

Distribución espacial y variabilidad temporal de la comunidad de larvas de peces en la bahía de Málaga

Spatial and temporal distribution of the larval fish assemblage of the bay of Malaga (Western Mediterranean)

P. Marina (1), J.M. Rodríguez (2), R. Laiz-Carrión (1), A. García (1) & J. Baro (1)

- (1) Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Málaga. C/ Puerto Pesquero, s/nº ES-29640 Fuengirola. E-mail: pablo.marina@ma.ieo.es
(2) Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Gijón. C/Avda. Príncipe de Asturias, nº 70, ES-33212 Gijón

Abstract: The REMALA Project studied the spatial and temporal distribution of the larval fish assemblage over an annual cycle, in the bay of Malaga (Northwest Alboran Sea). More than 80 larval fish taxa were identified in the study area highlight its high biodiversity, jointly with the presence of larvae of species with a high commercial interest, such as e.g. *Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus* or *Pagrus pagrus*. The larval fish assemblage in the bay of Malaga appears to be a relatively stable community with some intra-annual and onshore-offshore variability.

Key words: Ichthyoplankton, Alboran Sea, fish larval assemblage, distribution.

1. INTRODUCCIÓN

El mar de Alborán posee una hidrografía compleja, donde se producen fenómenos de afloramiento costero debido al efecto de los vientos de componente norte y oeste (poniente) que arrastran lejos de la costa las aguas superficiales aflorando en superficie aguas profundas y frías Sarhan *et al.* (2000). Por sus singularidades oceanográficas y biogeográficas, en las costas mediterráneas de Andalucía existe una amplia diversidad biológica, lo que a su vez ha favorecido a una gran actividad pesquera Camiñas *et al.* (2004).

La bahía de Málaga es una zona de puesta y alevinaje de multitud de especies, constituyendo un medio ideal para el crecimiento larvario, lo que contribuye al sostenimiento de sus recursos pesqueros García (2006a). Debido a su particular hidrografía, se concentran en sus costas larvas de sardina, de boquerón así como de otras especies con interés pesquero, como *Trachurus* spp. (Reina-Hervás & Serrano, 1987) o diversos representantes del grupo de Espáridos (García *et al.*, 1981b). Como consecuencia, su hábitat nerítico ha sido tomado en cuenta por el Consejo General de Pesca del Mediterráneo para su catalogación como hábitat sensible Anon. (2010).

A pesar de lo importante que resulta el conocimiento de la comunidad ictioplanctónica de un área, los estudios enfocados a su caracterización en la bahía de Málaga son escasos. Su utilidad se manifiesta por ser clave en la evaluación y gestión pesquera, ya que en

la mayoría de especies de peces los mecanismos de control de la población actúan principalmente durante su etapa planctónica (Hjort, 1914).

Con el objetivo de conocer de manera profunda el potencial que tienen las aguas de la Bahía de Málaga de cara a la sostenibilidad de sus recursos pesqueros surgió el proyecto REMALA. En este proyecto, de carácter multidisciplinar, se enmarca el estudio de la comunidad ictioplanctónica, su distribución espacial y la variación que sufre a lo largo de un ciclo anual.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La comunidad ictioplanctónica presente en la bahía de Málaga (Sur de España), así como los parámetros oceanográficos (salinidad y temperatura), fueron estudiados durante un ciclo anual, desde septiembre de 2013 a agosto de 2014.

El muestreo se realizó en tres zonas, frente a las poblaciones de Málaga, Caleta de Vélez y Fuengirola. En cada una de estas localidades se muestrearon mensualmente 3 estaciones dispuestas en una radial perpendicular a la costa, y en un rango batimétrico comprendido entre los 25 metros y los 100 metros de profundidad.

La caracterización del medio físico se realizó mediante un CTD modelo SBE 37-SMP MicroCAT. En cada una de las nueve estaciones se midieron la conductividad (salinidad) y temperatura en la columna de agua, hasta un máximo de 100 metros de profundidad. Para la captura del ictioplancton se utilizó una red Bongo 40 equipada con mangas de 200 µm de luz de malla

Las larvas de peces se identificaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible, especie en la mayor parte de los casos.

2.1 Caracterización del ictioplancton

La caracterización de las especies se realizó en función de: (1) la abundancia (N) de cada especie en el área muestreada; (2) Índice de Frecuencia (%F), que indica el porcentaje de muestras en la que una determinada especie estuvo presente y (3) Índice de Dominancia (%D), que indica el porcentaje de individuos de una determinada especie frente al número total de individuos recolectados. Para la caracterización de las taxocenosis se utilizó la riqueza específica (S), el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el Índice de equitatividad de Pielou (J'), que se obtuvieron mediante la aplicación DIVERSE (programa PRIMER). El índice de diversidad H' de cada una de las estaciones de muestreo se evaluó mediante el modelo neutral de Caswell (Caswell, 1976), que calcula una diversidad teórica de una comunidad virtual, apoyándose en un número de individuos y especies dado, asumiendo que no existen interacciones biológicas entre ellas. Utilizando las diferencias obtenidas entre los valores de H' calculados por el modelo y los obtenidos para la comunidad estudiada, se obtiene la llamada V de Caswell, que ofrece la posibilidad de detectar si existen perturbaciones o estrés en el sistema. De esta manera valores de la V cercanos a 0 indican que el valor de H' real y esperado son similares, y una desviación de 2 puntos positivos o negativos una diferencia sustancial respecto a lo esperado.

2.1 Análisis de los datos

Se realizó el análisis ANOVA de doble vía para probar estadísticamente las diferencias en los valores de los índices entre grupos de muestras, estableciéndose como factor fijo el tiempo (meses del año). Se verificó la normalidad de los datos (Kolmogorov-Smirnov) previamente a la realización de los ANOVA. Cuando los datos no se ajustaron a una distribución normal, se realizó una transformación logarítmica de los mismos. Cuando fue necesario un análisis post-hoc, se llevó a cabo el test de Bonferroni ($p < 0,05$). Para estos procedimientos estadísticos se utilizó el programa STATISTICA.

Los datos faunísticos cuantitativos fueron analizados mediante la técnica estadística multivariante no paramétrica MDS (Multidimensional Scaling), llevados a cabo sobre una matriz de similitud de Bray-Curtis obtenida a partir de los datos de abundancias de las especies incluidas en los análisis. Las diferencias entre los grupos de muestras, de acuerdo con los factores profundidad, localidad y meses del año se evaluaron con el análisis de similitud (ANOSIM).

3. RESULTADOS

3.1 Composición y caracterización de la comunidad ictioplanctónica.

Se capturaron un total de 15.508 larvas, pertenecientes a 41 familias. Se identificaron un total de 87 taxones: 82 hasta el nivel de especie, 3 a nivel de género (*Diplodus sp.*, *Callionymus sp.* y *Solea sp.*) y 2 a nivel de familia (Gadidae spp. y Macrouridae sp.). En total se identificaron el 95,2% de las larvas de peces capturadas.

Tabla I. Especies dominantes (valores de %D ≥ 1) en la comunidad ictioplanctónica identificada en la bahía de Málaga en el presente estudio. N, abundancia total relativa (larvas $\times 10 \text{ m}^{-2}$); %D dominancia; % F, frecuencia.

| Especies | N | % D | % F |
|---|----------|-------|-------|
| <i>Ceratoscopus maderensis</i> (Lowe, 1839) | 16223,13 | 14,38 | 66,67 |
| <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792) | 16221,93 | 14,38 | 71,27 |
| <i>Bentosema glaciale</i> (Reinhardt, 1837) | 13349,94 | 11,83 | 73,56 |
| <i>Myctophum punctatum</i> Rafinesque, 1810 | 7045,31 | 6,24 | 72,42 |
| <i>Gobiidae</i> spp. Cuvier, 1816 | 4166,39 | 3,69 | 91,96 |
| <i>Lobianchia dofleini</i> (Zugmayer, 1911) | 3762,53 | 3,33 | 62,07 |
| <i>Callionymus</i> spp. Linnaeus, 1759 | 3341,31 | 2,96 | 72,42 |
| <i>Maurolicus muelleri</i> (Gmelin, 1789) | 3120,70 | 2,77 | 40,23 |
| <i>Hygophum</i> spp. Bolin, 1939 | 3012,02 | 2,67 | 40,23 |
| <i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758) | 2814,19 | 2,49 | 35,63 |
| <i>Lampanyctus crocodilus</i> (Risso, 1810) | 2635,43 | 2,34 | 40,23 |
| <i>Myctophidae</i> Gill, 1893 | 2331,89 | 2,07 | 20,69 |
| <i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868) | 1931,52 | 1,71 | 28,74 |
| <i>Diaphus holti</i> Tåning, 1918 | 1762,84 | 1,56 | 24,14 |
| <i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758) | 1742,17 | 1,54 | 44,83 |
| <i>Sparidae</i> spp. Rafinesque, 1818 | 1552,94 | 1,38 | 26,44 |
| <i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847 | 1492,64 | 1,32 | 32,18 |
| <i>Buglossidium luteum</i> (Risso, 1810) | 1464,61 | 1,30 | 16,09 |
| <i>Lestidiops jayakari</i> (Ege, 1918) | 1278,26 | 1,13 | 58,62 |
| <i>Pomatoschistus</i> spp. Gill, 1863 | 1275,72 | 1,13 | 26,44 |
| <i>Cepola macrophthalmia</i> (Linnaeus, 1758) | 1266,01 | 1,12 | 28,74 |
| <i>Hygophum benoiti</i> (Cocco, 1838) | 1218,71 | 1,08 | 40,23 |
| <i>Pagellus acarne</i> (Risso, 1827) | 1131,94 | 1,00 | 39,08 |

La familia Myctophidae fue la más diversa con 12 especies identificadas, seguida de las familias Sparidae con 6 especies y un género y Paralepididae, Gobiidae, Bothidae y Soleidae con 4 especies cada uno.

La familia Myctophidae fue también la más abundante, representando el 47,9 % del total de larvas capturadas, seguida de la familia Clupeidae, donde *S. pilchardus* representó el 14,4 % de las capturas larvarias (Tabla I). En el resto de familias identificadas, aunque mucho menos abundantes y frecuentes, se puede destacar la presencia de

especies de especial interés comercial, como son *Merluccius merluccius* (merluza), *Micromesistius poutassou* (bacaladilla), *Engraulis encrasicolus* (boquerón), *Pagellus acarne* (besugo), *Pagellus bogaraveo* (voráz), *Pagellus erythrinus* (breca), *Diplodus* spp. (sargos), *Pagrus pagrus* (pargo), *Spondylisoma cantharus* (chopa), *Trachurus trachurus* y *T. mediterraneus* (jureles), *Scomber japonicus* (caballa o tonino), *Mullus surmuletus* y *M. barbatus* (salmonetes).

La comunidad ictioplanctónica, a lo largo del año y en las tres zonas del área de estudio, estuvo dominada por tres especies. Así, *Benthoosema glaciale* y *Ceratoscopelus maderensis* (familia Myctophidae) dominaron durante los meses cálidos y *Sardina pilchardus* (familia Clupeidae) durante los meses fríos. Las tres especies presentaron valores de frecuencia elevados, entre 66 y 73 %, indicando su presencia durante la mayor parte del año en las tres zonas del área de estudio (Tabla I).

Las diferencias en los índices, que caracterizaron la taxocenosis, (H' , S , J' y N) fueron significativas en función de la profundidad y del tiempo (meses del año) (ANOVA de dos vías. $p < 0,05$) en todos los casos. Sin embargo, las diferencias entre las tres zonas estudiadas (Málaga, Caleta de Vélez y Fuengirola) no fueron significativas en ningún caso. En el análisis de la interacción entre el tiempo-zona y tiempo-profundidad se obtuvieron diferencias significativas entre tiempo-profundidad (ANOVA de dos vías. $p < 0,05$) y para H' , J' y N . El análisis post-hoc de Bonferroni puso de manifiesto que en lo relativo a la profundidad, las diferencias significativas se dieron solamente entre la estación somera y las dos más profundas, siendo éstas las que presentaron unos valores de diversidad más elevados. También se observó un aumento significativo de los índices ($p < 0,05$) durante la época cálida del año (meses de mayo a agosto) frente a la época fría (septiembre a abril).

Según el modelo neutral de Caswell, el 77% de las muestras analizadas presentaron valores de H' por encima de lo esperado ($V > 0$) y ocho de las muestras presentaron un valor de V superior a 2, lo que indica una diferencia sustancial respecto al valor esperado. Solamente una (Málaga septiembre 60m) presentó valores negativos de esa magnitud.

3.2 Análisis de la afinidad en el ictioplancton (cluster y MDS)

A primera vista parece que las muestras presentaron cierta agrupación en función de los factores profundidad así como por la época del año. El análisis de afinidad mostró la existencia de una agrupación en función de dichos factores, aunque con cierto solapamiento entre los meses de transición entre la

época cálida y fría, al igual de lo observado para los índices de diversidad.

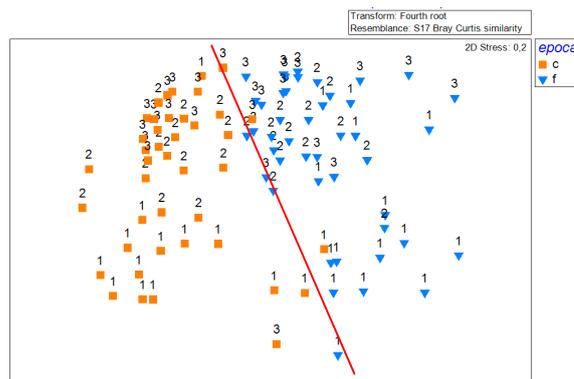


Fig. 1. MDS obtenida a partir de los datos cuantitativos en función de los factores profundidad (1 = - 30 m; 2 = - 70 m; 3 = -100 m) y época del año (c, cálida; f, fría).

No obstante, con el análisis de similitud ANOSIM de dos vías se obtuvieron diferencias significativas entre las estaciones, en función de los factores profundidad ($R= 0,432$; $p = 0,001$ y de la época del año ($R= 0,753$; $p = 0,001$, pero no entre las localidades ($R= -0,041$; $p = 0,77$).

4. DISCUSIÓN

Según Sabatés 1990, los patrones de distribución de las comunidades de larvas de peces suelen responder a una combinación de factores que generalmente se traduce en una distribución heterogénea tanto espacial como temporal. Este hecho, se refleja en el presente estudio desde el punto de vista temporal, ya que encontramos diferencias en la composición de la comunidad de larvas a lo largo del año (ANOSIM). En cuanto a la distribución espacial también obtenemos este patrón, pero es cierto que se produce únicamente en función de la profundidad, de manera que la comunidad presenta un carácter homogéneo en su composición taxonómica entre las localidades de estudio. No obstante la homogénea comunidad ictioplanctónica identificada, presenta valores de riqueza específica elevados, superando al de estudios similares desarrollados en la misma zona (Rodríguez, 1990), así como en otras áreas del Mediterráneo occidental (Álvarez *et al.*, 2012) y oriental (Avsar & Mavruk, 2011) y el Atlántico Peninsular (Catalán *et al.*, 2006; Mafalda & Rubín, 2006). Las familias identificadas en el presente estudio se corresponden en gran medida a las descritas por Rodríguez 1990, coincidiendo en la dominancia de los mictófididos (durante la época cálida) y de la sardina (en la época fría).

Los resultados de este estudio sugieren que la bahía de Málaga es una zona de puesta y alevinaje para multitud de especies, lo que le confiere a esta bahía una gran importancia desde el punto de vista ecológico, pero también pesquero, ya que algunas de

las especies encontradas poseen un elevado valor comercial, siendo muy apreciadas en los mercados locales, como ocurre con el pargo, el boquerón o el salmonete, confiriéndole este valor añadido al área.

El análisis de comunidades de organismos marinos mediante el cálculo de determinados índices de biodiversidad (H' , d , J' , etc) es una práctica habitual, en el estudio de diversos grupos de invertebrados marinos bentónicos (Marina *et al.*, 2012; Mateo-Ramírez & García Raso, 2012). Sin embargo en los estudios de las comunidades ictioplanctónicas no es una práctica tan habitual, y no encontramos ninguno dentro del área de estudio que nos ocupa. Es por ello que someter nuestros datos al Modelo Neutral de Caswell es especialmente interesante en este caso, ya que nos permite establecer de manera objetiva si los valores de biodiversidad obtenidos para la comunidad son mayores o menores de lo esperado.

5. CONCLUSIONES

Las larvas de peces presentes en la bahía de Málaga se presentan como una comunidad homogénea en su distribución espacial, aunque presenta variaciones en su composición relacionada con la profundidad y la época del año. También presenta valores de biodiversidad elevados. Entre las especies que conforman la comunidad existen algunas con marcada importancia ecológica, como son las pertenecientes al grupo de los mictófidios, y otras como la sardina, el boquerón, el pargo, la merluza o el salmonete, que poseen el valor añadido, el del interés socio-económico que representan.

Agradecimientos

A todos nuestros compañeros del Centro Oceanográfico de Málaga, del Instituto Español de Oceanografía, que han contribuido con su trabajo y esfuerzo al Proyecto REMALA, así como a los capitanes y la tripulación del B/O Francisco de Paula Navarro y B/O Isla de Alborán a bordo de los cuales hemos realizado las campañas oceanográficas.

REFERENCIAS

Álvarez, I., Catalán, I.A., Jordi, A., Palmer, M., Sabatés, A. & Basterretxea, G. (2012). Drivers of larval fish assemblage shift during the spring-summer transition in the coastal Mediterranean. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 94, 127-135.

Anon., 2010. General Fisheries Council (GFCM) Subcommittee of Marine Environment and Ecosystems

GFCM:SAC13/2011/Inf.5, Malta 29 November- 2 December 2010.

Avsar, D. & Mavruk S. (2011). Temporal Changes in Ichthyoplankton Abundance and Composition of Babadillimanı Bight: Western Entrance of Mersin Bay (Northeastern Mediterranean). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11, 121-130

Camiñas, J. A., J. Baro & R. Abad (2004). La pesca en el Mediterráneo Andaluz. Servicio de Publicaciones de la Fundación Unicaja. Málaga. 264 pp. ISBN: 84-95979-24-1

Caswell, H. (1976). Community structure: a neutral model analysis. *Ecological Monographs* 46, 327-354.

Catalán, I. A., Rubín, J. P., Navarro, G., & Prieto, L. (2006). Larval fish distribution in two different hydrographic situations in the Gulf of Cádiz. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 53, 1377-1390.

García, A. (2006a). Estudio sobre la variabilidad del crecimiento larvario de la sardina (*Sardina pilchardus*, Walbaum) del Mar de Alboran. Tesis Doctoral Universidad de Vigo.

García, A., Crespo J. & Rey J.D. (1981b). A contribution to the knowledge of the southern part of Spain's Mediterranean coastal zone including a description of a beach seine fishery. FAO. *CGPM, Etudes et Revues*, 58, 139-155.

Hjort, J. (1914) Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe viewed in the light of biological research. *Rapports et Procés - Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 20, 228 pp.

Mafalda Júnior, P., & Rubín, J. P. D. (2006). Interannual variation of larval fish assemblages in the Gulf of Cadiz (SW Iberian Peninsula) in relation to summer oceanographic conditions. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49, 287-296.

Marina, P., Urra, J., Rueda, J.L. & Salas, C. (2012) Composition and structure of a molluscan assemblage associated with a *Cymodocea nodosa* bed in south-eastern Spain: seasonal and diel variation. *Helgoland Marine Research*, 66, 585-599.

Mateo-Ramírez, A. & García Raso, J.E. (2012). Temporal changes in the structure of the crustacean decapod assemblages associated with *Cymodocea nodosa* meadows from the Alboran Sea (Western Mediterranean Sea). *Marine Ecology* 33, 302-316

Reina-Hervás, J.A. & P. Serrano (1987). Structural and seasonal variations of inshore fish populations in Málaga Bay, Southeastern Spain. *Marine Biology* 95, 501-508.

Sarhan, T., García Lafuente, J., Vargas, M., Vargas J.M., & Plaza, F. (2000). Upwelling mechanisms in the northwestern Alboran Sea. *Journal of Marine Systems* 23, 317-331.