

Ictioplancton asociado a praderas de *Posidonia oceanica* durante la época estival en la reserva marina de Tabarca

Y. del Pilar Ruso & J. T. Bayle Sempere

Del Pilar Ruso, Y. & Bayle Sempere, J. T., 2007. Ictioplancton asociado a praderas de *Posidonia oceanica* durante la época estival en la reserva marina de Tabarca. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, vol. 5: 1–11.

Abstract

Ichthyoplankton associated with P. oceanica meadows during the summer season in the Tabarca marine reserve.— Habitat complexity plays a key role in survival in early stages of fish larvae. We investigated fish larvae assemblage and its relation with *P. oceanica* seagrass at the Tabarca Island Marine Reserve. Samples were taken using moored plankton nets at two depths (0 and 2 m from *P. oceanica* meadow) over five consecutive days in July 2000. Three hundred and fifty-three larvae were captured. The most abundant families were Clupeidae (31%), Sparidae (27%), Engraulidae (11%) and Gobiidae (6%). We observed that small fish larvae were able to select nursery areas. We conclude that the *P. oceanica* leaf canopy is a major factor in structuring the larval fish assemblages of some demersal species.

Key words: Fish larvae, Seagrasses, Habitat shelter, Moored plankton nets.

Resumen

Ictioplancton asociado a praderas de Posidonia oceanica durante la época estival en la reserva marina de Tabarca.— El hábitat es un factor decisivo en la supervivencia de los estadios tempranos. Los objetivos de este trabajo se centran en describir el poblamiento ictioplantónico de la pradera de *P. oceanica* en la reserva marina de Tabarca, así como su comportamiento según el periodo día-noche. Se calaron redes fijas a nivel de *P. oceanica* y a 2 m por encima de ella durante cinco días en julio de 2000. Se capturaron 353 larvas. Las familias más abundantes fueron Clupeidae, Sparidae, Engraulidae y Gobiidae, representando el 31%, el 27%, el 11% y el 6%, respectivamente. Especies de pequeño tamaño presentan capacidad de seleccionar el hábitat. Concluimos que la pradera de *P. oceanica* es un factor determinante de la estructura del poblamiento larvario de especies demersales.

Palabras clave: Larvas de peces, Fanerógamas marinas, Refugio, Redes fijas de plancton.

(Rebut: 25/05/2007; Acceptació definitiva: 07/09/2007)

Yoana del Pilar Ruso⁽¹⁾ y Just T. Bayle Sempere⁽²⁾, *Unidad de Biología Marina, Depto. de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Univ. de Alicante, Ap. de correos 99, 03080 Alicante, España (Spain).*

⁽¹⁾E-mail: yoana.delpilar@ua.es

⁽²⁾E-mail: Just.bayle@ua.es

Introducción

Durante los primeros estadios de desarrollo, los teleósteos forman parte del plancton. Esta fase comprende el periodo que transcurre desde la fecundación de los huevos hasta el asentamiento de la larva, que coincide en la mayoría de los casos con la metamorfosis de larva a juvenil (Roberts, 1996). La supervivencia en esta fase larvaria es incierta y crítica, dependiendo de factores biológicos (disponibilidad de alimento, abundancia de predadores, competencia, mortalidad intrínseca, migraciones verticales y horizontales...), así como de condiciones físicas del medio (temperatura, corrientes, viento, periodos día/noche, fases lunares, afloramientos, salinidad...). La interacción entre estos factores físicos y biológicos influirá en la variación de la intensidad del reclutamiento en el espacio y en el tiempo. Esto se considera como el principal determinante del tamaño poblacional de adultos (Cushing, 1975; Sinclair, 1988).

Trabajos sobre la biología de la fase larvaria muestran patrones específicos respecto a varios aspectos. La dispersión, activa y/o pasiva (Cowen, 1991) y la fase de asentamiento (Sweatman, 1983; Meekan, 1988; Planes et al., 1993) son los procesos más importantes implicados en la distribución larvaria. El comportamiento de las larvas parece influir también en su patrón de distribución (Leis, 1991), determinando en conjunto la distribución de la población adulta.

El hábitat es un factor decisivo en la supervivencia de los estadios tempranos de desarrollo, así como para la población adulta (Shulman, 1984; García Charton et al., 2004). Los principales beneficios que aportan los hábitats estructurados y complejos frente a las zonas descubiertas son la disponibilidad de alimento (Hemminga y Duarte, 2000) y la protección (Gotceicas & Colgan, 1989). Uno de los hábitats supuestos como áreas de asentamiento son las praderas de fanerógamas marinas, como *Posidonia oceanica* (Kikuchi, 1980; Bell & Harmelien-Vivien, 1982; Shulman, 1984; Jiménez et al., 1996). En el Mediterráneo forma uno de los ecosistemas más importantes, representando la comunidad más madura y compleja de los fondos blandos infralitorales (Pérès & Picard, 1964; Pérès, 1977). En Tabarca estas praderas muestran un posible óptimo ecológico, con elevados valores de densidad y cobertura (Sánchez-Lizaso, 1993).

Son numerosos los trabajos que inciden en la importancia de las praderas de *P. oceanica* como zonas de asentamiento, pero son inexistentes las evidencias documentadas que evalúen dicho papel. Los objetivos de este trabajo son: 1. Describir la composición del ictioplancton asociado a las praderas de *P. oceanica*; 2. Describir los cambios en la composición del poblamiento entre periodos diurnos y nocturnos, a nivel de pradera y en la columna de agua más cercana.

Material y métodos

Área de estudio y diseño experimental

El estudio se ha llevado a cabo al sur de la reserva marina de Tabarca, sobre la isóbata de los 15 m (fig. 1). En la zona de muestreo se calaron redes a dos profundidades, 0 m (redes caladas a nivel de pradera) y 2 m (redes caladas a 2 m encima de la pradera) para muestrear la columna de agua situada inmediatamente por encima de la pradera. En ambas profundidades se tomaron muestras tanto diurnas como nocturnas, siendo el número de réplicas igual a tres. El muestreo se realizó durante cinco días consecutivos del 25 al 29 de julio del 2000. Se siguió un diseño mixto, con dos factores fijos y ortogonales (altura y periodo) y un factor al azar y anidado a periodo (tiempo).

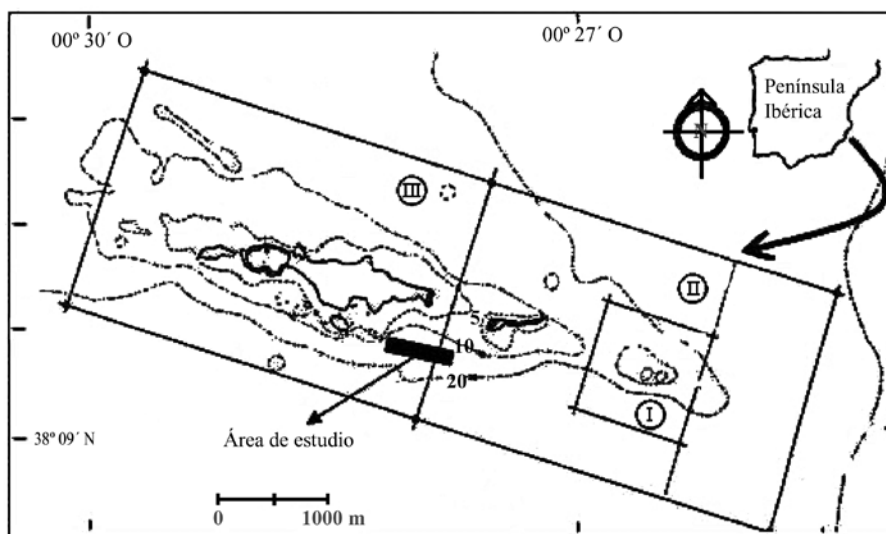


Fig. 1. Localización del área de estudio.

Fig. 1. Location of study area.

Muestreo y tratamiento de las muestras

Las muestras se recogieron mediante redes de plancton fijas de 160 cm de longitud de copo, 330 micras de luz de malla y 56 cm de diámetro de boca. Dichas redes se dispusieron de manera que se orientaban según la dirección de la corriente, manteniéndose con un flotador y un ancla diseñados para tal fin. De esta manera, las redes podían pivotar en caso de que cambiara la dirección de la corriente. Para el cálculo del volumen filtrado se utilizó un flujómetro (General Oceanic, 2030). Las muestras se filtraban y fijaban en una solución de formol y agua de mar al 4%, para su posterior tratamiento. En el laboratorio se separaron las larvas y los huevos de peces del resto de plancton. Debido a que el reducido tamaño dificultaba su identificación, se decidió clasificar todos los especímenes a nivel de familia. Los huevos no se llegaron a identificar, considerándose sólo el total capturado. Los datos se expresaron en densidad de larvas por 100 m³.

Resultados

Composición del poblamiento

Se capturaron un total de 353 larvas, que se incluyeron en 19 categorías (tabla 1). El 12% del total de las capturas (42 individuos) no pudieron identificarse por ser larvas preflexión o por su mal estado. El 23% (85 individuos) se consideraron dentro de la categoría de larvas lecitotróficas, que aún presentaban vitelo y no habían desarrollado los caracteres necesarios para su identificación. El 70% (226 larvas) se pudieron identificar y fueron clasificadas en 17 familias. En total se recolectaron 6.197 huevos, capturándose el 58% en una sola muestra.

Las familias más abundantes fueron Clupeidae, Sparidae, Engraulidae y Gobiidae, representando el 31%, el 27%, el 11% y el 6%, respectivamente, del total de larvas identi-

Tabla 1. Abundancia media de larvas de peces por 100 m³ capturadas para cada periodo del día durante el muestreo en julio del 2000.

Table 1. Mean abundance of fish larvae per 100 m³ for diel period captures during sampling in July 2000.

Orden	Familia	Día	Noche
Clupeiformes	Clupeidae	0,3 ± 0,13	2,07 ± 0,58
	Engraulidae	0,43 ± 0,20	0,37 ± 0,10
	Gonostomatidae	/	0,03 ± 0,03
Scopeliformes	Myctophidae		0,17 ± 0,08
Perciformes	Serranidae	0,10 ± 0,06	0,23 ± 0,09
	Cepolidae	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,03
	Carangidae		0,20 ± 0,20
	Sparidae	0,36 ± 0,12	1,67 ± 0,29
	Pomacentridae		0,20 ± 0,07
	Labridae	0,03 ± 0,03	0,20 ± 0,09
	Gobiidae	0,06 ± 0,04	0,40 ± 0,14
	Callionimidae	0,03 ± 0,03	
	Bleniidae		0,20 ± 0,07
	Scorpaenidae		0,06 ± 0,04
Scopeliformes	Triglidae		0,06 ± 0,04
Scorpaeniformes			
Pleuronectiformes	Bothidae	0,03 ± 0,03	0,13 ± 0,06
Gobiesociformes	Gobiesocidae		0,10 ± 0,06
	No identificadas	0,50 ± 0,17	0,90 ± 0,17
	Lecitotróficas	1,87 ± 0,39	0,97 ± 0,21

ficadas. Se capturaron un mayor número de familias durante la noche (fig. 2) y a 2 m por encima de la pradera de *P. oceanica* (fig. 3). Considerando el total de larvas (identificadas, no identificadas y lecitotróficas), también fue recolectado un mayor número de las mismas a 2 metros de la pradera (fig. 4A) y durante los muestreos nocturnos (fig. 4B).

Con un total de 71 individuos clasificados como Clupeidae, esta familia es la que cuenta con mayor número de ejemplares. El tamaño de las larvas osciló entre 2,5 y 6,0 mm de longitud estándar. Durante el día no se capturaron ejemplares a nivel de *P. oceanica*, mostrando una mayor densidad a lo largo de toda la columna de agua durante la noche (fig. 5). Con un total de 61 individuos clasificados, Sparidae constituye la segunda familia mejor representada. El tamaño de las larvas osciló entre 1,5 y 2,4 mm de longitud estándar. La presencia de ejemplares a nivel de *P. oceanica* durante el día fue menor, mostrando una mayor densidad a lo largo de toda la columna de agua durante la noche (fig. 5). De la familia Engraulidae se identificaron 24 individuos, cuyo tamaño osciló entre 2,0 y 6,0 mm de longitud estándar. Los ejemplares fueron capturados tanto a lo largo de toda la columna de agua como en los dos periodos de tiempo muestreados (fig. 5). Gobiidae fue la cuarta familia en cuanto a número de individuos recolectados (14 individuos). El tamaño de las larvas osciló entre 1,6 y 2,5 mm de longitud estándar. Se encontraron individuos a ambas profundidades y a nivel de pradera no aparecieron durante el día (fig. 5).

Discusión

El poblamiento de larvas de peces asociado a las praderas de *P. oceanica* se estudió durante la época estival porque en este momento el poblamiento larvario presenta un mayor nivel

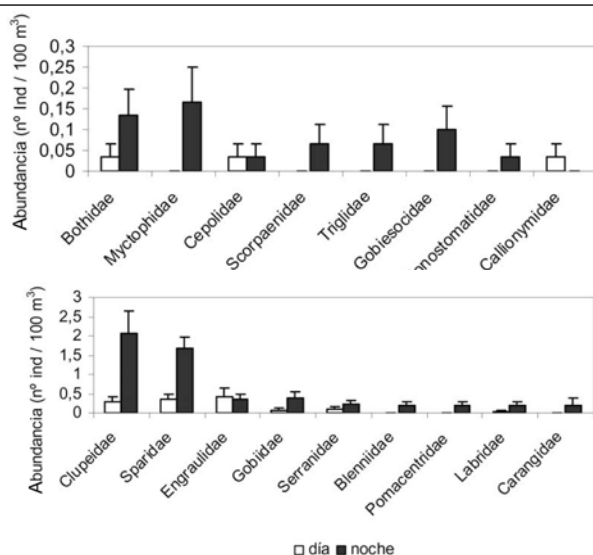


Fig. 2. Abundancia media de las 17 familias de larvas de peces para el factor periodo.
 Fig. 2. Mean abundance of the 17 fish larvae families during the diel period.

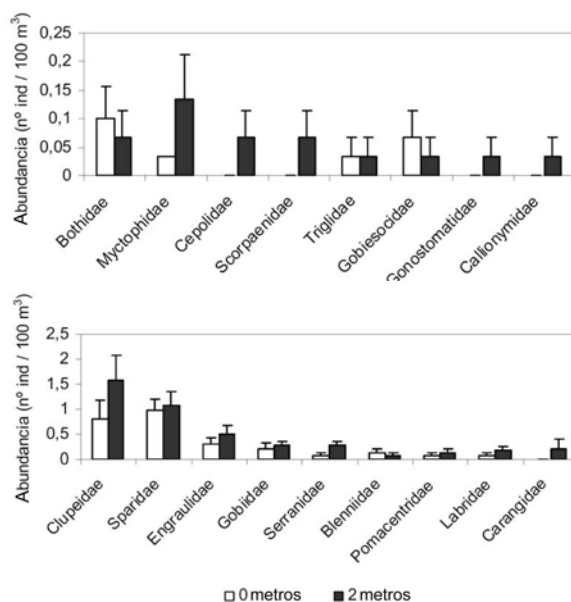


Fig. 3. Abundancia media de las 17 familias de larvas de peces para el factor altura.
 Fig. 3. Mean abundance of the 17 fish larvae families according to depth.

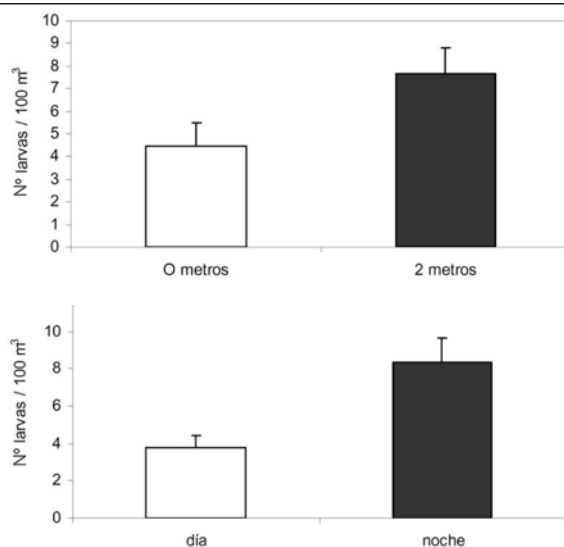


Fig. 4. Abundancia media de larvas para el factor altura (A) y para el factor periodo (B).
 Fig. 4. Mean abundance of larvae according to depth (A) and diel period (B).

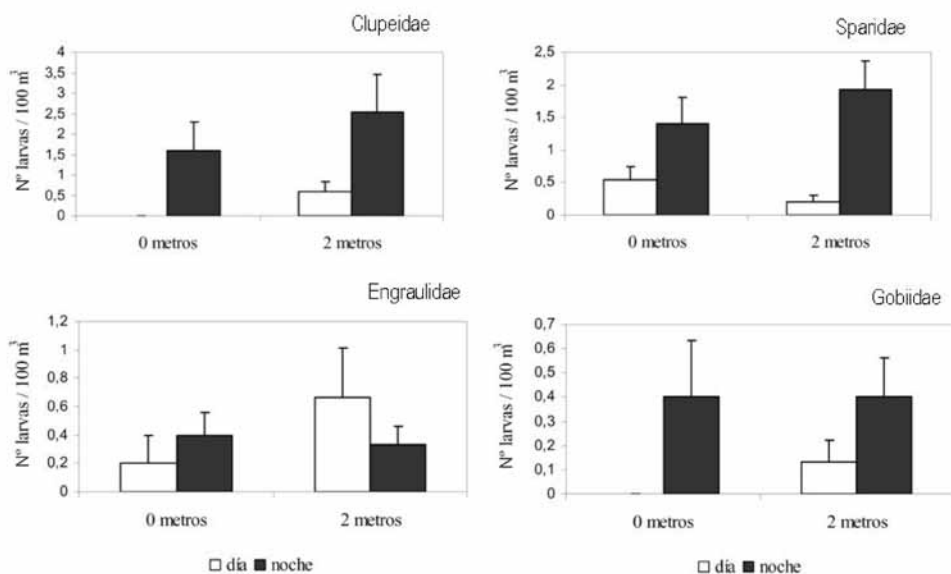


Fig. 5. Densidad de larvas de las familias Clupeidae, Sparidae, Engraulidae y Gobiidae.
 Fig. 5. Larva density for Clupeidae, Sparidae, Engraulidae and Gobiidae.

de diversidad (Bordehore et al., 2001). Dicho poblamiento se caracterizó principalmente por la presencia de cuatro familias: Clupeidae, de la que se clasificaron los individuos como *Sardinella aurita*, Engraulidae, siendo la mayoría ejemplares de la especie *Engraulus encrasicolus*, Sparidae y Gobiidae, de los que no se identificaron especies.

La composición del poblamiento ictioplanctónico recolectado es muy similar a la obtenida en estudios previos realizados en el Mediterráneo durante la estación estival (Bordehore et al., 2001), aunque en este caso el poblamiento presenta ciertas singularidades debidas al muestreo próximo a la pradera. De manera general, los resultados también muestran diferencias al compararse con otras áreas, como arrecifes de coral (Harris et al., 1995; Gray, 1996) o plataformas continentales (Sabatés, 1988; Olivar & Sabatés, 1997) lo que refuerza la importancia del tipo de hábitat en la estructuración del poblamiento ictioplanctónico.

Se han observado diferencias respecto a otros trabajos en el número de familias y en el tamaño de los individuos, que probablemente sean debidas al método de muestreo. La abundancia de familias capturadas es similar a las obtenidas en otros estudios en los que se emplearon redes de plancton fijas (Bordehore et al., 2001), pero difiere al compararla con resultados obtenidos mediante trampas de luz (Leis et al., 1996) o redes de arrastre (Sabatés, 1988; Gray, 1996). En cuanto al tamaño de las larvas, se observa que el uso de redes fijas permite la captura de larvas preflexión, sin ser destruidas, mientras que las larvas en estadios más desarrollados aparecen con menor frecuencia posiblemente porque puedan evitar las redes al ser capaces de nadar (Leis & Carson-Ewart, 1994) y no ser únicamente desplazadas por advección (Montgomery et al., 2001). Sin embargo, las redes de arrastre destrozan las larvas de menor tamaño, capturando sólo larvas grandes.

El hecho de que la mayoría de las larvas, más concretamente aquellas con adultos de hábitos demersales, permanezcan en la columna de agua cerca del fondo, indica que los individuos aún no han alcanzado el tamaño necesario para que tenga lugar el asentamiento definitivo. De hecho, ninguna de las larvas de las familias Scorpaenidae ni Callyonimidae, cuyos adultos están ligados al fondo, se ha capturado a nivel de pradera. Asimismo, se ha obtenido un mayor número de ejemplares de las familias Blenidae, Serranidae y Labridae por encima de la pradera. En general, se considera que el asentamiento en el hábitat de cría está limitado a larvas de mayor tamaño (Leis & Stobutzki, 1999). En estudios realizados en arrecifes de coral se capturan mayor número de larvas de peces postflexión cerca del fondo, mientras que las de menor tamaño se capturan en aguas más superficiales. A partir de estos trabajos se ha definido una correlación entre el tamaño de las larvas y la profundidad a la que se localizan dentro de la columna de agua (Leis & Stobutzki, 1999). Sin embargo, no hay que olvidar que el área de estudio de este trabajo está limitada a 2 m por encima de la pradera donde, como ya se ha explicado, se han encontrado un número elevado de individuos, en su mayoría en estado preflexión, por lo que podría pensarse que las larvas presentan capacidad para seleccionar el área de asentamiento ya en estadios de desarrollo temprano.

El patrón de distribución más común para la mayoría de las larvas de peces es desplazarse hacia capas más superficiales por la noche (Kendall & Naplin, 1981) y permanecer en aguas más profundas durante el día, buscando refugio frente a depredadores. Sin embargo hay especies que no presentan tal comportamiento, puesto que no se desplazan verticalmente con relación al periodo del día, o bien se desplazan a capas más profundas durante la noche que durante el día (Munk et al., 1989; Leis, 1991). No hay que olvidar que la distribución vertical y los patrones de distribución son característicos de cada especie (Ahlstrom, 1959) y para cada estadio ontogénico (Heath et al., 1991). En este estudio, dos de las 17 familias identificadas, Sparidae y Bothidae, presentan el patrón de distribución descrito por Kendall & Naplin (1981). Las 15 familias restantes varían respecto a su distribución a lo largo de la columna con relación al periodo del día. *Sardinella aurita* se mantiene de forma homogénea en ambas profundidades por la noche, desplazándose a capas más superficiales durante el día. Este mismo comportamiento se observa en las

larvas de la família Gobiidae. *Engraulis encrasicolus* se captura a ambdues profunditats i en ambdós períodes del dia, però se obté un major nombre d'individus durant la nit a 0 m, mentre que durant el dia predominen per sobre de la pradera. En el cas de les praderes de *P. oceanica*, els resultats semblen demostrar que certs taxons la utilitzen com a refugi durant el dia.

Se considera que la complexitat física del hàbitat és un dels principals determinants de la estructura del poblament íctic associat (Orth et al., 1984) i és important per a l'assentament de les larves (Kikuchi, 1980). Certs estudis proposen que les larves de peixos no usen el hàbitat de forma aleatòria (Ault & Johnson, 1998), demostrant-se que l'assentament de les larves de peixos en àrees de pradera respon a la estructura del hàbitat a escala local, i fins i tot a nivell de praderes individuals (Bell & Westoby, 1986), fent créixer el nombre de les taxes de supervivència. A més, poden discriminar entre les praderes amb i sense refugi (Bell et al., 1987) i fins i tot redistribuir-se dins de la pradera per seleccionar microhàbitats que millorin la supervivència. Encara que calen més estudis que incidin sobre processos d'assentament en el Mediterrani a majors escales espacial i temporal, aquests resultats demostren la influència de la pradera de *Posidonia* i el seu paper com a zona de refugi davant depredadors potencials, encara que limitat a algunes espècies demersals, com a Sparidae i Bothidae. Els resultats apunten a l'importància de les praderes de *P. oceanica* com a zones de cria i a la necessitat de la seva protecció per a una correcta gestió dels recursos litorals.

Agradecimientos

Querem agrair la ajuda de la Dra. Anna Sabatés (ICM-CSIC) en la identificació del material. Igualment, volem donar les gràcies al Club Nàutic de Santa Pola per oferir-nos les instal·lacions. Aquest treball va ser parcialment finançat pel Institut Alicantí de Cultura Juan Gil-Albert de la Diputació d'Alicante, que dotà amb una beca d'investigació a Yoana del Pilar Ruso.

Referencias

- Ahlstrom, E. H., 1959. Distribution and abundance of eggs of the Pacific sardine 1952–1956. *Fisheries Bulletin U.S.*, 60: 185–213.
- Ault, T. R. & Johnson, C. R., 1998. Relationships between habitat and recruitment of three species of damselfish (Pomacentridae) at Heron Reef, Great Barrier Reef. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 223: 145–166.
- Bell, J. D. & Harmelien-Vivien, C. V., 1982. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* meadows. 1 Community structure. *Tethys*, 10(4): 1–14.
- Bell, J. D. & Westoby, M., 1986. Variation in seagrass height and density over a wide spatial scale: effects on common fish and decapods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 104: 275–295.
- Bell, J. D., Westoby, M. & Steffe, A. S., 1987. Fish larvae settling in seagrass: do they discriminate between beds of different leaf density? *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, 111: 133–144.
- Bordejore, C., Bayle Sempere, J. T. & Ramos Esplá, A. A., 2001. Composició i variabilitat del ictioplàncton costero en la Reserva Marina de Tabarca, sud-est ibèric. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 17(1 y 2): 61–71.
- Cowen, R. K., 1991. Larval dispersal and retention and consequences for population connectivity. In: *Coral Reef Fishes. Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem*: 170–199 (P. F. Sale, Ed.). Academic Press (San Diego), California.

- Cushing, D. H., 1975. *Marine Ecology and Fisheries*. Cambridge Univ. Press, United Kingdom.
- García Charton, J. A., Pérez Ruzafa, A., Sánchez Jerez, P., Bayle Sempere, J. T., Reñones, O. & Moreno, D., 2004. Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblage. *Marine Biology*, 144: 161–182.
- Gotceitas, V. & Colgan, P., 1989. Predator foraging success and habitat complexity: quantitative test of the threshold hypothesis. *Oecologia*, 80: 158–166.
- Gray, C. A., 1996. Small-scale temporal variability in assemblages of larval fishes: implications for sampling. *Journal of Plankton Research*, 18(9): 1643–1657.
- Harris, S. A. & Cyrus, D. P., 1995. Occurrence of fish larvae in the St. Lucia Estuarine, Kwazulu – Natal, South Africa. *South African Journal Marine Science*, 16: 333–350.
- Heath, M. R., Brander, K., Munk, P. & Brankine, P., 1991. Vertical distributions of autumn spawned larval herring (*Clupea harrengus*, L.) in the North Sea. *Continental and Shelf Research*, 11: 1425–1452.
- Hemminga, M. A. & Duarte, C. M., 2000. *Seagrass Ecology*. United Kingdom, Cambridge.
- Jiménez, S., Cano, R., Bayle, J. T., Ramos, A. A. & Sánchez Lizaso, J. L., 1996. *Las praderas de Posidonia oceánica (L.) Delile como zonas de protección de juveniles de especies de interés comercial*. Tomo extraordinario: 375–378. 125 Aniversario de la Real Sociedad Española de Historia Natural.
- Kendall, A. W. & Naplin, J. R., 1981. Diel–depth distribution of summer ichthyoplankton in the middle Atlantic Bight. *Fisheries Bulletin U. S.*, 79: 705–726.
- Kikuchi, T., 1980. Faunal relationships in temperate seagrass beds. In: *Handbook of seagrass biology: an ecosystem perspective*: 135–172 (P. Philips & J. McRoy, Eds.). Garland STPM Press, York.
- Leis, J. M., 1991. The pelagic stage of coral reef fishes: the larval biology of coral reef fishes. In: *The ecology of fishes on coral reef fishes*: 183–230 (P. F. Sale, Ed.). Academic Press, Nueva York.
- Leis, J. M. & Carson–Ewart, B. M., 1994. Complex behaviour by coral–reef larvae in open–water and near reef. Pelagic environments. *Environmental Biology of Fishes*, 53: 266–298.
- Leis, J. M. & Stobutzki, I. C., 1999. Swimming performance of late pelagic larvae of Coral Reef fishes: In situ and laboratory – based measurements. in: *Proceeding of the 5th Indo–Pacific Fish Conference, Nouméa, 1997*: 575–583 (B. Séret & J. Y. Sire, Eds.). Société Française d'Ichthyologie e Institut de Recherche pour le Développement, Paris.
- Leis, J. M., Sweatman, P. A. & Reader, S. E., 1996. What pelagic stages of coral reef fishes are doing in blue water: daytime field observation of larval behavioral capabilities. *Marine and Freshwater Research*, 47: 401–412.
- Meekan, M. G., 1988. Settlement and mortality patterns of juvenile reef fishes at Lizard Island Northern Great Barrier Reef. *Proc. 6th Int. Coral Reef Symp*, 2: 779–784.
- Montgomery, J., Tolimieri, C. N. & Haine, O. S., 2001. Active habitat selection by pre–settlement reef fishes. *Fish and Fisheries*, 2: 261–277.
- Munk, P., Kiorboe, T. & Christensen, V., 1989. Vertical migrations of herring, *Clupea harrengus*, larvae in relation to light and prey distribution. *Environmental Biology of Fishes*, 26: 87–96.
- Olivar, M. P. & Sabatés, A., 1997. Vertical distribution of fish larvae in the North–West Mediterranean Sea in spring. *Marine Biology*, 129: 289–300.
- Orth, R. J., Heck, K. L. & Van Montfrans, L., 1984. Faunal communities in seagrass beds: a review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator–prey relationships. *Estuaries*, 31: 1–137.
- Pérès, J. M., 1977. Utilité et importance de l'herbier de posidonies en Méditerranée. *Bull. Off. Nat. Pêches Tunisie*, 1(1): 3–8.
- Pérès, J. M. & Picard, J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Medi-

- terraneé. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, 31(47): 1–137.
- Planes, S., Levefre, A., Legendre, P. & Galzin, R., 1993. Spatio-temporal variability in fish recruitment to a coral reef (Moorea, French Polynesia). *Coral Reefs*, 12: 105–113.
- Roberts, C. M., 1996. Settlement and beyond: population regulation and community structure of reef fishes. In: *Reef Fisheries*: 81–112 (C. Nicholas, V. C. Polunin & Callun, Ed.). Chaoman y May, Gran Bretaña.
- Sabatés, A., 1988. Sistemática y distribución espacio-temporal del ictioplancton en la costa catalana. Tesis doctoral, Univ. de Barcelona.
- Sánchez-Lizaso, J. L., 1993. Estudio de la pradera de *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la Reserva Marina de Tabarca (Alicante): fenología y producción primaria. Tesis doctoral, Univ. de Alicante.
- Sinclair, M., 1988. *Marine Populations: An Essay on Population Regulation and Speciation*. Washington Sea Grant Program, Univ. of Washington Press., Seattle.
- Swetman, H. P. A., 1983. Influence of conspecifics on choice of settlement sites by larvae of two pomacentric fishes (*Dascyllus aruanus* and *D. reticulatus*) on coral reefs. *Marine Biology*, 75: 225–229.
- Shulman, M. J., 1984. Resource limitation and recruitment patterns in a coral reef assemblage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 74: 85–109.