

## Variabilidad espacial y temporal de larvas de jurel *Trachurus murphyi* en el Perú entre 1966 – 2010

### Spatial and temporal variability of Jack mackerel *Trachurus murphyi* larvae in Peru between 1966 – 2010

Patricia Ayón y Jonathan Correa

Instituto del Mar del Perú, esquina Gamarra y General Valle  
S/N Chucuito, Callao, Perú.

Email Patricia Ayón: payon@imarpe.gob.pe

#### Resumen

El análisis espacial y temporal de larvas de jurel *Trachurus murphyi* en el mar peruano entre los años 1966 y 2010 confirma su presencia constante durante todo el periodo estudiado. En general, en este periodo la abundancia de larvas de jurel *T. murphyi* muestra una tendencia ligeramente ascendente destacándose cambios en la distribución espacial y una alta variabilidad interanual, con cortos periodos de alta abundancia promedio, intercalados con periodos más prolongados y de baja abundancia. El promedio anual estimado varió entre 3 y 79 larvas/m<sup>2</sup>. La distribución espacial presentó tres periodos importantes: uno con mayores densidades de larvas al sur de los 14°S, entre 1970 y 1979; cambió hacia el norte de esta latitud, entre 1980 y 1999; y otro de mayor densidad al sur de los 18°S, en el último periodo 2000 – 2010. Los centros de gravedad de la distribución de larvas presentaron tres periodos muy notorios: fueron más costeros hacia el sur de los 14°S, entre 1966 y 1978; más oceánicos y al norte de los 14°S, entre 1979 y 1994; y con una posición intermedia entre 1995 – 2010. Se discute la relación entre la distribución de las larvas con las variables oceanográficas y la distribución de *T. murphyi* adultos y juveniles, además se destaca que el mar del Perú es un centro principal y permanente de actividad reproductiva de esta especie.

**Palabras clave:** larvas, jurel, centro de gravedad de larvas, mar peruano.

#### Abstract

Constant presence of Jack mackerel *Trachurus murphyi* larvae in the Peruvian sea between 1966 and 2010 was confirmed by an analysis of their spatial and temporal variability. In general, there is a slight positive trend in abundance of Jack mackerel *T. murphyi* larvae, with noticeable changes in their spatial distribution and high interannual variability. High abundance of larvae is observed in some years, which are usually followed by a longer sequence of poor abundance years. Yearly averages varied between 3 and 79 larvae/m<sup>2</sup>. The spatial distribution of average larvae density showed three notorious periods along time: the first between 1970 and 1979 with higher larvae densities south of 14°S; the second between 1980 and 1999 with the higher densities to the north of 14°S; and the third between 2000 and 2010 with higher densities south of 18°S. The displacement of the centers of gravity of the spatial distribution marked three noticeable periods: between 1966 and 1978 were more coastal, south of 14°S; between 1979 and 1994 more oceanic and north of 14°S; and between 1995 and 2010 which were at an intermediate position. The relationship of larvae density with oceanographic variables as well as with the distribution of adult and juvenile Jack mackerel *T. murphyi* are discussed, stressing the observation that there is a main center of permanent spawning activity of this species in Peruvian waters.

**Keywords:** larvae, Jack mackerel, larval gravity center, Peruvian sea

#### Citación:

Ayón P. & J. Correa. 2013. Variabilidad espacial y temporal de larvas de jurel *Trachurus murphyi* en el Perú entre 1966-2010. En: Csirke J., R. Guevara-Carrasco & M. Espino (Eds.). Ecología, pesquería y conservación del jurel (*Trachurus murphyi*) en el Perú. Rev. peru. biol. número especial 20(1): 083- 086 (Septiembre 2013)

#### Introducción

El jurel *Trachurus murphyi* Nichols 1920 se encuentra asociado a la interacción de las masas de agua del Sistema de las Corrientes del Perú, hábitat formado por las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con Aguas Costeras Frías (ACF) de intensos afloramientos y las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) (Dioses et al. 1989).

Esta especie es un desovador parcial. Se ha definido la ocurrencia de huevos y larvas en el mar peruano desde fines del invierno hasta la primavera, con mayor intensidad en los meses de octubre y noviembre, ubicando su principal zona de desove entre los

Publicado online: 11/10/2013  
Publicado impreso: 15/10/2013

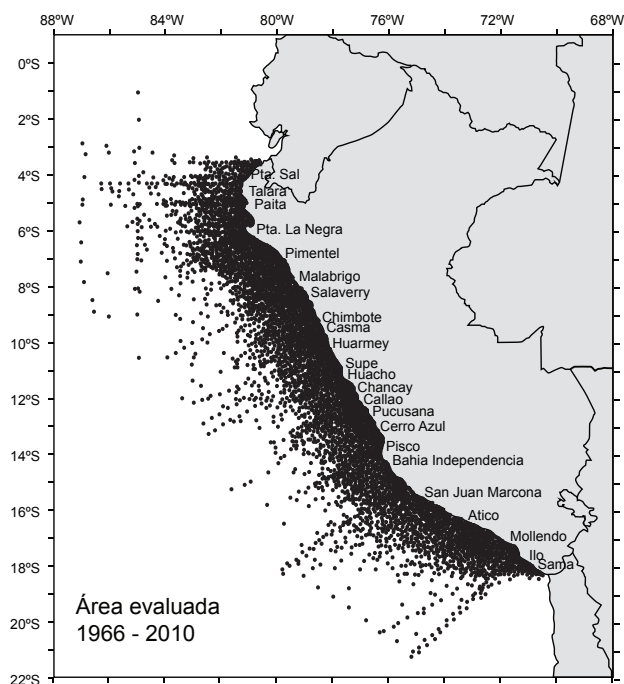


Figura 1. Estaciones de muestreo entre 1966 y 2010.

Figure 1. Sampling stations from 1966 to 2010

14°00'S y los 18°30'S. En el caso del jurel, el desove está asociado a concentraciones elevadas de oxígeno mayores a 5.0 ml/L (Santander & Flores 1983, Dioses et al. 1989).

El presente trabajo muestra los resultados de la distribución espacial y temporal de larvas de jurel *T. murphyi* y se discuten algunas relaciones entre las condiciones ambientales y la distribución de los adultos.

**Material y métodos**

Para el presente estudio se ha trabajado con información proveniente de 65 cruceros de investigación ejecutados por el Instituto del Mar del Perú entre los años 1966 y 2010. El área de trabajo se encuentra ubicada a lo largo del dominio marítimo peruano y las longitudes comprendidas entre 70°49.80'W – 87°12'W (Fig. 1). Las colectas se realizaron con una red Hensen de 0.60 m de diámetro de boca, provista con malla nyltal de 330 µm y operada en jales verticales desde 50 m de profundidad hasta la superficie. El conteo de las larvas se hizo en el total de

la muestra y todos los resultados fueron estandarizados, expresando la abundancia como número de larvas/m<sup>2</sup>. Se calculó la abundancia promedio considerando solamente las estaciones positivas con larvas de jurel.

Se analizó la dinámica espacial mediante la posición geográfica de los centros de gravedad de larvas para cada crucero. Los centros de gravedad se calcularon para la longitud (X) y la latitud (Y) mediante las siguientes ecuaciones:

$$X_t = (\sum C_{t,i} X_{t,i}) / \sum C_{t,i}$$

$$Y_t = (\sum C_{t,i} Y_{t,i}) / \sum C_{t,i}$$

En donde: C<sub>t,i</sub> = densidad de larvas de jurel

X<sub>t</sub> = longitud

Y<sub>t</sub> = latitud

Adicionalmente se determinó la mediana de los centros de gravedad. Los mapas de distribución y abundancia de larvas de jurel *T. murphyi* se elaboraron con el programa SURFER, mientras que el análisis de los datos así como los gráficos se realizaron en R (<http://www.r-project.org/>).

**Resultados**

La abundancia de las larvas de jurel *T. murphyi* por estación de muestreo fluctuó entre 3 y 561 larvas/m<sup>2</sup>, con una mediana de 21 larvas/m<sup>2</sup>. En general, se observó una baja frecuencia y abundancia, especialmente en los cruceros de verano. La abundancia promedio anual varió entre 3 y 79 larvas/m<sup>2</sup>. Las series de tiempo de la abundancia total y la abundancia promedio mostraron una tendencia ligeramente ascendente, con una alta variabilidad interanual con breves periodos de alta abundancia promedio intercaladas con periodos más largos de baja abundancia (Fig. 2).

La presencia constante de larvas de jurel *T. murphyi* durante las épocas de desove en todos los años entre 1966 y 2010 demuestra que frente a las costas del Perú se ubica un área permanente de actividad reproductiva, con la presencia de un stock desovante estable. Además, observamos en varias ocasiones la presencia de larvas en áreas donde ni las flotas pesqueras ni los cruceros científicos habían detectado la presencia de cardúmenes de *T. murphyi*, este hecho manifestaba la presencia previa de ejemplares desovantes en la zona, aun cuando estos no hayan sido detectados. Además, la presencia de larvas sería la evidencia

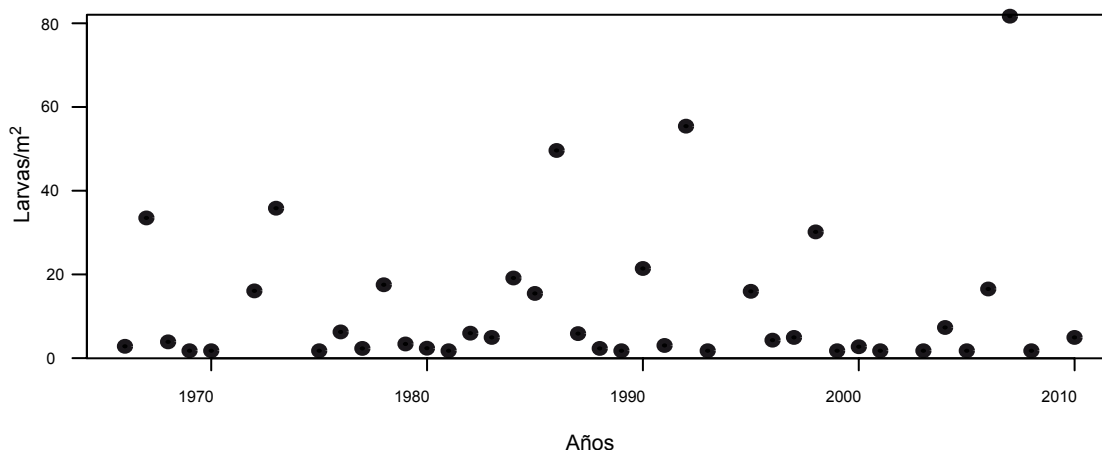
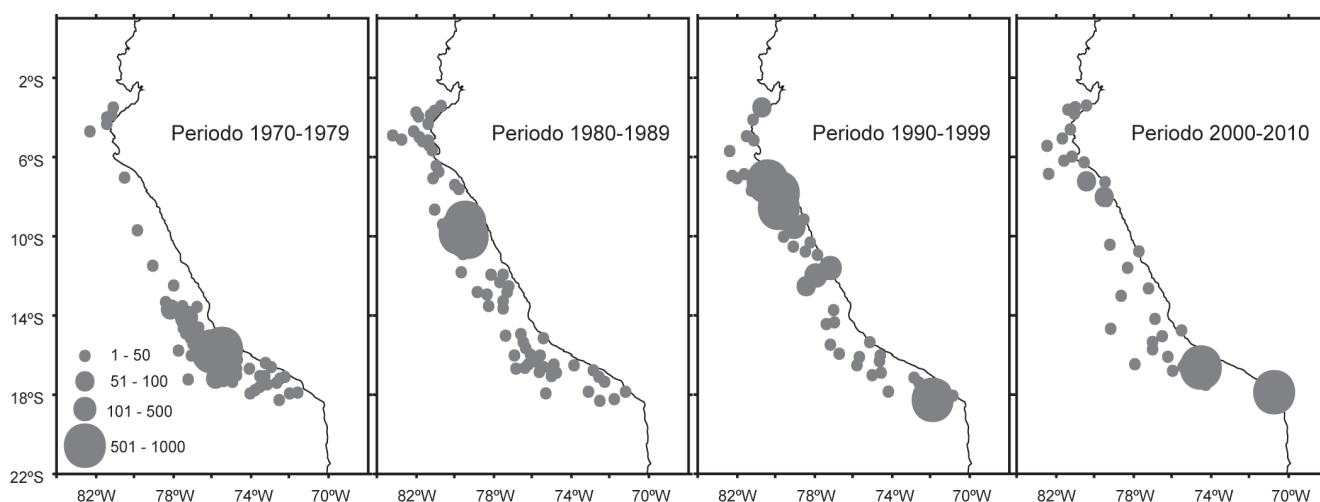


Figura 2. Abundancia anual promedio de larvas de jurel *Trachurus murphyi* (1966 – 2010).

Figure 2. Annual average abundance of Jack mackerel *Trachurus murphyi* larvae (1966 – 2010)



**Figura 3.** Patrones de distribución de larvas/m<sup>2</sup> de jurel *Trachurus murphyi* (1970 – 2010).

**Figure 3.** Distribution patterns of Jack mackerel *Trachurus murphyi* larvae/m<sup>2</sup> (1970 – 2010).

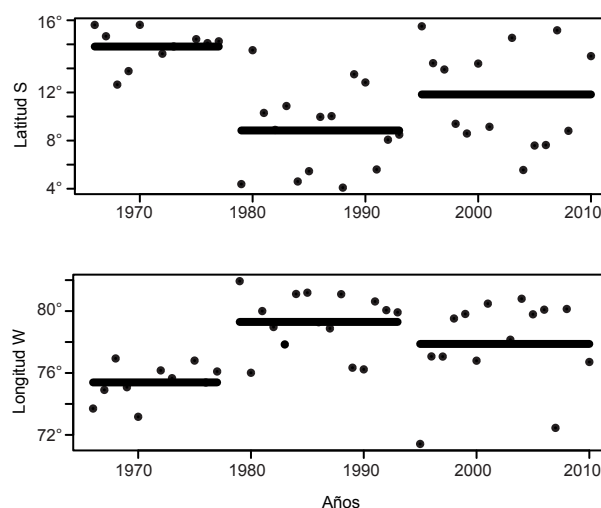
de un cambio en el comportamiento gregario de *T. murphyi* durante la fase de reproducción (Francois Gerlotto, com. pers.).

La distribución espacial de las larvas de jurel *T. murphyi* presentan cambios importantes en el tiempo (Fig. 3). Así, entre 1970 y 1979, las larvas estuvieron distribuidas principalmente en la zona sur de Perú, mientras que entre 1980 y 1989 se observa una distribución amplia frente a toda la costa peruana, con una mayor densidad al norte de los 14°S, la misma que se mantuvo en el periodo 1990 – 1999 con una expansión hacia el sur, entre el 2000 y 2010. Estos patrones de distribución observados modificaron también la ubicación de los centros de gravedad de las larvas calculados para toda la serie (Fig. 4). Se identifican tres periodos de esta modificación: el primero, entre 1966 y 1978, con el centro de gravedad situado principalmente entre los 14°S y 18°S, cercano a la costa; el segundo, entre 1979 y 1994, con el centro ubicado algo más al norte, entre los 4°S y 14°S, y algo más oceánico; y, finalmente, el tercero, entre 1995 y 2010, con una posición intermedia entre los dos periodos antes mencionados.

### Discusión

El presente trabajo muestra la continuada presencia de larvas de jurel *T. murphyi* en el mar peruano, indicando que siempre ha desovado en esta zona, poniendo en evidencia que el mar del Perú es una de las principales zonas de permanente actividad reproductiva de *T. murphyi*. Parte de la variabilidad observada en la presencia de larvas podría ser explicada por un defecto de muestreo al no cubrirse toda el área longitudinal de su distribución, que en algunos años es más costera y en otros años estarían más alejadas de la costa. En efecto, en varios cruceros las larvas se encontraban hacia el borde exterior de las estaciones más oceánicas, lo que sugiere la existencia de una distribución más oceánica, en zonas más alejadas de la costa y en parte fuera de las zonas muestreadas.

La presencia constante de larvas del jurel *T. murphyi* en el mar peruano a lo largo del tiempo refuerza dos planteamientos sobre su distribución en el el Pacífico Sudoriental. Una es la hipótesis de trabajo sobre la existencia de dos stocks o substocks, en gran parte independientes (Serra 1991, SPRFMO 2008) siendo considerado en el ámbito de la Organización Regional de Ordenamiento Pesquero del Pacífico Sur y otra es la planteada por

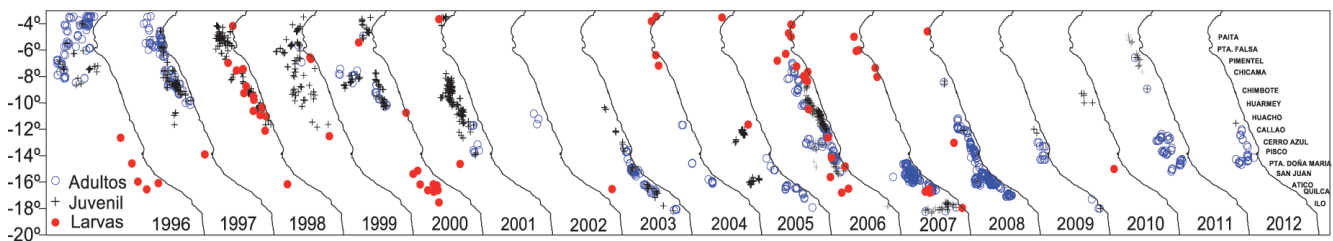


**Figura 4.** Ubicación anual de los centros de gravedad de la abundancia de larvas de jurel *Trachurus murphyi* en el mar peruano. Los puntos indican los valores anuales y las líneas punteadas indican el valor de la mediana del centro de gravedad para cada periodo.

**Figure 4.** Annual location of the centers of gravity of Jack mackerel *Trachurus murphyi* larvae in Peruvian waters. The dots indicate the annual values and the broken lines indicate the median value of the centers of gravity for each period.

Gerlotto et al. (2010) sobre la existencia de una subpoblación peruana o stock norte separado del stock chileno más al sur por la Zona de Convergencia Subtropical (Wyrtki 1967 y Fariña et al. 2008), cuya dinámica e intensidad condicionaría periodos de aislamiento y de migración entre estas subpoblaciones.

La variabilidad que se presenta en escala interanual, que corresponde a la dinámica de El Niño Oscilación Sur (ENOS), y en escala interdecadal, correspondiente a la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) (Chávez et al. 2003, Espino 2003), estarían influyendo en la disponibilidad de las larvas de jurel *T. murphyi* a lo largo del mar peruano en distintas épocas. Al respecto, la amplia distribución de larvas observada durante el Niño 97/98 y la que hubo durante el año 2006 (Fig. 5) estuvieron asociadas a un acercamiento de las Aguas Subtropicales Superficiales que habrían generado un intenso proceso de mezcla en la zona



**Figura 5.** Distribución anual de jurel en estado larva, juvenil y adulto (1996 a 2012) (adaptado de Espinoza et al. 2008)

**Figure 5.** Annual distribution of Jack mackerel in larvae, juvenile and adult stages (1996 to 2012) (adapted from Espinoza et al. 2008)

costera. Por otro lado, los cambios en el centro de gravedad de la distribución espacial de las larvas indicarían la existencia de cambios a escalas de décadas, en variables abióticas que estarían determinando su distribución. En ese sentido, la profundización de la isoterma de 15 °C, la distribución espacial de la salinidad y la profundización de la mínima de oxígeno durante las décadas de los años 1980 y 1990 estarían favoreciendo altas abundancias de larvas de jurel al norte de los 10°S, asociadas a una intromisión de Corrientes Ecuatoriales y Aguas Subtropicales Superficiales (Bertrand 2004, Flores et al. 2013).

De otro lado, al comparar la distribución de las larvas capturadas durante los cruceros de investigación con la de juveniles y adultos de jurel *T. murphyi*, provenientes de la captura comercial entre 1996 al 2012, no encontramos una correspondencia total entre todos los años comparados, solo en algunos años se observa una superposición entre ellos, como el año 2006 que muestra una cobertura espacial similar. Otros años como 1999, 2000 y 2007 coinciden en algunos puntos, pero al analizar la información sobre si provienen del mismo periodo de muestreo, solamente el año 1999 son de periodos similares, mientras que los otros dos años tienen un desfase temporal de más de seis meses. En los años 2001 y 2003 se presentan larvas al centro y al centro-sur de similar distribución latitudinal, pero en posición más oceánica que la de los adultos, sólo el 2001 tiene correspondencia temporal. Asimismo, la distribución espacial entre juveniles y larvas tampoco mostró una relación directa en los años analizados (Fig. 5), pero se observó una superposición clara en 1998.

Es evidente que la distribución espacial de adultos detectada por la flota comercial no guarda relación con la proveniente de las larvas de los cruceros, en algunos casos ello se explicaría porque los muestreos se hicieron en momentos diferentes. Sin embargo, la distribución de las larvas tampoco coincidió con la de adultos en los años 1996, 2000 y 2006, cuando los datos provenían de un mismo periodo. La discrepancia podría deberse a que la flota pesquera normalmente se concentra en las zonas de mayor densidad o biomasa del jurel *T. murphyi*, mientras que los muestreos de larvas se hacen en lugares y según trayectos prefijados. Sin embargo, las observaciones de las larvas en zonas donde no se han registrados adultos por medios convencionales es relevante, porque estarían indicando la presencia previa de ejemplares desovantes en esas zonas.

Las observaciones presentadas en este trabajo, mostrarían que la alta variabilidad entre décadas en la distribución y abundancia de larvas de jurel *T. murphyi* tiene coherencia con la variabilidad de largo plazo de las condiciones ambientales del mar peruano, por lo cual esta variabilidad de largo plazo debe ser considerada necesariamente en el proceso de evaluación de los niveles poblacionales de los adultos.

## Literatura citada

- Bertrand A., M. Segura, M. Gutiérrez & L. Vásquez. 2004. From small-scale habitat loopholes to decadal cycles: a habitat-based hypothesis explaining fluctuation in pelagic fish populations off Peru. *En: Fish and fisheries*, 5: 296–316. DOI: 10.1111/j.1467-2679.2004.00165.x
- Chávez F.P., J. Ryan, S. E. Lluch-Cota & M. Niquen. 2003. From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific ocean. *Review: Climate. Science* Vol. 299: 217–221. DOI: 10.1126/science.1075880
- Dioses T., V. H. Alarcón, M.E. Nakama & A. Echevarría. 1989. Desarrollo ovocitario, fecundidad parcial y distribución vertical de los cardúmenes en desove de jurel, *Trachurus murphyi* (N). *En: Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste. Viña del Mar, 9-13 de mayo de 1988. Rev. Pacífico Sur (Número especial) 287-294.*
- Espino M. 2003. Estrategia de gestión para el Pacífico Oriental con especial mención a la pesquería peruana. Tesis para optar el grado de Magíster en Geografía con mención en Ordenamiento y Gestión Ambiental. Unidad de Post Grado, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 102 p.
- Espinoza E., M. Niquen & Flores R. 2008. Changes in the latitudinal and longitudinal distribution of the aggregations of Jack mackerel (*Trachurus murphyi*) in the Peruvian sea during 1996 – 2007. *Chilean Jack Mackerel Workshop 30 June - 4 July. 2008.*
- Fariña J.M., P.G. Ossa & J.C. Castilla. 2008. Diversidad de los ecosistemas marinos. *En: CONAMA (Coordinador). Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos. Ocho Libros editores. Santiago de Chile. pp: 96-104.*
- Flores R., M. Espino, G. Luque & J. Quispe. 2013. Patrones de variabilidad ambiental en el mar peruano. *En: Csirke J., R. Guevara-Carrasco & M. Espino (Eds.). Ecología, pesquería y conservación del jurel (Trachurus murphyi) en el Perú. Rev. peru. biol. número especial 20(1): 021 – 028*
- Gerlotto F., M. Gutiérrez & A. Bertrand. 2010. The distribution of Jack mackerel *Trachurus murphyi* in the South Pacific Ocean: a metapopulation hypothesis. *FAST-ICES-WG annual meeting. SWNFS, NOAA, San Diego, April 2010.*
- Santander H. & R. Flores. 1983. Spawning and larval distribution of four pelagic species and their relations to marine environmental variations off Peru. *En: G.D. Sharp and J. Csirke (Eds.), Expert Consultation to Examine Changes in Abundance and Species Composition of Neritic Fish Resources, San Jose (Costa Rica), 18 Apr 1983. Proceedings: FAO Fisheries Report, FAO, Rome, Italy, 291 (2-3): 835-870.*
- Serra, J.R. 1991. Important life history aspects of the Chilean Jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. *Invest. Pesq. (Chile)36:67-83.*
- SPRFMO. 2008. Chilean Jack mackerel workshop. Report of the South Pacific Fisheries Management Organisation (SPRFMO), Chilean Jack Mackerel Workshop, Santiago, Chile, 30 June-4 July 2008:71pp
- Wyrtki K. 1967. Circulation and Water Masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Int. J. Oceanology & Limnology*, 1(2):117-147.