de la pota se localizó entre 04°S y 14°S. Durante el verano, se observó una localización con tendencia hacia el sur, que abarca entre 08°S y 15°S; en invierno y primavera se desplazó al norte, ubicándose entre los 05° y 12°S.

Según distancia a la costa, el CG ha fluctuado estacionalmente para los años 1999 a 2015. En la última década, durante el verano, el CG no sobrepasó las 50 mn de costa; cuando existe predominancia de condiciones cálidas, tiende a desplazarse hacia la costa y alcanza hasta 20-30 mn. A excepción de 1999 y 2000, el CG se ubicó más allá de las 60 mn, probablemente por el efecto de La Niña 1999-2000, en tales condiciones predominaron especies típicas de las Aguas Costeras Frías (ACF).

En las estaciones de invierno, el CG se encontró desplazado a mayor distancia de la costa, localizándose por fuera de las 60 mn. En la primavera de los años 2004, 2009, 2011 y 2012, considerados como normales, el CG se localizó entre 40 y 50 mn; en otros años y para la misma estación, se le ubicó a mayor distancia de la costa, hasta 80 mn y 110 mn (Fig. 4).

DENSIDAD RELATIVA RELACIONADA CON LA TEMPERATURA Y SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR

Los resultados de aplicar el análisis de Modelos Aditivos Generalizados (GAM) para los cruceros realizados en los veranos entre 1999 y 2015, demuestran que la distribución de la pota se asocia a un amplio rango de temperatura y salinidad superficial, que fluctúan entre 18 °C y 25 °C y desde 34,8 ups hasta 35,5 ups, estas condiciones son características de las ACF y ASS.

Los valores de eointegración con categorías de abundancia de tipo densas, se han relacionado a salinidades entre 35,0 ups y 35,1 ups; es decir, que las altas concentraciones de pota se han asociado a las masas de aguas de mezcla que se encuentran cerca de la superficie (Fig. 5).

El análisis de los valores de temperatura y salinidad demuestra que la distribución de la pota está fuertemente influenciada por la dinámica del ecosistema, y principalmente por la intromisión o alejamiento de las ASS. Los niveles de abundancia densos asociados a salinidades entre 35,0 y 35,1, indican que la pota habita preferentemente en las masas de aguas de mezcla cercanas a la superficie. Según los patrones de comportamiento observados entre 1999 y 2015, este recurso durante el verano, cuando predominan las condiciones cálidas, se encuentra más cerca de la costa, principalmente entre las 20 y 50 mn. Conforme se acentúa el enfriamiento del ecosistema marino, durante el invierno y la primavera, el área de distribución de la pota se amplía paulatinamente y en algunos casos sobrepasa las áreas de evaluación que fluctúan entre 80 y 100 mn de la costa, durante eventos fríos.

4. DISCUSIÓN

La pota ha presentado alta variabilidad en sus patrones de distribución y concentración de acuerdo a las condiciones ambientales. Latitudinalmente, la principal zona de distribución de este recurso se localizó entre los 04°-06°S y 12°-15°S; en sentido longitudinal se extiende desde 40 mn hasta 90 mn de la costa.

Cabe mencionar que la flota extranjera, (japonesa, coreana, china, etc.) dedicada a la extracción de pota, opera por fuera de las 200 mn; sin embargo, la cobertura del muestreo acústico de los cruceros de monitoreo de recursos pelágicos, diseñados para la evaluación de la anchoveta abarca principalmente

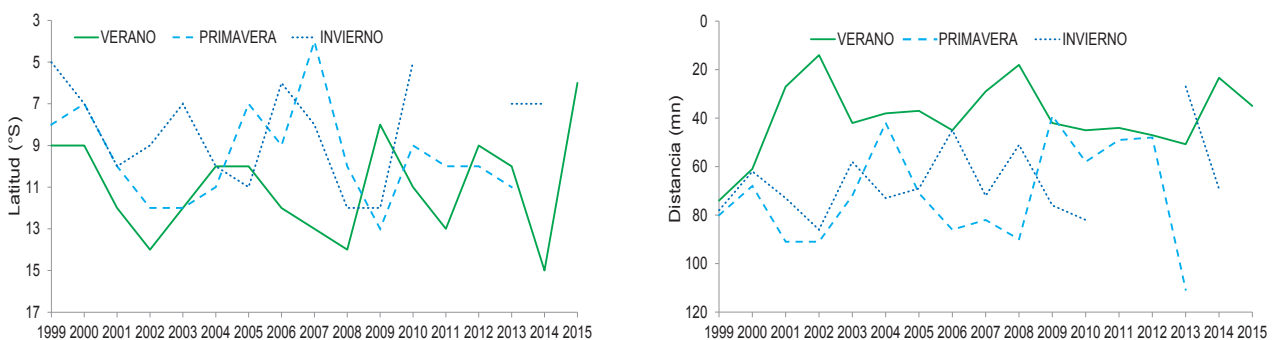


Figura 4.- Centro de Gravedad (CG) de los valores eointegrados entre 1999 y 2015

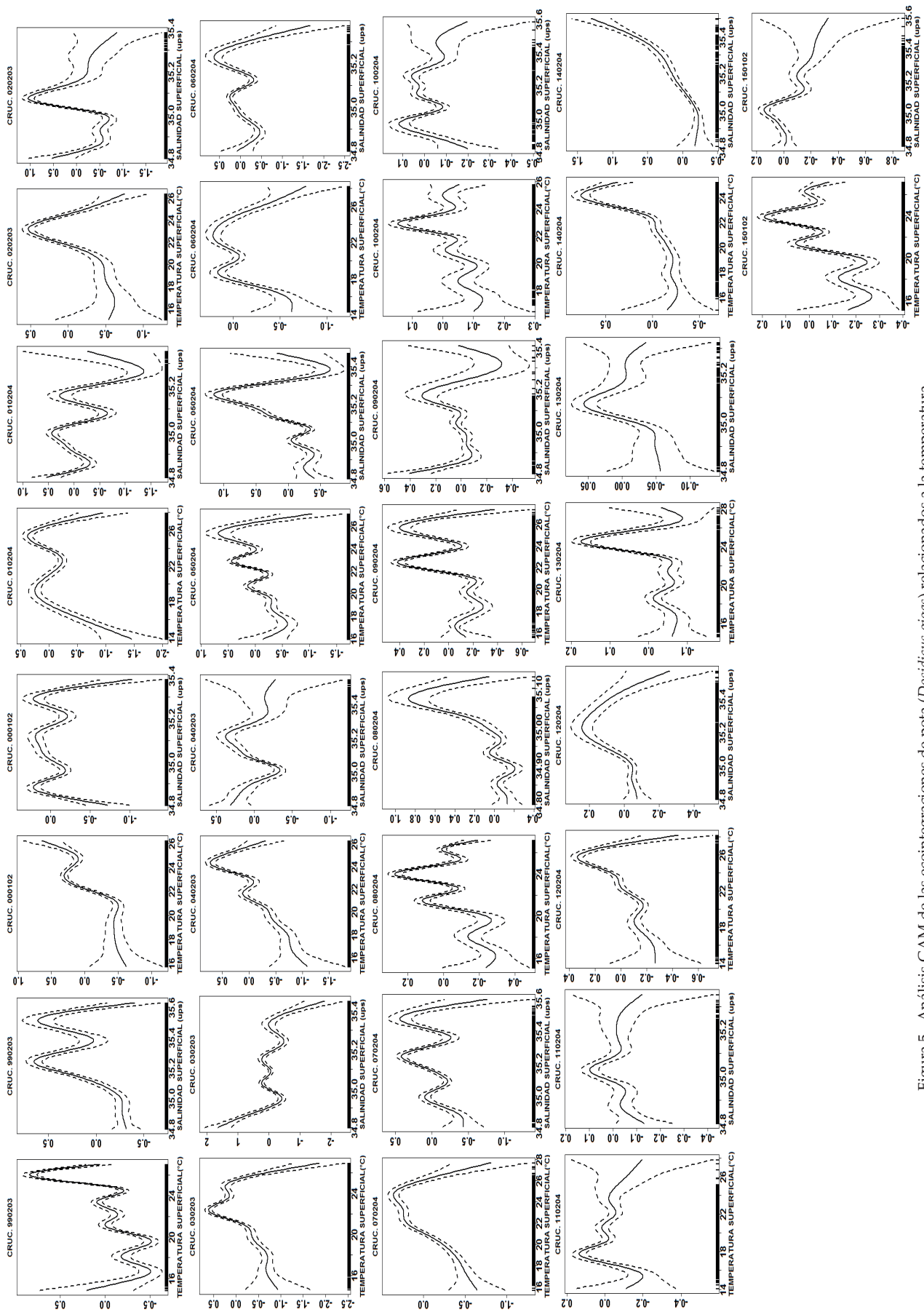


Figura 5.- Análisis GAM de las econtegraciones de pota (*Dosidicus gigas*) relacionados a la temperatura y salinidad superficial del mar en los veranos entre 1999 y 2015

las 80 mn de la costa, siendo probable que exista una subestimación en la biomasa y distribución de este recurso frente a las costas peruanas. Otros estudios (PAULINO et al. en prensa) indican que las faenas de pesca de las embarcaciones industriales extranjeras alcanzaron distancias de la costa que fluctuaron entre 20 y 495 mn, con mayor concentración de la flota entre las 30 y 90 mn y dentro de una amplia área de distribución latitudinal, especialmente frente a Paita-Chimbote (05°-09°S) y Callao-San Juan de Marcona (12°03'-15°22'S). Con relación a la temperatura superficial de mar estuvo marcada por la estacionalidad, durante los meses de verano la flota operó entre 21 y 26 °C y de abril a junio operó entre 18 y 24 °C. Todo ello indica la amplia distribución que tiene la pota y puede soportar amplios rangos de temperatura y salinidad.

5. CONCLUSIONES

La mayor biomasa de pota estimada con el método hidroacústico, se registró en los veranos del 2004 (1,7 millones de toneladas) y 2005 (1,6 millones de toneladas).

El área principal de abundancia de la pota fue la zona norte-centro del litoral peruano, entre 04°-06°S y 12°-15°S.

Hasta el 2005, se registraron altas densidades en la zona norte (Paita) y centro (Callao-Pisco). A partir del 2006 hasta el verano 2015, disminuyó la abundancia y área de distribución, predominando núcleos reducidos y alta dispersión en toda la costa peruana.

Frente a las costas de Perú, las altas concentraciones de pota están asociadas a salinidades de 35,0 a 35,1 ups, condiciones características de las aguas de mezcla entre las ACF y ASS.

Las estimaciones de abundancia de la pota derivadas de los cruceros de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos, han estado condicionadas al muestreo diseñado para la evaluación de la anchoveta, siendo probable que exista una subestimación en la biomasa y distribución de este recurso frente a las costas peruanas.

6. REFERENCIAS

- ANDERSON C I H, RODHOUSE P G. 2001. Life cycles, oceanography and variability: Ommastrephid squid in variable oceanographic environments. *Fisheries Research*, 54: 133-143.
- BAZZINO G. 2001. Análisis de los efectos ambientales sobre la distribución y abundancia del calamar *Illex argentinus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias con Mención en Pesquerías. Universidad de Concepción. Chile. 1-116 pp.
- CADDY J F. 1983. The cephalopods: factors relevant to their population dynamics and to the assessment and management of stocks. In J. F. Caddy (Ed.). *Advances in assessment of world cephalopod resources*. FAO Fish. Tech. Pap., 231: 416-452.
- EHRHARDT N, JACQUEMIN P, GARCIA F, GONZALEZ G, LOPEZ J M, ORTIZ J, SOLIS A. 1983. On the fishery and biology of the giant squid, *Dosidicus gigas*, in the Gulf of California, México. In *Advances in assessment of world cephalopod resources*, Edited by JF Caddy. FAO Fishery Technical Paper (231): 306-40.
- FOOTE K. 1987. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *Journal of the Acoustical Society of America*. 82:981-987.
- JOHANNESON K, ROBLES A. 1977. Echo surveys of Peruvian anchoveta. *Rapp. P.-V. Réu. Cons. Int. Explor. Mer.*, 170: 237-244.
- KREUZER R. 1984. Cephalopods: handling, processing and products. FAO Fisheries Technical Paper (254): 108 pp.
- LEAL-OCAMPO R. 1994. Pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) en la zona norte del Pacífico mexicano. Tesis de Licenciatura, CICIMAR, IPN, La Paz, B.C.S. 81 pp.
- MACLENNAN D, SIMMONDS J. 1992. *Fisheries Acoustics*. London, Chapman and Hall Eds. 325 pp.
- MARKAIDA U, SOSA-NISHIZAKI O. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83: 1-16.
- NIGMATULLIN CH M, NESIS KN, ARKHIPKIN A I. 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fisheries Research* 54: 9-19.
- PAULINO C, SEGURA M, ALIAGA A. 2015. Distribución y dinámica espacial de la flota "calamarera" y su relación con la temperatura superficial del mar y la concentración de clorofila-a. En prensa
- ROPER C F E, SWEENEY M J, NAUEN C E. 1984. FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fishery Synopsis 125: 277 pp.