

BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 33, Número 2



Julio - Diciembre 2018
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio
de la Producción

VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DE PARALARVAS DE CEFALÓPODOS (1980-2014) EN EL MAR PERUANO

SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY OF CEPHALOPOD PARALARVAE (1980-2014) IN THE PERUVIAN WATERS

Patricia Ayón¹

RESUMEN

AYÓN P. 2018. Variabilidad espacial y temporal de paralarvas de cefalópodos (1980-2014) en el mar peruano. *Bol Inst Mar Perú*. 33(2): 253-265.- En este trabajo se analiza la distribución y abundancia espacio temporal de paralarvas de cefalópodos en el mar peruano entre los años 1980 y 2014, provenientes de muestreos realizados por el IMARPE en la capa superficial de 50 metros. Después de la década de los años 1990, la presencia de las paralarvas muestra incremento tanto en abundancia relativa como en frecuencia de ocurrencia. Asimismo, se encuentra relación del incremento en frecuencia de ocurrencia de paralarvas con los desembarques del recurso calamar gigante (*Dosidicus gigas*).

PALABRAS CLAVE: paralarvas, cefalópodos, Corriente de Perú, series de tiempo

ABSTRACT

AYÓN P. 2018. Spatio-temporal variability of cephalopod paralarvae (1980-2014) in the Peruvian waters. *Bol Inst Mar Perú*. 33(2): 253-265.- This paper analyzes the distribution and Spatio-temporal abundance of cephalopod paralarvae in the Peruvian sea between 1980 and 2014, from samples taken by IMARPE in the superficial layer of 50 meters. Paralarvae show an increase in frequency and abundance after the 1990s when there is also an increase in both relative abundance and frequency of occurrence. Likewise, there is a relationship between the increases in the frequency of occurrence of paralarvae with the landings of the jumbo flying squid resource (*Dosidicus gigas*).

KEYWORDS: paralarvae, cephalopods, Peru's Current System, time series

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de la Corriente de Perú es altamente productivo y genera más peces por unidad de área que ninguna otra región del mundo, a pesar que representa menos del 0,1% de la superficie del mundo pero produce cerca del 10% de la captura total de peces del mundo (CHAVEZ *et al.* 2008). En este sistema, la especie más importante por sus niveles de biomasa es la anchoveta; sin embargo, a partir de 1991 se han incrementado significativamente los desembarques del calamar gigante, siendo capturada al inicio principalmente por la flota industrial y luego por la flota artesanal (YAMASHIRO *et al.* 1998, TAIPE *et al.* 2001, CHAVEZ *et al.* 2008, CSIRKE *et al.* 2015, ARGÜELLES *et al.* 2017).

Ese incremento ha generado interés para el desarrollo de un mayor número de estudios relacionados con esta especie, especialmente de su biología, distribución y concentración (TAFUR *et al.* 2001, ARGÜELLES *et al.* 2001, 2008; ARGÜELLES y TAFUR 2010, WALUDA *et al.* 2006). Sin embargo, poco o nada se ha estudiado en relación con sus primeros estados de vida, debido principalmente a que las investigaciones han estado dirigidas a otros recursos como anchoveta, sardina, jurel o merluza, sin considerar a los cefalópodos.

1. INTRODUCTION

Peru Current system is highly productive and generates more fish per unit area than any other region of the world, although it represents less than 0.1% of the world's surface area but produces about 10% of the world's total fish catch (CHAVEZ *et al.* 2008). In this system the most important species for its biomass levels is the anchoveta, however, since 1991, the landings of jumbo flying squid have increased significantly, being caught at first mainly by the industrial fleet and then by the artisanal fleet (YAMASHIRO *et al.* 1998, TAIPE *et al.* 2001, CHAVEZ *et al.* 2008, CSIRKE *et al.* 2015, ARGÜELLES *et al.* 2017).

This increase has generated interest for the development of a greater number of studies related to this species, especially its biology, distribution and concentration (TAFUR *et al.* 2001, ARGÜELLES *et al.* 2001, 2008; ARGÜELLES & TAFUR 2010, WALUDA *et al.* 2006). However, little or nothing has been studied in relation to the first stages of life, mainly due to the fact that research has been directed to other resources such as anchoveta, sardine, jack mackerel, and Peruvian hake without considering cephalopods.

¹ Instituto del Mar del Perú, esquina Gamarra y General Valle s/n.
Email: payon@imarpe.gob.pe

Este trabajo presenta la variabilidad temporal y espacial en las paralarvas de cefalópodos frente al mar peruano, a partir de una serie de datos recolectados por el IMARPE entre los años 1980 y 2014.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron datos de abundancias relativas de paralarvas de cefalópodos que provienen de 93 cruceros de investigación llevados a cabo por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) entre los años 1980 y 2014. Además, se analizaron las muestras de otro crucero de investigación científica realizado con el US RV Endeavor frente al Perú en 1984.

El área de estudio comprende todo el dominio marítimo peruano hasta 100 millas de la costa, complementados con datos de algunos cruceros de IMARPE que ocasionalmente extendieron sus perfiles hasta 200 mn de distancia de la costa (Fig. 1). En el análisis se incluyó también un grupo de muestras obtenidas a 840 mn de distancia de la costa frente a Paita (05°S) entre el 6 y el 24 de abril 1984 durante la expedición del US RV Endeavor, utilizando el mismo método de muestreo del IMARPE; en esas muestras no se encontraron paralarvas de cefalópodos, pero al usarse el mismo método de muestreo se considera de interés la información.

Las muestras fueron recolectadas mediante una red Hensen de 0,60 m de diámetro de boca, armada con una malla nyltal de 330 micras y operada en arrastres verticales desde 50 m de profundidad hacia la superficie. Las paralarvas se contaron en el total de las muestras y las abundancias se expresan en número de individuos/m². La determinación taxonómica fue solamente a nivel de clase Cephalopoda, sin distinguir un nivel taxonómico más específico. Para el cálculo de la abundancia promedio se utilizaron solo los resultados de las estaciones positivas.

Se trató de establecer la posible relación entre la frecuencia y la abundancia relativa de paralarvas con temperatura y salinidad superficiales del mar. La elaboración de los mapas de distribución y análisis de los datos se hicieron con el programa R.

3. RESULTADOS

ABUNDANCIA RELATIVA Y FRECUENCIA

Los niveles de abundancia relativa de las paralarvas estuvieron en un rango entre 3 y 87 individuos/m², predominando abundancias menores a 5 individuos/m² (Fig. 2). En los años de la década de 1980 se observó baja incidencia de estaciones con presencia de paralarvas, con frecuencia menor al 3% del total de las estaciones muestreadas. Desde el inicio de la década 1990 esta frecuencia se incrementa progresivamente alcanzando el

This work presents the spatio-temporal variability in the cephalopod paralarvae off the Peruvian sea from a time series collected by Imarpe between 1980 and 2014, obtained along this area.

2. MATERIAL AND METHODS

Relative abundance data from cephalopod paralarvae from 93 survey cruises carried out by the Peruvian Marine Research Institute (IMARPE in Spanish) between 1980 and 2014 were used. In addition, samples from another scientific survey cruise conducted with US RV Endeavor off Peru in 1984 were analyzed.

The study area covers the entire length of the Peruvian maritime domain up to 100 miles from the coast, complemented by data from some IMARPE cruise ships that occasionally extended their profiles to 200 nm from the coast (Fig. 1). The analysis also included a group of samples taken at 840 nm off the coast of Paita (05°S) between 6 and 24 April 1984 during the expedition of US RV Endeavor using the same IMARPE sampling method. No cephalopod paralarvae were found in the RV Endeavor samples, but when using the same sampling method the information is considered of interest.

The samples were collected through a Hensen net of 0.60 m in diameter, reinforced with a nyltal mesh of 330 microns and operated in vertical trawls from 50 m depth to the surface. Paralarvae were counted in the total samples and abundances are expressed in number of individuals/m². The taxonomic determination was only at the Cephalopoda class level, without distinguishing a more specific taxonomic level. For the calculation of the average abundance, only the positive stations were used.

An attempt was made to establish the possible relationship between the frequency and relative abundance of paralarvae with sea surface temperature and salinity. Data analysis and distribution mapping were done with R software.

3. RESULTS

RELATIVE ABUNDANCE AND FREQUENCY

Paralarvae had relative abundance levels ranged from 3 to 87 individuals/m², with abundances of less than 5 individuals/m² predominating (Fig. 2). In the 1980s, there was a low incidence of stations with paralarvae, often less than 3% of the total number of stations sampled. From the 1990s onwards, this frequency increased progressively, with a frequency of 11.78%

11,78%; en el periodo 2000-09 fue 13,31% y en el último periodo la frecuencia alcanza el 23,05% (Tabla 1).

for the period 1990-99, 13.31% for the period 2000-09 and 23.05% for the last period (Table 1).

Al analizar las horas en que fueron capturadas las paralarvas y su frecuencia de ocurrencia se encontró que durante las horas de luz (06:00-18:00 horas) esta frecuencia llegó al 20,84%, mientras que en las estaciones nocturnas fue 8,68%, casi 2,5 veces menos que durante las horas de luz.

When analyzing the hours in which paralarvae were captured and their frequency of occurrence, it was found that during the hours of light (06:00-18:00 hours) the frequency of occurrence reached 20.84%, while the frequency of occurrence in the night stations was only 8.68%, almost 2.5 times less than during the hours of light.

Tabla1.- Número de estaciones muestreadas, número de estaciones positivas con paralarvas de cefalópodos y frecuencia de ocurrencia (%) de estaciones positivas, por decenios, 1980 a 2014

Table 1. Number of stations sampled, number of positive stations with cephalopod paralarvae and frequency of occurrence (%) of positive stations, by decades, 1980 to 2014

| Periodo | Estaciones muestreadas Sampled stations | Estaciones positivas Positive stations | Frecuencia (%) Frequency (%) |
|---------|--|---|---------------------------------|
| 1980-89 | 1726 | 46 | 2,67 |
| 1990-99 | 2743 | 323 | 11,78 |
| 2000-09 | 4890 | 651 | 13,31 |
| 2010-14 | 2035 | 469 | 23,05 |

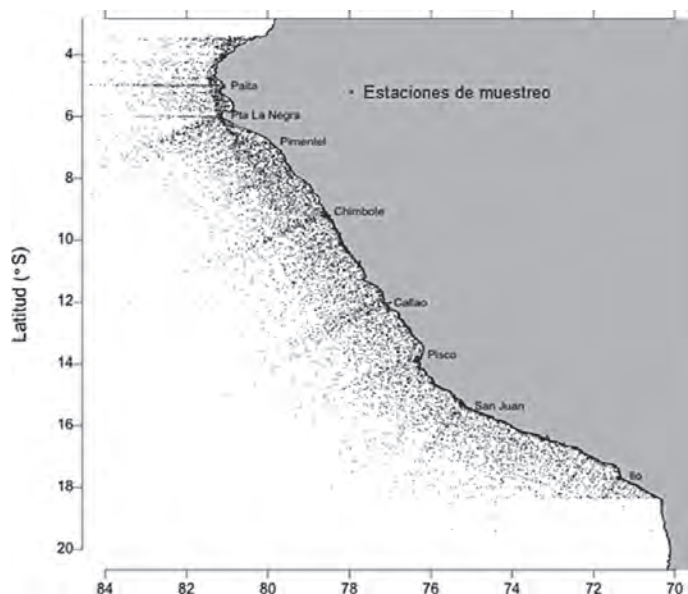


Figura 1.- Mapa de las estaciones de muestreo de paralarvas de cefalópodos realizadas por el IMARPE. 1980 - 2014

Figure 1. Map of the sampling stations of cephalopod paralarvae carried out by IMARPE. 1980 – 2014

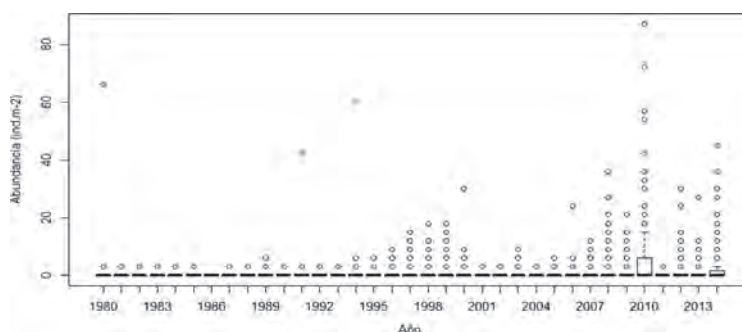


Figura 2.- Abundancia relativa de paralarvas de cefalópodos (ind.m⁻²). 1980 - 2014

Figure 2. Relative abundance of cephalopod paralarvae (ind.m⁻²). 1980 – 2014

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

En el periodo 1980-89, las paralarvas mostraron distribución dispersa, sin ningún patrón definido (incluyendo el patrón latitudinal), encontrándose estaciones aisladas tanto en la parte costera como en la oceánica (Figs. 3a, 4, 5). La distribución para el periodo 1990-99 fue más amplia, áreas más densas con presencia de paralarvas y menor incidencia en la zona muy costera, principalmente entre Punta La Negra (06°S) y Pisco (14°S), en este periodo además se puede observar focos con mayores densidades al norte de Punta La Negra y al sur de Pisco (Figs. 3b, 5, 6). Durante el periodo 2000-09 la distribución es similar al periodo anterior, pero con mayor frecuencia en la zona norte principalmente, aún se sigue observando la ausencia de paralarvas en la parte costera entre Pimentel (06°50'S) y Pisco (Figs. 3c, 6, 7). Finalmente, en el periodo 2010-14, la distribución de las paralarvas estuvo más focalizado al norte de Pisco, con acercamiento hacia la parte costera, especialmente entre Chimbote (09°20'S) y Callao (12°10'S) con densidades mayores a lo observado anteriormente (Figs. 3d, 7, 8).

RELACIÓN CON VARIABLES OCEANOGRÁFICAS

La presencia de paralarvas estuvo asociada a un amplio rango de temperatura superficial del mar entre 14,5 y 29,5 °C (Fig. 9). Las estaciones en donde se presentaron las mayores abundancias de paralarvas estuvieron asociadas a temperaturas comprendidas entre 20,0 y 26,0 °C. El rango de temperatura en donde se presentó la mayor frecuencia de ocurrencia de paralarvas fue entre 18,0 y 26,0 °C.

En relación con la salinidad superficial del mar, se observó presencia de paralarvas en un amplio rango entre 31,0 y 35,4 ups (Fig. 10). Las mayores abundancias estuvieron relacionadas con salinidades mayores a 33,0 ups estando los máximos de la abundancia asociados a salinidades mayores a 35,1 ups.

La presencia de paralarvas estuvo en todas las masas de agua que se encuentran en el mar peruano. Sin embargo se observa mayor incidencia de la presencia de ellas asociadas con las masas de agua de Aguas Subtropicales Superficiales (Fig. 11).

SPATIAL DISTRIBUTION

In the period 1980-89, paralarvae showed scattered distribution, without any defined pattern, with isolated stations in both the coastal and oceanic parts, without a latitudinal pattern (Figs. 3a, 4, 5). The distribution for the period 1990-99 was wider, with denser areas with paralarvae and less incidence in the very coastal zone, mainly between Punta La Negra (06°S) and Pisco (14°S). In this period it is also possible to observe outbreaks with higher densities north of Punta La Negra and south of Pisco (Figs. 3b, 5, 6). During the 2000-09 period the distribution is similar to the previous period but more frequently in the northern area mainly, there is still the absence of paralarvae in the coastal part between Pimentel (06°50'S) and Pisco (Figs. 3c, 6, 7). Finally, in the period 2010-14, the distribution of the paralarvae was more focused to the north of Pisco, with an approach towards the coastal part especially between Chimbote (09°20'S) and Callao (12°10'S) with densities higher than those previously observed (Figs. 3d, 7, 8).

RELATION TO OCEANOGRAPHIC VARIABLES

The presence of paralarvae was associated with a wide range of sea surface temperatures between 14.5 and 29.5 °C (Fig. 9); however, the seasons with the highest abundance of paralarvae were associated with temperatures between 20.0 and 26.0 °C. The temperature range in which the most frequency of paralarvae occurred was between 18.0 and 26.0 °C.

In relation to sea surface salinity, paralarvae were observed in a wide range between 31.0 and 35.4 ups (Fig. 10), but the greatest abundances were related to salinity greater than 33.0 ups, with the maximum abundance associated with salinity greater than 35.1 ups.

The presence of paralarvae was present in all the water masses found in the Peruvian sea. Nevertheless, there is a greater incidence of the presence of them associated with the water masses in Surface Subtropical Waters (Fig. 11).

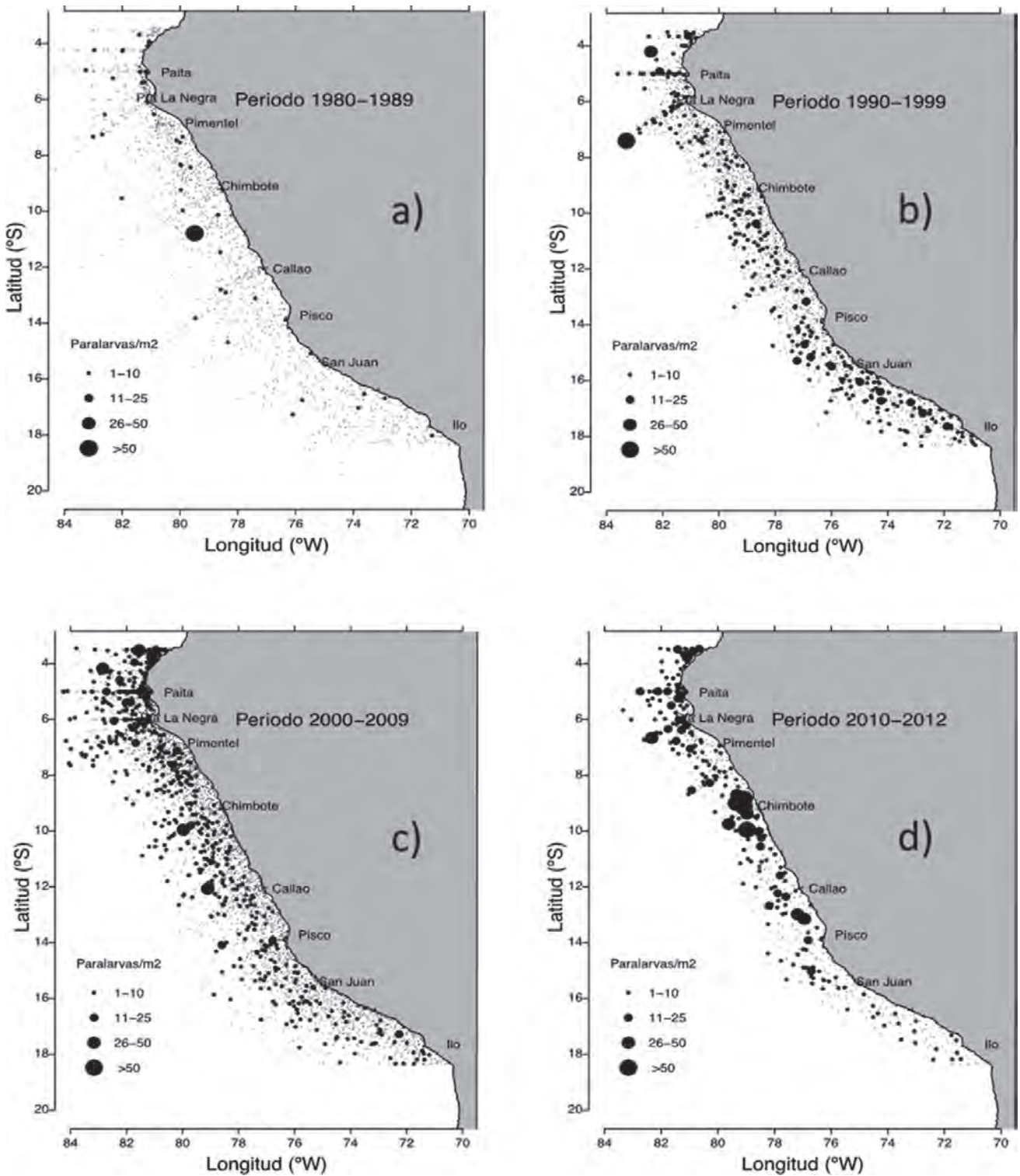


Figura 3.- Distribución espacial y abundancia relativa de paralarvas de cefalópodos en el mar peruano por décadas: a) 1980-89, b) 1990-99, c) 2000-09, d) 2010-12

Figure 3. Spatial distribution and relative abundance of cephalopod paralarvae in the Peruvian waters for decades: a) 1980-89, b) 1990-99, c) 2000-09, d) 2010-12

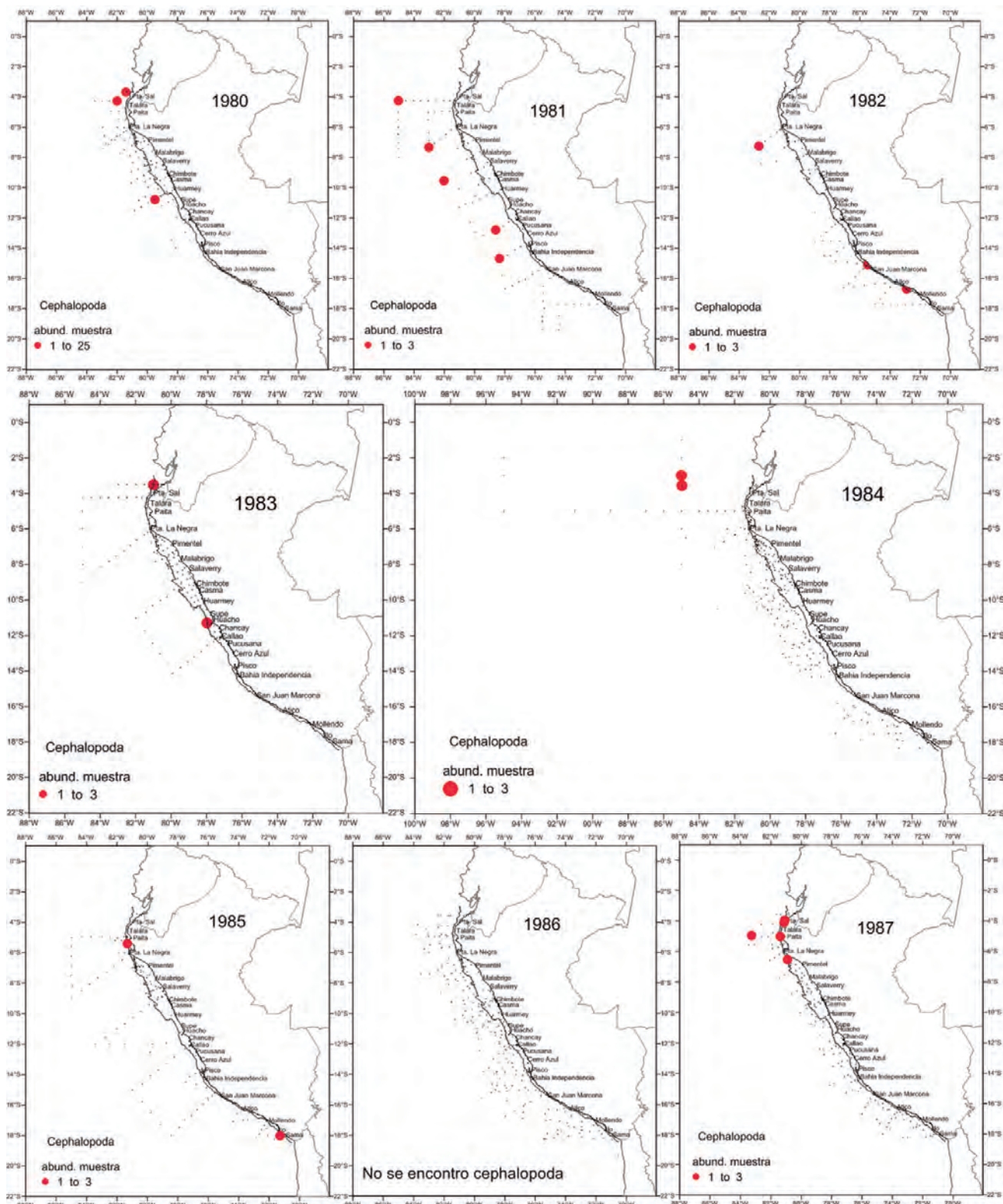


Figura 4.- Distribución espacial y abundancia relativa de paralarvas de cefalópodos en el mar peruano. 1980 - 1987

Figure 4. Spatial distribution and relative abundance of cephalopod paralarvae in the Peruvian waters. 1980 - 1987

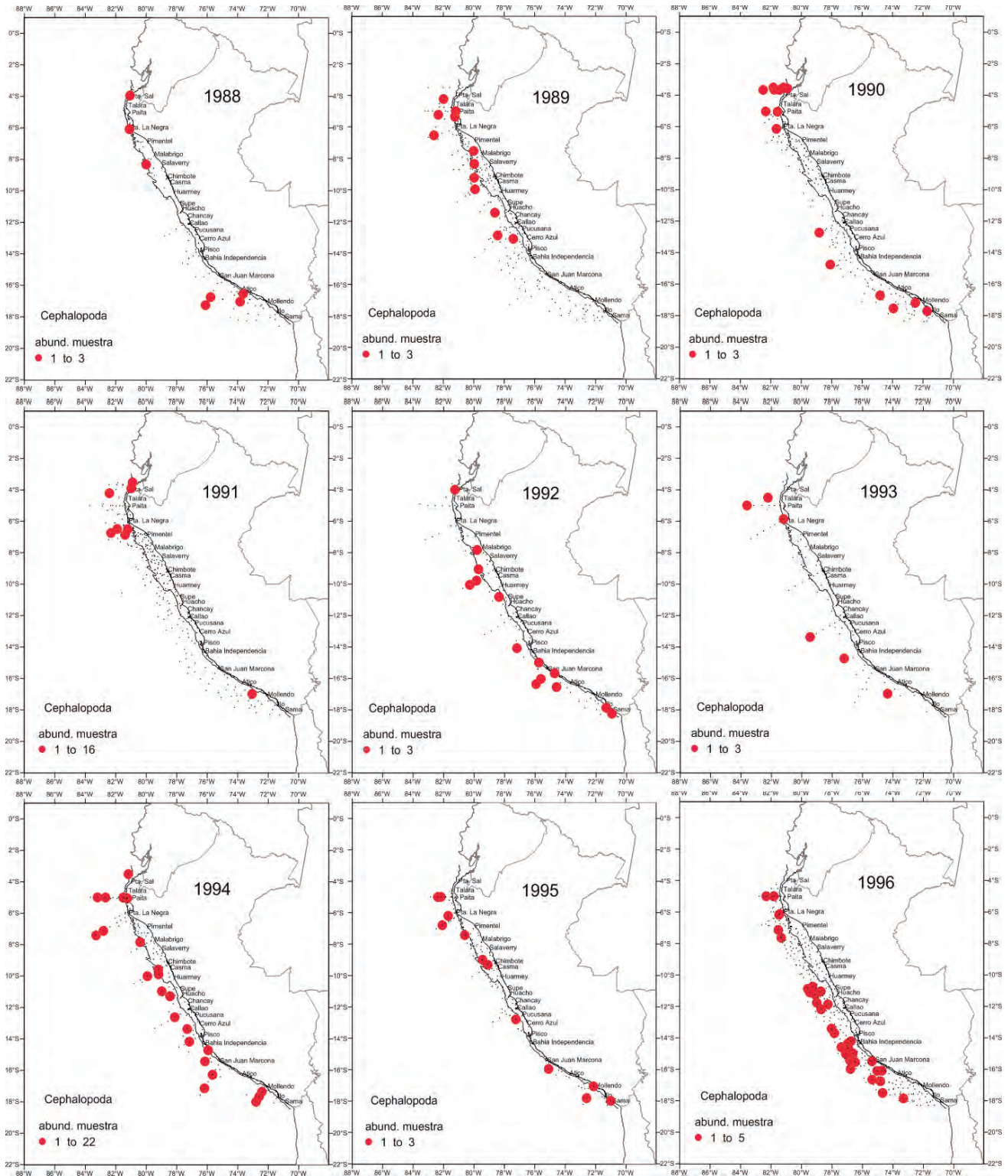


Figura 5.- Distribución espacial y abundancia relativa de paralarvas de cefalópodos en el mar peruano. 1988 - 1996

Figure 5. Spatial distribution and relative abundance of cephalopod paralarvae in the Peruvian sea. 1988 – 1996

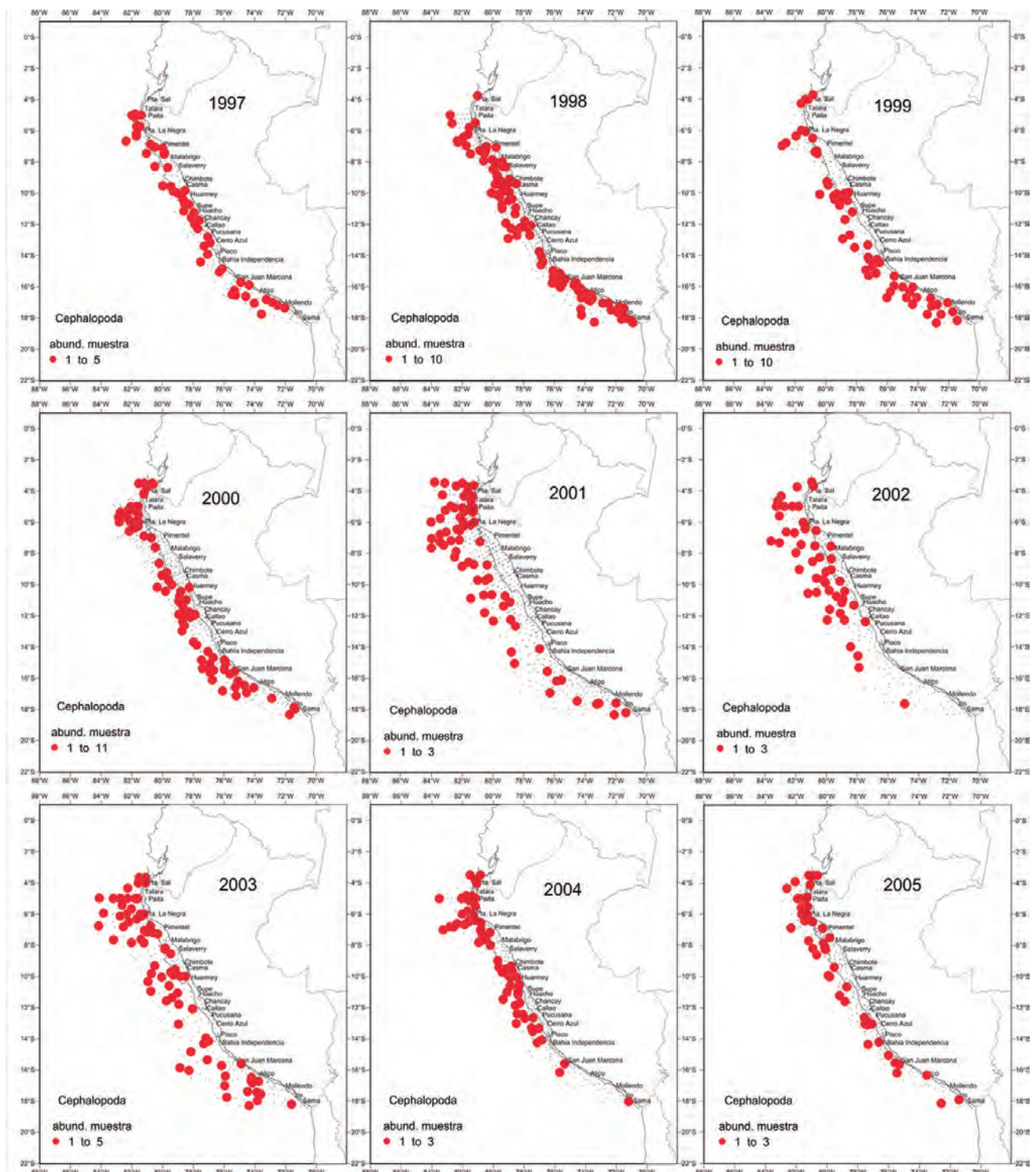


Figura 6.- Distribución espacial y abundancia relativa de paralarvas de cefalópodos en el mar peruano. 1997 - 2005

Figure 6. Spatial distribution and relative abundance of cephalopod paralarvae in the Peruvian sea. 1997 - 2005

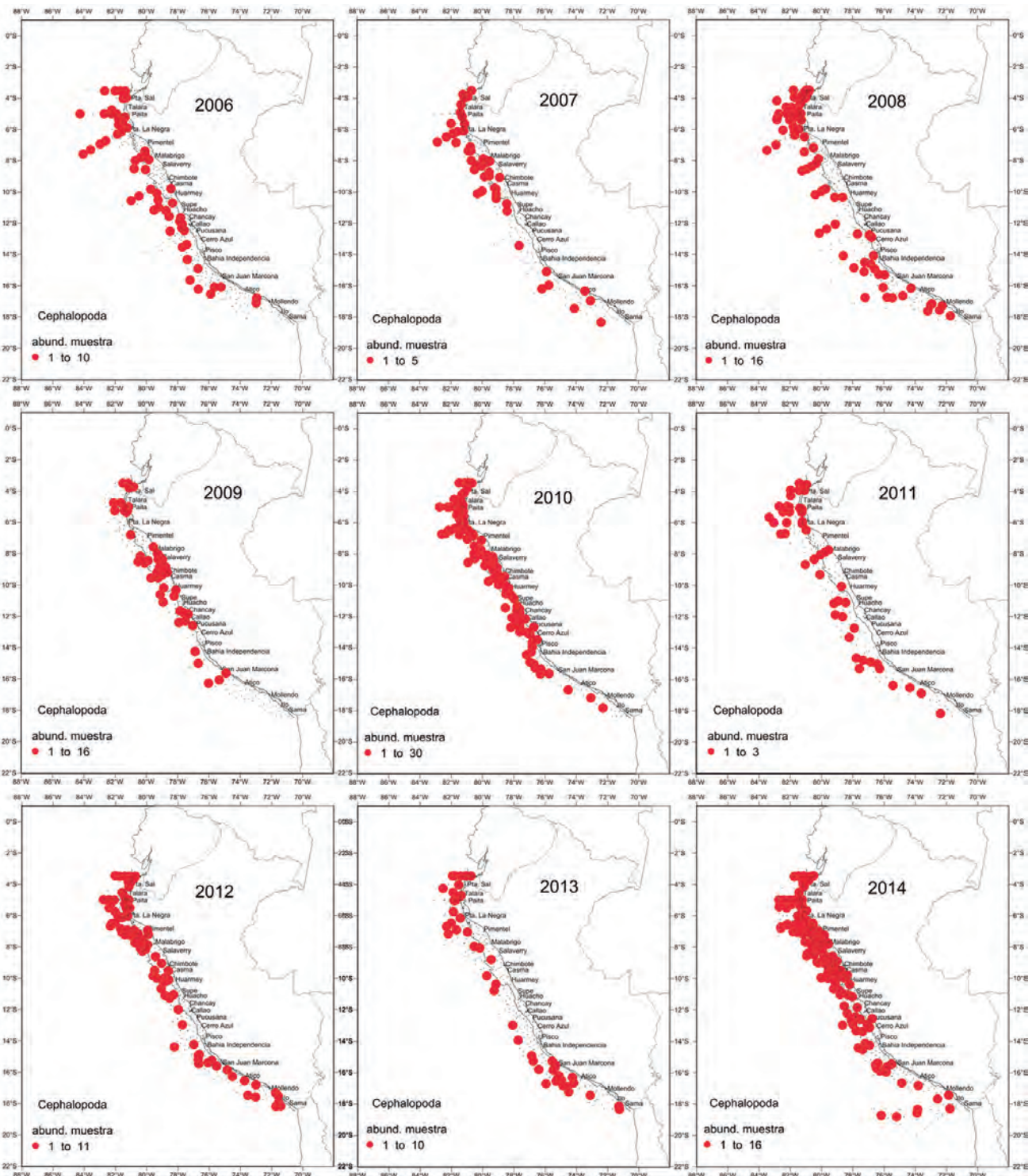


Figura 7.- Distribución espacial y abundancia relativa de paralarvas de cefalópodos en el mar peruano. 2006 - 2014

Figure 7. Spatial distribution and relative abundance of cephalopod paralarvae in the Peruvian sea. 2006 - 2014

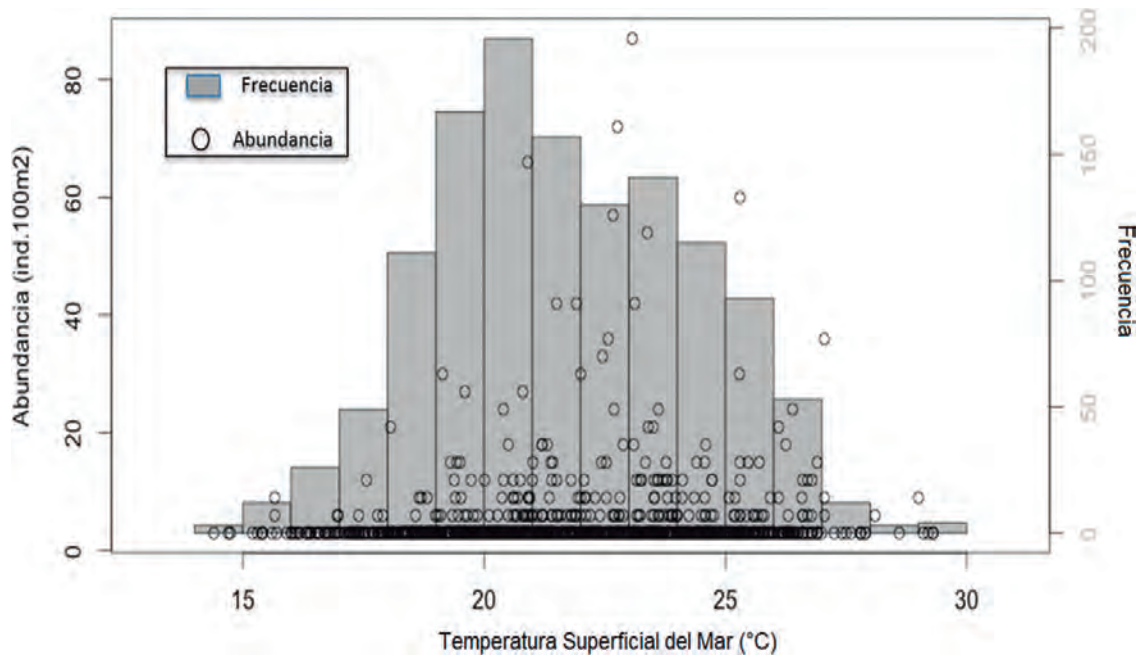


Figura 8.- Frecuencia de ocurrencia (%) y abundancia relativa de paralarvas y su relación con la temperatura superficial del mar. 1980-2014

Figure 8. Frequency of occurrence (%) and relative abundance of paralarvae and their relation to sea surface temperature. 1980-2014

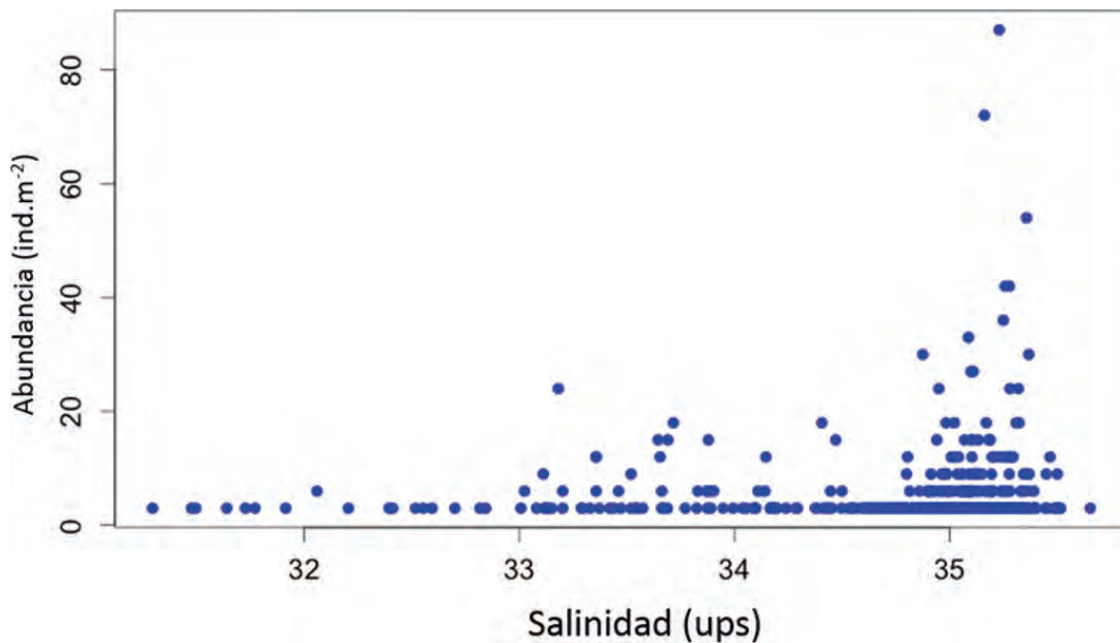


Figura 9.- Abundancia relativa de paralarvas de cefalópodos y su relación con la salinidad superficial del mar (ups). 1980-2014

Figure 9. Relative abundance of cephalopod paralarvae and their relation to sea surface salinity (ups). 1980-2014

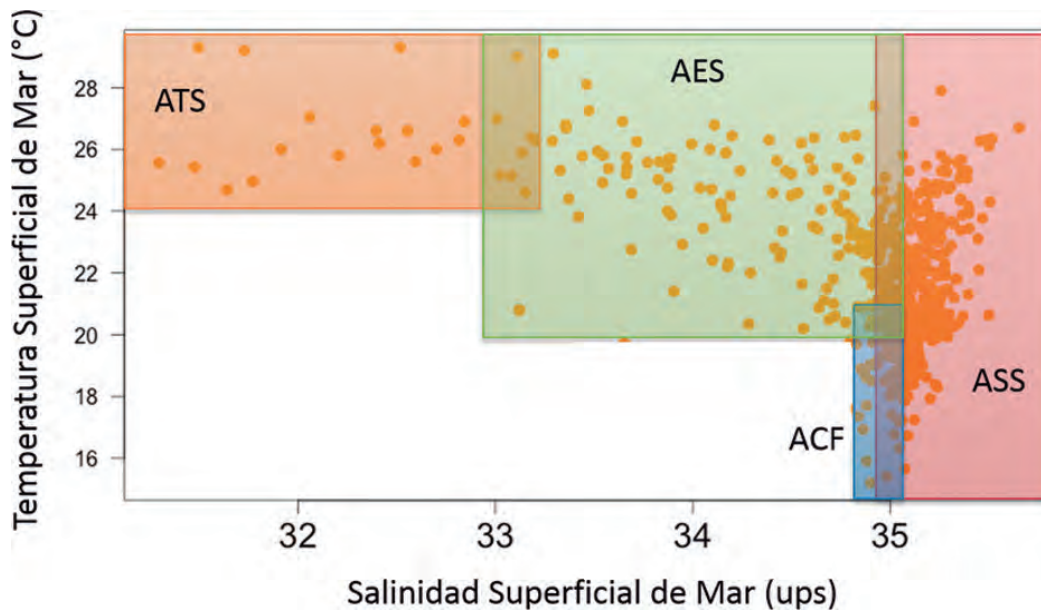


Figura 10.- Diagrama Temperatura-Salinidad y su relación con la presencia de paralarvas de cefalópodos y las masas de agua (ATS = Aguas Tropicales Superficiales, AES = Aguas Ecuatoriales Superficiales, ACF = Aguas Costeras Frías, ASS = Aguas Subtropicales Superficiales). 1980 – 2014

Figure 10. Temperature-Salinity diagram and its relation to the presence of cephalopod paralarvae and water masses (ATS = Tropical Surface Waters, AES = Equatorial Surface Waters, ACF = Cold Coastal Waters, ASS = Subtropical Surface Waters). 1980 – 2014

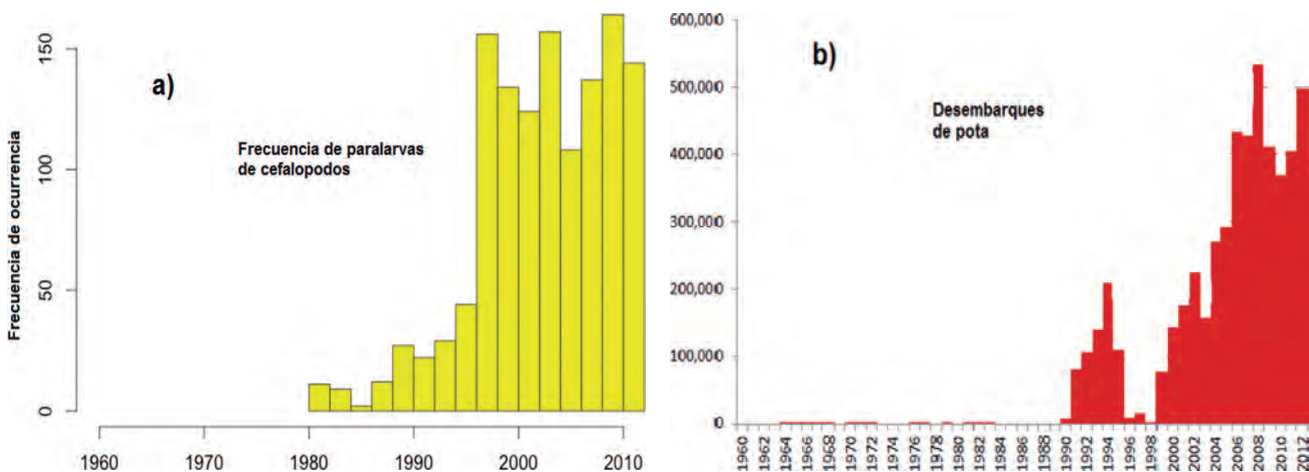


Figura 11.- a) Frecuencia de ocurrencia de paralarvas, b) desembarques de pota o calamar gigante (*Dosidicus gigas*) capturado en el mar peruano. 1960 – 2012

Figure 11. a) Frequency of paralarvae occurrence, b) landings of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) caught in Peruvian waters. 1960 – 2012

4. DISCUSIÓN

Información sobre los primeros estadios de vida de cualquier recurso es de gran importancia, ya que a partir de ella es posible conocer directamente el estado de la población adulta desovante, además de conocer el potencial del reclutamiento.

El incremento observado en los niveles de abundancia relativa así como en la frecuencia de ocurrencia de paralarvas en las muestras recolectadas por el IMARPE, estarían indicando aumento en la disponibilidad en la zona muestreada en las últimas décadas, aun cuando se considere que esta metodología de muestreo no es la más adecuada para la captura de las paralarvas de cefalópodos por su alta capacidad de evasión a las redes, sin embargo es un indicador pasivo de su presencia ya que muestra claramente cambios en el tiempo con el mismo tipo de muestreador.

Por otro lado, es necesario destacar que en esta determinación de las paralarvas no se hace una diferencia a nivel de especies, por lo que dentro de este grupo se pueden incluir, seguramente, paralarvas de una gran variedad de representantes de cefalópodos que habitan el mar peruano, tanto del grupo de los octópodos (*Argonauta*) como los decápodos (*Abraliopsis* y representantes de la familia Gonatidae). Pero sin lugar a duda, parte de estas paralarvas corresponden al calamar gigante (*Dosidicus gigas*), y cuya menor abundancia relativa observada en las paralarvas entre los años 1980-89 así como una mayor abundancia relativa en las últimas décadas muestran una sintonía con el incremento en los desembarques del recurso pota *Dosidicus gigas* en el área muestreada (CSIRKE *et al.* 2015) (Fig. 7).

Agradecimientos

A todo el personal que en algún momento formó parte del Laboratorio de Zooplankton del Área Funcional de Investigaciones en Oceanografía Biológica y que participaron con dedicación en la recolección así como en el análisis de las muestras durante los últimos 40 años de trabajo institucional.

4. DISCUSSION

Information on the first stages of life of any resource is of great importance, since from this information it is possible to know directly the status of the adult spawning population, as well as the potential for recruitment.

The increase observed in the levels of relative abundance as well as in the frequency of occurrence of paralarvae in the samples collected by IMARPE, would indicate an increase in the abundance of these paralarvae in the sampled area in the last decades, even if it is considered that this sampling methodology is not the most suitable for the capture of cephalopod paralarvae due to its high evasion capacity into the nets, it is nevertheless a passive indicator of its presence as it clearly shows changes over time with the same type of sampler.

On the other hand, it is necessary to emphasize that in this determination of paralarvae no difference is made at the level of species, so that within this group can be included surely paralarvae of a great variety of representatives of cephalopods that inhabit the Peruvian sea, both of the group of octopods (*Argonauta*) and the decapods (*Abraliopsis* and representatives of the family Gonatidae). But without a doubt, part of these paralarvae correspond to the jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*), whose lower relative abundance observed in the paralarvae in the period 1980-89 as well as a higher relative abundance in recent decades show a correlation with the increase in landings of this species in the sampled area (CSIRKE *et al.* 2015) (Fig. 7).

Acknowledgements

To all the staff that at one time or another formed part of the Zooplankton Laboratory of the Functional Area of Research in Biological Oceanography and who participated with dedication in the collection and analysis of the samples during the last 40 years of institutional work.

5. REFERENCIAS/REFERENCES

- ARGÜELLES J, RODHOUSE P G, VILLEGAS P, CASTILLO G. 2001. Age, growth and population structure of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in Peruvian waters. Fisheries Research. 54: 51-61.
- ARGÜELLES J, TAFUR R, TAIPE A, VILLEGAS P, FRIEDERMAN K, DOMINGUEZ N, SALAZAR M. 2008. Size increment of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* mature females in Peruvian waters, 1989-2004. Progress in Oceanography. 79(2-4): 308-312.

- ARGÜELLES J, TAFUR R. 2010. New insights on the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Northern Humboldt Current System: Size at maturity, somatic and reproductive investment. Fisheries Research. 106: 185-192.
- ARGÜELLES J, CSIRKE J, MARIATEGUI L, CASTILLO R. 2017. Distribution, size composition, possible stock structure and the assessment of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off Peru. Paper presented at the 5th meeting of the Scientific Committee of the SPRFMO, Shanghai, China. 23-28 September. SPRFMO Doc. SC5-SQ07_rev1: 11p.

- (<https://www.sprfmo.int/assets/SC5-2017/SC5-SQ07-rev1-Distribution-Size-Stock-structure-and-Assessment-for-Jumbo-flying-squid.pdf>).
- CHAVEZ F, BERTRAND A, GUEVARA-CARRASCO R, SOLER P, CSIRKE J. 2008. The northern Humboldt Current System: Brief history, present and a view towards the future. *Progress in Oceanography*. 79: 95-105.
- CSIRKE J, ALEGRE A, ARGUELLES J, GUEVARA-CARRASCO R, MARIÁTEGUI L, SEGURA M, TAFUR R, YAMASHIRO C. 2015. Main biological and fishery aspects of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Peruvian Humboldt Current System. Paper presented at the 3rd meeting of the Scientific Committee of the SPRMO, Port Vila, Vanuatu. 28 September – 3 October 2015. SPRFMO Doc. SC-03-27: 33 p. (<http://www.sprfmo.int/assets/Meetings/Meetings-2013-plus/SC-Meetings/3rd-SC-Meeting-2015/Papers/SC-03-27-Biological-and-fishery-aspects-of-the-jumbo-squid-in-the-Peruvian-Humboldt-current.pdf>)
- TAFUR R, VILLEGAS P, RABÍ M, YAMASHIRO C. 2001. Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters. *Fisheries Research* 54: 33-50.
- TAIPE A, YAMASHIRO C, MARIÁTEGUI L, ROHAS R, ROQUE C. 2001. Distribution and concentration of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off the Peruvian coast between 1991 and 1999. *Fisheries Research*. 54: 21-32.
- WALUDA C, YAMASHIRO C, RODHOUSE P. 2006. Influence of the ENSO cycle on the light-fishery for *Dosidicus gigas* in the Peru Current: An analysis of remotely sensed data. *Fisheries Research*. 79(1-2): 56-63.
- YAMASHIRO C, MARIÁTEGUI L, RUBIO J, ARGUELLES J, TAFUR R, TAIPE A, RABÍ M. 1998. Jumbo flying squid fisheries in Peru. En: T. Okutani (ed.) *Large Pelagic Squids Japan*. Marine Fishery Resources Research Centre. Tokyo. 119-125.