

# Importancia de los anfípodos en la dieta de especies de interés acuícola del litoral andaluz

## The importance of amphipods in diets of marine species with aquaculture interest of Andalusian coast

P. JIMÉNEZ-PRADA<sup>1,2\*</sup>, I. HACHERO-CRUZADO<sup>2</sup> & J. M. GUERRA-GARCÍA<sup>1</sup>

1. Laboratorio de Biología Marina, Dpto. Zoología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, Avda. Reina Mercedes 6, 41012 Sevilla, España.

2. IFAPA — El Toruño, Camino Tiro Pichón s/n, El Puerto de Santa María, España.

\* Corresponding author: Dpto. Zoología. Avda. Reina Mercedes 6. 41012 Sevilla, España. Teléfono: +34-954556229. E-mail: pjimenez9@us.es

Recibido el 26 de noviembre de 2014. Aceptado el 26 de febrero de 2015.

ISSN: 1130-4251 (2015), vol. 26, 3-29

**Palabras clave:** Anfípodos, peces, cefalópodos, estómagos, dieta, acuicultura.

**Keywords:** Amphipods, fish, cephalopods, stomachs, diet, aquaculture.

### RESUMEN

Los anfípodos son crustáceos con un alto valor nutricional y gran potencial para ser cultivados como alimento en especies de interés acuícola. Juegan un papel fundamental en el intercambio energético de la cadena trófica como recurso de muchos depredadores. Para evaluar la importancia de este grupo, se han revisado los estudios sobre alimentación de 10 especies (ocho peces y dos cefalópodos) del litoral andaluz cultivadas o con interés en acuicultura. Los anfípodos están presentes en la dieta de especies ya consolidadas en acuicultura como *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax* y *Solea senegalensis*, aunque no se usan en ninguna de las fases de su cultivo intensivo. Existen otras muchas especies en las que los anfípodos podrían jugar un papel fundamental en su cultivo, como son *Sepia officinalis*, *Octopus vulgaris*, *Solea solea*, *Mullus surmuletus* y *M. barbatus*, además del género *Hippocampus*, de gran interés en acuariofilia. Es necesario intensificar la investigación de estos crustáceos para evaluar adecuadamente su importancia como presas en el medio natural y para cuantificar su valor nutricional como fuente alternativa de alimento.

## ABSTRACT

Amphipods are crustacean with high nutritional quality and great potential to be reared as food for species of aquaculture interest. They play a fundamental role in energetic exchange of trophic chain as predators' resource. To evaluate the importance of this group, the feeding habits of 10 species (eight finfish and two cephalopods) of Andalusian coast have been reviewed. Amphipods are present in diet of consolidated species in aquaculture like *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax* and *Solea senegalensis*, although they are not used in any production step. There are a lot of other species where amphipods could play an important role in their intensive cultures, like *Sepia officinalis*, *Octopus vulgaris*, *Solea solea*, *Mullus surmuletus* and *M. barbatus*, in addition to the genus *Hippocampus*, with great interest in the field of fishkeeping. It is necessary to intensify research of these crustacean to evaluate correctly their importance as preys in the wild and to quantify their nutritional values as an alternative food source.

## INTRODUCCIÓN

Los anfípodos (Crustacea: Peracarida: Amphipoda) son el grupo más diverso de crustáceos respecto a forma de vida, hábitat, tamaño y tipo de alimentación (De Broyer & Jazdzewski, 1996), capaces de alimentarse de detritus, animales (crustáceos, poliquetos, oligoquetos, kinorincos, hidroideos), macroalgas, microalgas, dinoflagelados y foraminíferos (Guerra-García *et al.*, 2014). Es un grupo de alta abundancia, gran riqueza de especies y amplia distribución, por lo que juega un papel relevante en la ecología de hábitats rocosos y fondos blandos (de-la-Ossa-Carretero *et al.*, 2011). Forman parte importante del intercambio energético de la cadena trófica como recurso de muchos depredadores, siendo un vínculo entre los productores primarios y secundarios y niveles tróficos superiores como peces, aves (pingüinos) y mamíferos (Legeżyńska *et al.*, 2012). Son piezas claves en las comunidades del macrobentos, son consumidos por multitud de especies, algunas especializadas en anfípodos (O'Gorman *et al.*, 2008; Serrano *et al.*, 2003), y altamente depredados en praderas de *Zoostera marina* (Nelson, 1978, 1979; Caine, 1991) especialmente por peces de pequeño tamaño. Su nivel de importancia en la dieta puede ir modificándose a lo largo del desarrollo ontogenético de los peces depredadores (Woods, 2009).

La composición química, especialmente lípidos, de gammáridos y caprélidos ha sido estudiada por Baeza-Rojano *et al.* (2014) mostrando niveles altos de proteínas (37,9 – 44,6%) y cenizas (29,3 – 39,7%), y bajos niveles de carbohidratos (3,1 – 9,1%) y lípidos (5,1 – 9,6%). Los lípidos fueron estudiados en mayor profundidad observándose un alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados (38,3%), con alta dominancia en 20:4 (n-6) (ARA),

20:5 (n-3) (EPA), 22:6 (n-3) (DHA), seguido de los ácidos grasos saturados con un 31,7% y monoinsaturados con el 24,4%.

Los ciclos biológicos de caprélidos y gammáridos se caracterizan por tasas de crecimiento rápidas, maduración sexual temprana al alcanzar el mes de vida, reproducción continuada desde la maduración y aumento progresivo del número de juveniles emergidos con la longitud corporal de la hembra (Baeza-Rojano, 2012). Estas características hacen que en la naturaleza logren alcanzar densidades de hasta 319.000 ind/m<sup>2</sup> (Ashton, 2006) y de hasta 10.000 ind/m<sup>2</sup> cultivados en condiciones controladas (Baeza-Rojano *et al.*, 2013a). Diversos estudios han demostrado la viabilidad del cultivo de diferentes especies de anfípodos, lo cual permitiría minimizar costes para un posible uso a gran escala (Hyne *et al.*, 2005; Baeza-Rojano *et al.*, 2011; Baeza-Rojano y Guerra-García, 2013). Los gammáridos presentan más resistencia que los caprélidos a situaciones de estrés siendo mejores candidatos (Grabowski *et al.*, 2007). Por estas propiedades, los anfípodos han sido considerados de interés en acuicultura, tanto para su uso como alimento vivo de peces (Woods, 2009) y cefalópodos (Baeza-Rojano *et al.*, 2010; Baeza-Rojano *et al.*, 2013b), como para la fabricación de harinas para la elaboración de dietas inertes para acuicultura (Moren *et al.*, 2006).

En el presente estudio, se ha revisado la dieta de varias especies de interés acuícola, centrándonos en la importancia de los anfípodos, con el objetivo de evaluar su uso como alimento para estas especies, bien como alimento vivo o como componente de dietas inertes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la búsqueda bibliográfica de artículos se ha utilizado la base de datos Scopus y Web of Science, así como los informes de Ministerio de Agricultura Alimentación y Medioambiente (MAGRAMA), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía (CAP) sobre acuicultura. La elección de las especies se ha basado en el posible uso de los anfípodos como alimento para la cría en cautividad, tanto de especies ya consolidadas en la acuicultura (*Sparus aurata* L. 1758 o *Dicentrarchus labrax* L.1758) como especies potencialmente cultivables del litoral andaluz. Se ha añadido el género *Hippocampus* por su importancia en el sector de la acuariofilia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ESPECIES ACTUALMENTE EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

#### *Dicentrarchus labrax*, Linneo 1758 (Fig. 1)

Nombre común: Lubina, robalo.

#### *Interés comercial e importancia en la acuicultura*

*D. labrax* es una de las especies comerciales más abundantes en las costas atlánticas. De hecho, la lubina y la dorada (*Sparus aurata*) son las dos especies en las que se basa la acuicultura del Mediterráneo. Después del salmón, la lubina fue la primera especie en ser cultivada, debido a su comportamiento en etapas juveniles, habitando estuarios y lagunas costeras donde se podían recolectar los ejemplares y dejar crecer confinados en estructuras naturales o creadas por el hombre, como por ejemplo los esteros de Cádiz. Aunque son Francia e Italia las que en la década de los 60 se implicaron en poder producir esta especie a gran escala (Moretti *et al.*, 1999). Su cultivo intensivo se inició en la década de los 80, pero fue a finales de la década siguiente cuando la producción piscícola sufrió una aceleración debido al impulso de la Unión Europea mediante ayudas a la investigación y creación



Fig. 1.—*Dicentrarchus labrax*. Autor: Pablo Arechavala-López.

Fig. 1.—*Dicentrarchus labrax*. Author: Pablo Arechavala-López.

de empresas (Büke, 2002). Actualmente la extracción pesquera supone un volumen constante del 7 u 8% del consumo global (8.000–12.000 t/año), siendo la acuicultura la encargada de suministrar más del 90% restante de la demanda mundial, alcanzando una producción mundial de 137.723 toneladas en el año 2013, de las cuales 3.777 toneladas fueron producidas en Andalucía (APROMAR, 2014), con un valor aproximado de 30 millones de euros (CAP, 2013).

### *Hábitat y distribución*

La lubina habita la mayor parte de su vida (reproducción y etapas juveniles) en estuarios y aguas litorales con fondos rocosos y arenosos de poca profundidad; sin embargo, en invierno los adultos emigran a aguas abiertas más profundas donde su alimentación es casi exclusivamente piscívora (Spitz *et al.*, 2013). La distribución se extiende por las costas del Atlántico Este desde el Mar del Norte, Mar Báltico y Mar de Irlanda a las costas de Marruecos, y todo el Mediterráneo (Barnabé, 1991; Aguilera *et al.*, 2009).

### *Importancia de los anfípodos en la dieta*

Los anfípodos cobran importancia en las tallas más pequeñas de la lubina, especialmente en zonas de cría como son las marismas y estuarios. Selleslagh & Amara (2014) describen *D. labrax* (87,0 ± 1,6 mm) en el estuario de Canche (Francia) como especie especialista dirigida hacia dos especies de invertebrados, *Gammarus duebani*, Liljeborg 1852 (anfípodo), con una frecuencia de aparición en los estómagos del 47,7% y *Hediste diversicolor*, Müller 1776 (poliqueto) con un 6,2%, a pesar de no ser los más abundantes en el medio. La abundancia de ambos es 14,4 y 27,2 ind/m<sup>2</sup> respectivamente, muy inferior a la abundancia que presentan en primavera los oligoquetos (539,7 ind/m<sup>2</sup>) y el anfípodo *Bathyporeia sarsi*, Watkin 1938 (195,9 ind/m<sup>2</sup>).

*Dicentrarchus labrax* también presenta este comportamiento especialista en las marisma (Laffaille *et al.*, 2000), consumiendo preferentemente gammáridos (*Orchestia gammarellus*, Pallas 1766 y *Corophium volutator*, Pallas 1766) y misidáceos (*Neomysis integer*, Leach 1814). *O. gammarellus* es un anfípodo semi-terrestre con baja capacidad natatoria, lo que le hace una presa potencial para los individuos de tallas menores (26 ± 6 mm en julio, hasta 60 ± 9 mm en octubre) que habitan las marismas, formando parte de la dieta de la lubina de un 11% al 46%, en verano, y del 22,4% al 71,1% en otoño, según la zona muestreada (Laffaille *et al.* 2000). Esta variación es debida a la alta correlación entre *O. gammarellus* y el arbusto *Atriplex portulacoides*, que al ser desplazado por otras especies vegetales como *Elymus athericus* (Laffaille *et al.* 2005), produce un cambio en la dieta de la lubina, pasando

del 78,9% al 22,8% la frecuencia de aparición de *O. gammarellus* y la desaparición del consumo de *C. volutator*, junto con el aumento al 81,0 % del misidáceo *Neomysis integer* (entre los años 1998 al 2002). No en todas las áreas de distribución los anfípodos son la presa principal, pero sí están presentes como parte fundamental de la dieta. En el SE de Inglaterra aparecen en el 20% de los estómagos, siendo la tercera presa más importante, después de decápodos y poliquetos (Fonseca *et al.*, 2011), y un 12 % en el golfo de Cádiz superado sólo por misidáceos y decápodos (Arias, 1980).

### ***Solea senegalensis*, Kaup 1858 (Fig. 2)**

Nombre común: Lenguado senegalés

#### *Interés comercial e importancia en la acuicultura*

Especie de fácil adaptación a ambientes salinos, siendo de gran importancia junto con la dorada y la lubina en los esteros del sur y este de la península Ibérica (Arias & Drake, 1990; Castelo *et al.*, 2010) donde presenta un crecimiento rápido en cultivos extensivos (Drake *et al.*, 1984). Para poder conseguir cultivos intensivos de esta especie se han tenido que superar tres grandes dificultades: la alta mortalidad asociada a patologías (Suquet *et al.*,



Fig. 2.—*Solea senegalensis*. Autor: David Villegas Ríos.

Fig. 2.—*Solea senegalensis*. Author: David Villegas Ríos.

2009), el control de la reproducción (Cañavate, 2005) y su comportamiento alimenticio (Imsland *et al.*, 2003; Castelo *et al.*, 2010). Por ello actualmente existen muchos estudios dirigidos a conocer y potenciar el cultivo de esta especie (Dinis *et al.*, 1999; Imsland *et al.*, 2003; Villalta, 2007; Carazo, 2012; Boglino, 2013), viéndose reflejado en el aumento de producción. Sólo en Andalucía se han llegado a producir 16,4 t en el año 2013 (<http://www.cap.junta-andalucia.es/agriculturaypesca/portal/servicios/estadisticas/estadisticas/pesqueras/publicaciones/prodpesq2013.html>) cuyo valor aproximado es de 140.000 euros.

### *Hábitat y distribución*

Se distribuye por el Atlántico este, desde Senegal al Golfo de Vizcaya (Lagardère *et al.*, 1979) y todo el Mediterráneo (Rodríguez & Rodríguez, 1980), en hábitat de fondos rocosos y arenosos entre los 100 y 200 metros de profundidad (Teixeira & Cabral, 2010). En los meses de marzo a junio, durante la época de puesta, ocupan marismas y estuarios, pasando las fases de larva y juvenil dentro de éstos (Dinis *et al.*, 1999).

### *Importancia de los anfípodos en la dieta*

Según los estudios realizados en el Mediterráneo por Molinero & Ros (1992) y García-Franquesa *et al.* (1996), *S. senegalensis* consume principalmente crustáceos, poliquetos y bivalvos. García-Franquesa *et al.* (1996) describen que los crustáceos tienen una frecuencia de aparición en los estómagos del 58,32%, siendo los anfípodos el grupo más consumido apareciendo en más del 20% de los individuos muestreados, seguido por el grupo de los poliquetos (35,4%). En las costas portuguesas, *S. senegalensis* también consume crustáceos (42,7%) como presa principal, apareciendo los anfípodos en el 14,8 % de los estómagos, seguidos por los poliquetos (37,7%) (Teixeira y Cabral, 2010). Sin embargo, otros estudios muestran como los anfípodos pueden no aparecer (Arias & Drake, 1990) o ser escasamente consumidos en la dieta del lenguado senegalés (Cabral, 2000; Sá *et al.*, 2003).

Vinagre *et al.* (2009) asocian la distribución de *S. senegalensis* en las marismas del estuario del río Tajo a la presencia de anfípodos, mientras que Cabral & Costa (1999) determinan que en su distribución sólo influye la presencia de poliquetos. Aunque la baja variabilidad de presas consumidas puede indicar una alimentación especialista (Sá *et al.*, 2003), Cabral (2000) expone que la dieta de *S. senegalensis* cambia según la abundancia y diversidad de las especies del medio, variando la importancia de los anfípodos en la dieta según el hábitat.

***Sparus aurata*, Linneo 1758 (Fig. 3)**

Nombre común: Dorada.

*Interés comercial e importancia en acuicultura*

La dorada es una de las especies con mayor importancia económica de la producción acuícola tanto en jaulas *off-shore* como en instalaciones en tierra.

La pesquería mundial de las doradas desembarca anualmente entre 7.000 y 8.500 toneladas, tan sólo el 4,9% del consumo mundial.

La producción acuícola es la encargada de abastecer la demanda mundial, produciendo más de 150.000 toneladas anuales en Europa (APROMAR, 2014), de las cuales Grecia produce el 41,7%, seguido de Turquía (23,2%) y España (9,3%), donde Andalucía aporta 1.786 toneladas de doradas (APROMAR, 2014), cuyo valor asciende a los 8 millones de euros (CAP, 2013).



Fig. 3.—*Sparus aurata*. Autora: Maite Vázquez-Luis.

Fig. 3.—*Sparus aurata*. Author: Maite Vázquez-Luis.

*Hábitat y distribución*

La dorada es un espárido, comúnmente encontrada en fondos arenosos y praderas de *Posidonia*. Se distribuye por el Atlántico noreste, presente desde las costas de Gran Bretaña a Senegal, el Mar Mediterráneo e incluso en el mar Negro. Debido a sus hábitos eurihalinos y euritéricos, la especie se encuen-

tra tanto en ambientes marinos como salobres, tales como lagunas costeras y áreas estuarinas, en particular durante las etapas iniciales de su ciclo de vida (Moretti *et al.*, 1999). Los juveniles (< 20 cm) suelen migrar a principios de la primavera hacia las aguas costeras protegidas, donde pueden encontrar abundantes recursos tróficos y temperaturas más suaves, y permanecen en áreas relativamente poco profundas (hasta 30 m), mientras que los adultos pueden alcanzar aguas más profundas, generalmente sin superar los 50 m.

#### *Importancia de los anfípodos en la dieta*

Múltiples estudios (Arias, 1980; Ferrari & Chierigato, 1981; Russo *et al.*, 2007) en toda la cuenca del Mar Mediterráneo indican que los anfípodos son consumidos por esta especie desde etapas tempranas. Según Russo *et al.* (2007) son consumidas desde las últimas fases de la larva (2,5 cm) hasta adultos. Arias (1980) muestreó individuos desde los 2,1 cm hasta los 18,0 cm de longitud en los esteros de la provincia de Cádiz, donde los anfípodos presentan una frecuencia de aparición en los estómagos del 6,9%, reduciéndose en adultos. Pita *et al.* (2002) en Ría Formosa estudiaron tallas intermedias (8,5 cm a 44,4 cm) apareciendo los anfípodos en el 22,6% de los estómagos, pudiendo alcanzar más del 50% (Ferrari & Chierigato, 1981) para tallas entre 2,15 cm y 7,8 cm en el Delta del Po. Tener un rango de distribución amplio y ser una especie oportunista hace que la dieta de la dorada pueda variar según la zona de estudio (Pita *et al.*, 2002). Por otra parte, a diferencia de otros grupos consumidos por la dorada, el consumo de anfípodos es estacional, siendo los meses de verano los que presentan los mayores valores (Ferrari & Chierigato, 1981; Pita *et al.*, 2002).

## OTRAS ESPECIES CON INTERÉS EN ACUICULTURA

### ***Mullus barbatus*, Linneo 1758 (Fig. 4)**

Nombre común: Salmonete, Salmonete de fango.

#### *Interés comercial e importancia en acuicultura*

En el mar, el salmonete es uno de los principales peces de extracción pesquera. Según la FAO (2014) se han desembarcado unas 17.000 toneladas anualmente de media durante los últimos 10 años. Tiene gran importancia económica en Andalucía al ser una especie altamente capturada por artes de pesca artesanal (enmalle y trasmallo) (Voliani, 1999; Tserpes *et al.*, 2002; Esposito *et al.*, 2014), presentando un alto consumo local y un alto valor



Fig. 4.—*Mullus barbatus*. Autor: Stefano Guerrieri. Fuente: [www.naturameditettaneo.com](http://www.naturameditettaneo.com)  
Fig. 4.—*Mullus barbatus*. Author: Stefano Guerrieri. Source: [www.naturameditettaneo.com](http://www.naturameditettaneo.com)

comercial. Por estas razones es objeto de investigación para el cultivo de nuevas especies en la acuicultura.

#### *Hábitat y distribución*

El salmonete de fango es una especie demersal que habita desde zonas rocosas de las costas someras a fondos fangosos y arenosos en profundidades de más de 200 metros (Tserpes *et al.*, 2002). Se reproduce en aguas someras entre 10 y 55 metros de profundidad entre los meses de abril y agosto. Su distribución abarca todo el Mediterráneo, incluido el Mar Negro, además del Atlántico Este de África y Europa (Esposito *et al.*, 2014).

#### *Importancia de los anfípodos en la dieta*

Tanto su tamaño (no superior a los 30 cm, Planas & Vives (1956)) como su ecología, convierten a esta especie en un potencial depredador de los anfípodos. Esposito *et al.* (2014) describen la alimentación del salmonete a diferentes profundidades, desde la “zona de olas” (rompiente) hasta los 30 metros de profundidad, en los cuales el porcentaje de presencia de anfípodos en los estómagos varía del 55,8% en la zona de olas, al 83,6% en los 10 metros de profundidad, representados en casi su totalidad por el subor-

den Gammaridea. La importancia de los anfípodos es mayor en los meses de invierno, pero son consumidos durante todo el año pues su abundancia relativa en el medio es elevada. Es en verano cuando los misidáceos tienen su cenit en abundancia, razón por la que sustituyen a los gammáridos como presa mayoritaria.

Según Cherif *et al.* (2011), los anfípodos son el segundo grupo más importante en la dieta (25,3%) después de los decápodos con un 29,74% (en aguas de Túnez), e incluso en otros estudios no se encuentran entre los principales grupos consumidos por la especie (Vassilopoulou & Papaconstantinou, 1993; Labropoulou & Eleftheriou, 1997; Machias & Labropoulou, 2002).

Los valores registrados difieren de los obtenidos para otras especies mencionadas anteriormente, como la dorada. El consumo fluctuante de gammáridos a lo largo del año es debido a la variabilidad de su abundancia temporal (Vassilopoulou *et al.*, 2001). Además, al ser una especie oportunista, el comportamiento alimenticio del salmonete de fango presenta variaciones según la zona de muestreo (Esposito *et al.*, 2014).

### ***Mullus surmuletus*, Linneo 1758 (Fig. 5)**

Nombre común: Salmonete de roca.

#### *Interés económico e importancia en la acuicultura*

Aunque empezó siendo una especie accesoria, fue a partir de la década de los 90 cuando pasó a ser especie objetivo debido al pronto incremento en la captura en el Canal de la Mancha, Mar Del Norte (Mahe *et al.*, 2014) y costas españolas. Los artes de pesca utilizados para su captura son tanto el arrastre, como artes de pesca tradicionales (enmalle o trasmallo), por lo que juega un papel económico importante a escala local, tanto en el Atlántico Norte como en todo el Mar Mediterráneo. Al igual que *Mullus barbatus*, debido a su alto consumo y valor comercial, es una especie objetivo para futuras investigaciones y diversificación de la acuicultura, aunque actualmente no se encuentra en ninguna fase de estudio.

#### *Hábitat y distribución*

Es una especie bentónica de fondos arenosos que vive en aguas profundas preferentemente templadas y de alta salinidad (ICES, 2010). Su distribución ocupa todo el Mar Mediterráneo, incluido el Mar Negro, y aguas del Atlántico Norte desde el sur del Estrecho de Gibraltar al sur de Noruega y norte de Escocia, con una alta concentración en el Canal de la Mancha en los meses de invierno (Labroupoulou *et al.*, 1997).



Fig. 5.—*Mullus surmuletus*. Autora: Maite Vázquez-Luis.

Fig. 5.—*Mullus surmuletus*. Author: Maite Vázquez-Luis.

### *Importancia de los anfípodos en la dieta*

El salmonete de roca se alimenta de decápodos, anfípodos, poliquetos, misidáceos y peces (Labropoulou *et al.*, 1997; Mazzola *et al.*, 1999). En los estudios de Labropoulou *et al.* (1997) en aguas del Mediterráneo Oeste los estómagos del salmonete de roca mostraban una alta preferencia por dos grupos, los decápodos y los anfípodos. Ambos explican el 90,06% del IRI (Índice relativo de importancia; Hacunda, 1981). Como grupo, los decápodos son los más consumidos (45,3% IRI), seguidos de los anfípodos (40,1%), pero a nivel de especie son dos anfípodos los más frecuentes en los estómagos del salmonete, *Apherusa chiereghinii*, Giordani- Soika 1949 (45.9%) y *Dexamine spinosa*, Montagu 1813 (44.5%). La abundancia relativa de ambos grupos en el medio según la estación del año influye en la frecuencia de aparición. Aunque en el cómputo anual los decápodos son los más importantes, los anfípodos son más consumidos en invierno (51% IRI) y primavera (73,2 % IRI), y los decápodos en verano, coincidiendo con el periodo de reclutamiento de estos (Robertson, 1984). No sólo influye la abundancia relativa en la selección de la presa, ya que en el medio natural los grupos más representativos son los poliquetos y moluscos, y no son tan consumidos, por lo que tamaño, comportamiento, densidad y la abundancia relativa de la presa influyen en la selectividad (Labropoulou *et al.*, 1997).

***Solea solea*, Linneo 1758 (Fig. 6)**

Nombre común: Lenguado.

*Interés comercial e importancia en la acuicultura*

Especie muy consumida y valorada nutricional y económicamente. La captura mundial en el 2012 fue de 32.746 toneladas, pudiéndose considerar constante desde el año 2000 (FAO, 2014). *Solea solea* es una especie que actualmente se cultiva en Grecia y España, cuya producción acuícola del año 2010 alcanzó las 125 toneladas, aunque en la actualidad dicha producción ha bajado bruscamente, no llegando a las 50 toneladas en el 2012 (FAO, 2014) exclusivamente en España.

*Hábitat y distribución*

Es una especie bentónica de fondos arenosos y fangosos, desde aguas superficiales hasta los 300 metros de profundidad, produciéndose la puesta entre los 50 y 100 metros de profundidad entre los meses de enero y abril (Koutsikopoulos *et al.*, 1989), por lo que las larvas habitan desde febrero a mayo en las zonas de cría, esteros y aguas costeras poco profundas (Amara *et al.*, 2001). Los juveniles (hasta 2 años de edad) se quedan en zonas someras hasta pasar al estado adulto en el que emigran a mar abierto (Nicolas *et al.*, 2007). Se distribuye por las costas del Atlántico Este desde los fiordos noruegos a las costas senegalesas y el Mar Mediterráneo (Teixeira & Cabral, 2010).



Fig. 6.—*Solea solea*. Autor: Luis Sánchez Tocino.

Fig. 6.—*Solea solea*. Author: Luis Sánchez Tocino.

### *Importancia de los anfípodos en la dieta*

Los estudios realizados en el estuario del Ebro por Molinero & Flos (1992) describen una alimentación que varía según las estaciones del año en *S. solea*. Los crustáceos son las presas principales, excepto en otoño que son sustituidos por los poliquetos. Dentro de los crustáceos, los decápodos son las presas más consumidas en invierno, y son los anfípodos los más consumidos en primavera, verano y otoño, consumidos preferentemente por lenguados de 2 y 3 años de edad. En las aguas del Canal de la Mancha, al alcanzar tallas superiores a 50 mm, los juveniles reemplazan los copépodos harpacticoides por poliquetos y anfípodos, estos últimos con una frecuencia ascendente de aparición en los estómagos del 29 al 50% (Amara *et al.*, 2001). Un cambio similar ha sido observado en las costas atlánticas francesas por Castel & Lasserre (1982) y Marchand & Masson (1989). En aguas portuguesas el lenguado en fase adulta consume crustáceos, poliquetos y bivalvos, siendo los anfípodos los crustáceos más consumidos y con mayor importancia en la dieta en primavera y verano (Teixeira & Cabral, 2010), comportamiento alimenticio similar al descrito por Molinero & Flos (1992) en el estuario del Ebro.

### ***Sepia officinalis*, Linneo 1758 (Fig. 7)**

Nombre común: Choco, Jibia, Sepia.

### *Interés comercial e importancia en acuicultura*

Debido a su gran distribución, la sepia es una de las especies más capturadas; sólo en el año 2012 se capturaron un total de casi 30.000 toneladas (FAO, 2014). La importancia de la sepia radica en ser una especie capturada tanto por pesquerías de alta mar como por flota artesanal, teniendo gran impacto en la economía local e industrial. En la década de los 90, la sepia empezó a ser investigada como especie objetivo, junto con otras especies de cefalópodos, para ser cultivada en acuicultura (Fuentes & Iglesias, 2001; Sykes *et al* 2006). Túnez ha sido el único país que logró producir sepia a gran escala, produciendo 23 toneladas entre los años 1990 y 1991 (FAO, 2014), sin proseguir con la producción de sepia después de ellos. Baeza-Rojano *et al.* (2010) cultivaron sepia con el uso de gammáridos y caprélidos como alimentación en etapas tempranas del desarrollo de esta especie, con lo que demostraron el posible uso de los gammáridos como fuente de alimento, a falta de experimentar la viabilidad de producción a gran escala.



Fig. 7.—*Sepia officinalis*. Autora: Maite Vázquez-Luis.  
 Fig. 7.—*Sepia officinalis*. Author: Maite Vázquez-Luis.

### *Hábitat y distribución*

*Sepia officinalis* es una especie necto-bentónica que ocupa un amplio rango de profundidad (desde pocos metros hasta 200), en fondos fangosos y arenosos, con mayor abundancia en los 100 metros de profundidad. Tanto la puesta como el crecimiento de los juveniles tienen lugar en aguas poco profundas, donde la hembra fija los huevos al sustrato en verano, desplazándose los juveniles a aguas más profundas en otoño e invierno. En cuanto a su distribución geográfica, ocupa todo el Mar Mediterráneo, y aguas del Atlántico Este, desde Mauritana hasta el sur de Noruega y norte de Reino Unido (Guerra, 2006).

### *Importancia de los anfípodos en la dieta*

Los anfípodos son parte de la dieta de la sepia, pero exclusivamente de las etapas tempranas. Según Pinczon *et al.* (2000) los anfípodos son la presa mayoritaria durante los tres primeros meses de vida de *S. officinalis* (tallas comprendidas entre  $1,46 \pm 0,47$  a  $4,70 \pm 0,04$  cm), formando parte de la dieta en un 59 %, 80%, y 23% del primer al tercer mes, desapareciendo de la dieta en meses posteriores y siendo sustituidos por *Carcinus maenas* Linnaeus 1758. Este cambio en la dieta también ha sido descrito por otros autores como Guerra (1985) y Le Mao (1985). Blanc & Daguzan (2000), describen las especies más consumidas por *S. officinalis* desde junio (mes de

las primeras puestas) a septiembre; éstas son principalmente una especie de isópodo (*Cyathura carinata*, Krøyer 1847) y 5 especies de anfípodos, 3 gammáridos (*Ampelisca bevicoris*, Costa 1853, *Marinogammarus marinus*, Leach 1815 y *Dexamine spiros*, Montagu 1813), un talítrido (*Orchestia gammarellus*) y un caprélido (*Phtisica marina*, Slabber 1769), siendo esta última la más consumida.

En las Rías de Vigo, Castro & Guerra (1990) describen el consumo de presas según el tamaño de la sepia, apareciendo los anfípodos exclusivamente en las tallas menores de 65 mm de longitud de manto, aunque en proporciones más bajas que lo citado anteriormente (4,5%). La desaparición de los anfípodos en la dieta puede ser debido a que dejen de ser rentables desde un punto de vista energético por el aumento de tamaño de la sepia (Pinczon *et al.*, 2000).

### ***Octopus vulgaris*, Cuvier 1797 (Fig. 8)**

Nombre común: pulpo común.

#### *Interés comercial e importancia en la acuicultura*

Especie muy importante en las pesquerías mundiales debido a su distribución (Roper *et al.*, 1984), cuyas capturas han ido descendiendo en las dos



Fig. 8.—*Octopus vulgaris*. Autora: Maite Vázquez-Luis.

Fig. 8.—*Octopus vulgaris*. Author: Maite Vázquez-Luis.

últimas décadas (80.247 toneladas desembarcadas en 1991) hasta alcanzar 40.453 toneladas en el año 2012 (FAO, 2014).

Junto al descenso de capturas mundial, la gran demanda comercial (Vazpires *et al.*, 2004), su rápido crecimiento y su alta tasa de conversión (Iglesias *et al.*, 2000) hacen del pulpo una especie con gran interés para la acuicultura.

Se han realizado multitud de ensayos respecto a la alimentación de las paralarvas (Iglesias *et al.*, 2007) teniendo como factor común el uso de *Artemia* y zoeas de crustáceos. Únicamente los trabajos de Iglesias *et al.* (2004) y Carrasco *et al.* (2006) lograron completar el ciclo de vida de *O. vulgaris*. El Plan Nacional de Cultivo del Pulpo (Planes JACUMAR), llevado a cabo desde 2001 al 2004, reveló que las mayores dificultades que presenta el cultivo de pulpo son la alta mortalidad y bajo crecimiento de las paralarvas, atribuido a la poca estandarización del cultivo y el uso de presas con bajos valores de ácidos grasos insaturados, entre otros factores (Iglesias *et al.*, 2007). Navarro & Villanueva (2000, 2003) han demostrado la importancia de estos ácidos grasos (EPA y DHA) en las paralarvas y su alimentación, lo que convierte a los anfípodos en presas potenciales interesantes.

### *Hábitat y distribución*

Especie bentónica de fondos rocosos, arenosos y de fango, que habita desde la línea costera al borde de la plataforma continental. Comúnmente considerada una especie de distribución cosmopolita de aguas templadas debido a la existencia de especies crípticas, su distribución estricta se considera el Mar Mediterráneo y este del Océano Atlántico (Jereb *et al.*, 2014).

### *Importancia de los anfípodos en la dieta*

El pulpo es un gran depredador que se alimenta en su fase adulta principalmente de moluscos, crustáceos y peces (Mather, 1991). Existe un gran desconocimiento de la dieta del pulpo en su primera fase de vida, ya que su digestión es externa, por lo que los estudios clásicos de contenidos estomacales son muy difíciles de realizar (Roura *et al.*, 2012). Para conocer qué tipo de animales consumen, Roura *et al.* (2012) identificaron las presas de las paralarvas utilizando *primers* específicos de la región 16S de ADN ribosómico de crustáceos para realizar una PCR de las presas potenciales. Se añadieron *primers* específicos para los copépodos, al no ser amplificados por el general; quizás la ausencia de bandas correspondientes a los anfípodos pudiera ser debida a esa misma causa. Aunque sí se han encontrado anfípodos en estómagos de individuos adultos (Smith, 2003).

ESPECIES CON INTERÉS EN ACUAROFILIA (GÉNERO *HIPPOCAMPUS*)***Hippocampus* spp. (Figs. 9 & 10)**

Nombre común: Caballito de mar.

*Interés comercial e importancia en la acuicultura*

La extracción/producción de especies marinas tiene como objetivo la alimentación, ornamentación, uso industrial o medicinal. Los caballitos de mar, todos pertenecientes al género *Hippocampus*, son usados en acuariofilia y en la medicina tradicional china (MTC), la cual consume más de 45 toneladas en peso seco anuales de caballitos de mar. Esto crea una demanda cubierta en la actualidad exclusivamente por la extracción del medio, lo que provoca una sobrexplotación en muchas especies de caballitos de mar (Koldewey & Martin-Smith, 2010).

La producción a gran escala de caballito de mar empezó a desarrollarse en Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda, con objeto de sustituir parte de la demanda de la MTC y el uso en acuarios. Pero las dificultades para ser competitivo económicamente radican en el bajo coste de los individuos extraídos del medio natural como captura accesoria. Actualmente, las tres prioridades para su cultivo a gran escala consisten en mejorar los tratamientos de salud y enfermedades, mantener poblaciones con independencia de capturas de individuos salvajes y reducir los costes de alimentación, ya que pueden llegar a ser un tercio del coste de producción (Koldewey & Martin-Smith, 2010). En este sentido, se han ensayado dietas congeladas sin resultados positivos, por lo que la búsqueda de presas vivas de bajo coste es de gran relevancia (Woods, 2003). Actualmente el valor de los caballitos de mar vivos varía entre los 100 y 750 dólares la unidad (<http://seahorse.com>), por lo que el conocimiento de las dietas naturales de estos peces es fundamental para el crecimiento y producción intensiva de los mismos, no sólo para conseguir un crecimiento más acelerado, sino para evitar mortalidad, deformaciones o mala pigmentación que devalúen el producto. Es el caso de la alta mortalidad de juveniles por aparición de burbujas en los estómagos, asociada a la alimentación con *Artemia* enriquecida con productos comerciales (Palma *et al.*, 2014).

En España, el Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo está llevando a cabo la cría y reproducción de varias especies del género *Hippocampus* a través del proyecto “Hippocampus”, que tiene como objetivo la repoblación de caballitos de mar en el medio natural. Para su alimentación están usando copépodos y *Artemia* (Planas, 2012); ambas presas no son consumidas en el



Fig. 9.—*Hippocampus guttulatus*. Autor: Pablo Arechavala-López.

Fig. 9.—*Hippocampus guttulatus*. Author: Pablo Arechavala-López.



Fig. 10.—*Hippocampus hippocampus*. Autora: Maite Vázquez-Luis.

Fig. 10.—*Hippocampus hippocampus*. Author: Maite Vázquez-Luis.

medio natural (Koldewey & Martin-Smith 2010). Esto conlleva problemas en la alimentación y supervivencia en los primeros días de vida (Planas, 2012), probablemente por el déficit en ácidos grasos poliinsaturados omega-3.

#### *Hábitat y distribución*

El género *Hippocampus* tiene una distribución global asociada a aguas cálidas y templadas. En Andalucía podemos encontrar dos especies, *Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829 (Fig. 9) e *Hippocampus hippocampus* Linnaeus, 1758 (Fig. 10). Son especies de escasa capacidad natatoria, cuya estrategia ofensiva es el camuflaje, por lo que suelen estar asociados a un tipo de sustrato, al que imitan, adheridos por la cola, para acercarse a las presas o esperar que entren en el rango de ataque (Woods, 2002).

#### *Importancia de los anfípodos en la dieta*

Tienen una dieta diversa, principalmente constituida por anfípodos, decápodos, y misidáceos (Koldewey & Martin-Smith, 2010).

En cuanto a las dos especies de Andalucía, *H. guttulatus* consume mayoritariamente decápodos (zoeas), misidáceos y anfípodos, con una frecuencia de aparición en los estómagos del 100%, 85,71% y 47,62% respectivamente (Kitsos *et al.*, 2008; Gurkan *et al.*, 2011). Por su parte, *H. hippocampus* tiene una dieta más diversa, ocupando los anfípodos el segundo puesto de importancia (frecuencia del 21,05%) detrás de los decápodos (larvas) (frecuencia del 26,32%) (Kitsos *et al.* 2008; Gurkan *et al.*, 2011). Los anfípodos son de gran importancia en varias especies alóctonas de caballitos de mar que podrían ser cultivadas en circuitos cerrados, junto con las especies autóctonas de Andalucía. Por ejemplo, los estudios sobre *H. abdominalis* (Lesson, 1827) describen una dieta basada en crustáceos. A nivel de grupo son los peracáridos en general y anfípodos en particular los más frecuentes (52,5 y 49,2% respectivamente), y a nivel de especie *Caprella equilibra* (Say, 1818) ocupa el primer puesto (25.5%). Los anfípodos son más importantes en la dieta de los juveniles que en adultos, y son especialmente consumidos en primavera e invierno (Woods, 2002).

También para *Hippocampus japonicus* (Kaup, 1856) los anfípodos son la principal fuente de alimentación, ya que el 88,4% de la masa total encontrada en su dieta son gammáridos, siendo fundamentales en todo el ciclo de vida, seguidos en orden de importancia por los caprélidos con un 5,9% (Kwak *et al.*, 2004). La revisión de Koldewey & Martin-Smith (2010) aporta más información respecto al papel de los anfípodos en la dieta de otras especies de éste género.

El uso de los anfípodos en la dieta de los caballitos de mar podría mejorar la alimentación y crecimiento de estas especies pues cumplen con los requisitos nutricionales necesarios y son presas altamente consumidas en el medio natural. Por ello, podría llegarse a cubrir la demanda de estos animales para repoblación, acuariofilia o usos en la medicina tradicional china.

## CONCLUSIONES

Las especies de interés acuícola en Andalucía consumen frecuentemente anfípodos en el medio natural, aunque el consumo puede variar a lo largo del desarrollo y estacionalmente. En algunas especies, la frecuencia de aparición de anfípodos en el tracto digestivo puede llegar a superar el 70%, como es el caso de *D. labrax*, *S. senegalensis*, *M. barbatus*, *M. surmuletus* y *S. officinalis*. La mayor parte de los trabajos de dieta suelen identificar las presas a nivel de grandes grupos, y son muy pocos los estudios que alcanzan la resolución taxonómica de género o especie. Son necesarios, por tanto, estudios más detallados de las especies de anfípodos más consumidos para

orientar adecuadamente los estudios aplicados en el uso de estos crustáceos como recurso alternativo en acuicultura. El uso de los anfípodos, directamente como alimento vivo o formando parte de piensos y harinas, puede generar nuevas líneas de investigación, no sólo por ser consumidos en el medio natural sino por su alto valor nutritivo y su potencial para ser cultivados en condiciones controladas.

## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se ha financiado a través del proyecto P11-RNM-7041 (Excelencia, Junta de Andalucía) con una beca predoctoral asociada concedida a P. Jiménez-Prada. El trabajo de I. Hachero-Cruzado está financiado por un contrato postdoctoral INIA.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, B., CATALÁN, I. A., PALMERA, I. & OLIVAR, M. P., 2009. Otolith growth of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) larvae fed with constant or varying food levels. *Scientia Marina*, 73(1): 173-182.
- AMARA, R., LAFFARGUE, P., DEWARUMEZ, J. M., MARYNIAK, C., LAGARDÈRE, F. & LUCZAC, C., 2001. Feeding ecology and growth of O-group flatfish (sole, dab and plaice) on a nursery ground (Southern Bight of the North Sea). *Journal of Fish Biology*, 58(3): 788-803.
- APROMAR, 2014. *La Acuicultura en España*. Informe realizado por la Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos de España (APROMAR) y la Asociación Española de Productores de Acuicultura Continental (ESCUA). Disponible en: [www.apomar.es](http://www.apomar.es)
- ARIAS, A., 1980. Crecimiento, régimen alimentario y reproducción de la dorada (*Sparus aurata* L.) y del robalo (*Dicentrarchus labrax* L.) en los esteros de Cádiz. *Investigación Pesquera*, 44(1): 59-83.
- ARIAS, A. & DRAKE, P., 1990. *Estados juveniles de la ictiofauna en los caños de las salinas de la Bahía de Cádiz*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Cádiz, 163 pp.
- ASHTON, G. V., 2006. *Distribution and dispersal of the non-native caprellid Amphipoda, Caprella mutica Schurin 1935*. Tesis Doctoral. University of Aberdeen.
- BAEZA-ROJANO, E., 2012. Crustáceos anfípodos: una alternativa al alimento vivo usado tradicionalmente en acuicultura. *Chronica naturae*, 2: 64-72.
- BAEZA-ROJANO, E., GARCÍA, S., GARRIDO, D., GUERRA-GARCÍA, J. M. & DOMINGUES, P., 2010. Use of Amphipods as alternative prey to culture cuttlefish (*Sepia officinalis*) hatchlings. *Aquaculture*, 300(1-4): 243-246.
- BAEZA-ROJANO, E., GUERRA-GARCÍA, J. M., CABEZAS, M. P. & PACIOS, I., 2011. Life history of *Caprella grandimana* (Crustacea: Amphipoda) reared under laboratory conditions. *Marine Biology Research*, 7: 85-92.
- BAEZA-ROJANO, E., CALERO-CANO, S., HACHERO-CRUZADO, I. & GUERRA-GARCÍA, J. M., 2013a. A preliminary study of the *Caprella scaura* amphipod culture for potential use in aquaculture. *Journal of Sea Research*, 83: 146-151.

- BAEZA-ROJANO, E., DOMINGUES, P., GUERRA-GARCÍA, J. M., CAPELLA, S., NOREÑA-BARROSO, E., CAAMAL-MONSREAL, C. & ROSAS, C., 2013b. Marine gammarids (Crustacea: Amphipoda): a new live prey to culture *Octopus maya* hatchlings. *Aquaculture Research*, 44(10): 1602-1612.
- BAEZA-ROJANO, E. & GUERRA-GARCÍA, J. M., 2013. Life history under laboratory conditions of the caprellids (Crustacea: Amphipoda) from the South of the Iberian Peninsula: *Caprella equilibra* and *Caprella dilatata* (Caprellidae) and *Phtisica marina* (Phtisicidae). *Zoologica Baetica*, 24: 155-186.
- BAEZA-ROJANO, E., HACHERO-CRUZADO, I. & GUERRA-GARCÍA, J. M., 2014. Nutritional analysis of freshwater and marine amphipods from the Strait of Gibraltar and potential aquaculture applications. *Journal of Sea Research*, 85: 29-36.
- BARNABÉ, G., 1991. La cría de lubina y dorada. En: BARNABÉ, G. (Editor). *Acuicultura*: 573-612. Omega. Barcelona.
- BLANC, A. & DAGUZAN, J., 2000. Size selectivity in the diet of the young cuttlefish *Sepia officinalis* (Mollusca: Sepiidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80: 1137-1138.
- BOGLINO, A., 2013. *The rol of dietary lipids and essencial fatty acids in the processes od skeletogenesis and pigmentation in Senegalese sole (Solea senegalensis) larvae*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- BÜKE, E., 2002. Sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1891) seed production. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2: 61-70.
- CABRAL, H. N., 2000. Comparative feeding ecology of sympatric *Solea solea* and *S. senegalensis*, within the nursery areas of the Tagus estuary, Portugal. *Journal of Fish Biology*, 57: 1550-1562.
- CABRAL, H. N. & COSTA, M. J., 1999. Differential use of nursery areas within the Tagus estuary by sympatric soles, *Solea solea* and *Solea senegalensis*. *Environmental Biology of Fishes*, 56: 389-397.
- CAINE, E. A., 1991. Caprellid amphipods: fast food for the reproductively active. *Journal Experimental of Marine Biology and Ecology*, 148: 27-33.
- CAÑAVATE, J. P., 2005. Opciones del lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858 para diversificar la acuicultura marina. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 21(1-4): 147-154.
- CAP, 2013. *Estrategia andaluza para el desarrollo de la acuicultura marina 2014-2020*. Dirección General de Pesca y Acuicultura Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. Sevilla, 92 pp.
- CARAZO, I., 2012. *Comportamiento reproductivo y fisiología del lenguado senegalés (Solea senegalensis) en cautividad*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- CARRASCO, J. F., ARRONTE, J. C., & RODRIGUEZ, C., 2006. Paralarval rearing of the common octopus, *Octopus vulgaris* (Cuvier). *Aquaculture Research*, 37: 1601-1605.
- CASTEL, J. & LASSERRE, P., 1982. Régulation biologique du méiobenthos d'un écosystème lagunaire par un alevinage expérimental en soles (*Solea vulgaris*). *Oceanologica Acta*, No. SP: 243-251.
- CASTELO, M. A., ARRUDA, M. A & GAMITO, S., 2010. Feeding habits of *Solea senegalensis* in earthen ponds in Sado estuary. *Journal of Sea Research*, 64: 446-450.
- CASTRO, B. G. & GUERRA, A., 1990. The diet of *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) and *Sepia elegans* (D'Orbigny, 1835) (Cephalopoda, Sepioidea) from the Ría de Vigo (NW Spain). *Scientia Marina*, 54(4): 375-388.
- CHÉRIF, M., BEN AMOR, M. M., SELMI, S., GHARBI, H., MISSAOUI, H. & CAPAPÉ, C., 2011. Food
- Zool. baetica*, 26: 3-29, 2015

- and feeding habits of the red mullet, *Mullus barbatus* (Actinopterygii: Perciformes: Mullidae), off the northern Tunisian coast (central Mediterranean). *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 41(2): 109-116.
- DE BROYER, C. & JAZDZEWSKI, K., 1996. Biodiversity of the Southern Ocean: towards a new synthesis for the Amphipoda (Crustacea). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 20: 547-568.
- DE-LA-OSSA-CARRETERO, J. A., DAUVIN, J. C., DEL-PILAR-RUSO, Y., GIMÉNEZ-CASALDUERO, F. & SÁNCHEZ-LIZASO, J. L., 2011. Inventory of benthic amphipods from fine sand community of the Iberian Peninsula east coast (Spain), western Mediterranean, with new records. *Marine Biology Research*, 3 (e119): 1-10.
- DINIS, M. T., RIBEIRO, L., SOARES, F. & SARASQUETE, C., 1999. A review on the cultivation potential of *Solea senegalensis* in Spain and in Portugal. *Aquaculture*, 176: 27-38.
- DRAKE, P., ARIAS, A. M. & RODRIGUEZ, R. B., 1984. Cultivo extensivo de peces marinos en los esteros de las Salinas de San Fernando (Cádiz) II. Características de la producción de peces. *Informe técnico del Instituto de Investigaciones Pesquera*, 116: 3-36.
- ESPOSITO, V., ANDALORO, F., BIANCA, D., NATALOTTO, A., ROMEO, T., SCOTTI, G. & CASTRIOTA, L., 2014. Diet and prey selectivity of the red mullet, K (Pisces: Mullidae), from the southern Tyrrhenian Sea: the role of the surf zone as a feeding ground. *Marine Biology Research*, 10(2): 167-178.
- FAO. 2014. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Fisheries information, Data and statistics Unit. FishStatJ version 2.1.0. Universal software for fisheries statistics time series. Rome.
- FERRARI, I., & CHEREGATO, A., 1981. Feeding habits of juvenile stages of *Sparus auratus* L., *Dicentrarchu labrax* L. and mugilidae in a brackish embayment of the Po river delta. *Aquaculture*, 25: 243-257.
- FONSECA, L., COLCLOUGH, S. & HUGHES, R. G., 2011. Variations in the feeding of 0-group bass *Dicentrarchus labrax* (L.) in managed realignment areas and saltmarshes in SE England. *Hydrobiologia*, 672(1): 15-31.
- FUENTES, L. & IGLESIA, J., 2001. Influencia del tipo de presa viva en las primeras fases del cultivo de sepia *Sepia officinalis* L., 1758. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 17(3-4): 327-331.
- GARCIA-FRANQUESA, E., MOLINERO, A., VALERO, J. & FLOS, R., 1996. Influence of sex, age and season on the feeding habits of the flatfish, *Solea senegalensis*. *Environmental Biology of Fish*, 47: 289-298.
- GRABOWSKI, M., BACELA, K. & KONOPACKA, A., 2007. How to be an invasive gammarid (Amphipoda: Gammaroidea) - comparison of life history traits. *Hydrobiologia*, 590: 75-84.
- GUERRA, A., 1985. Food of the cuttlefishes *Sepia officinalis* and *Sepia elegans* in the Ria de Vigo (N.W. Spain) (Mollusca: Cephalopoda). *Journal Zoologist of London*. 207: 511-519.
- 2006. Ecology of *Sepia officinalis*. *Vie et Milieu*, 56(2): 97-107.
- GUERRA-GARCÍA, J. M., TIERNO DE FIGUEROA, J. M., NAVARRO-BARRANCO, C., ROS, M., SÁNCHEZ-MOYANO, J. E. & MOREIRA, J., 2014. Dietary analysis of the marine Amphipoda (Crustacea: Peracarida) from the Iberian Peninsula. *Journal of Sea Research*, 85: 508-517.
- GURKAN, S., TASKAVAK, E., MURAT, T. & AKALIN, S., 2011. Gut Contents of Two European Seahorses *Hippocampus hippocampus* and *Hippocampus guttulatus* in the Aegean Sea , Coasts of Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 43(6): 1197-1201.
- HACUNDA, J. S., 1981. Trophic relationships among demersal fishes in a coastal area of the gulf of Main. *Fisheries Bulletin*, 79: 775-788.
- HYNE, R. V., GALE, S. A. & KING, C. K., 2005. Laboratory culture and life-cycle experiments

- with the benthic amphipod *Melita plumulosa* (Zeidler). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24(8): 2065-2073.
- ICES, 2010. Report of the Working Group on Assessment of New MoU Species (WGNEW). ICES CM 2010/ACOM: 21. Disponible en: <http://archimer.ifremer.fr/doc/00019/13054/10009.pdf>
- IGLESIAS, J., SÁNCHEZ, F. J., OTERO, J. J. & MOXICA, C., 2000. Culture of octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier). Present knowledge, problems and perspectives. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 47: 313-321.
- IGLESIAS, J., OTERO, J. J., MOXICA, C., FUENTES, L. & SÁNCHEZ, F. J., 2004. The completed life cycle of the octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier) under culture conditions: paralarval rearing using *Artemia* and zoeae, and first data on juvenile growth up to 8 months of age. *Aquaculture International*, 12: 481-487.
- IGLESIAS, J., SÁNCHEZ, F. J., BERSANO, J. G. F., CARRASCO, J. F., DHONT, J., FUENTES, L. & VILLANUEVA, R., 2007. Rearing of *Octopus vulgaris* paralarvae: Present status, bottlenecks and trends. *Aquaculture*, 266(1-4): 1-15.
- IMSLAND, A. K., FOSS, A., CONCEIÇÃO, L. E. C., DINIS, M. T., DELBARE, D., SCHRAM, E., KAMSTRA, A., REMA, P. & WHITE, P., 2003. A review of the culture potential of *Solea solea* and *S. senegalensis*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13: 379-407.
- JEREB, P., ROPER, C. F. E., NORMAN, M. D. & JULIAN K. F., 2014. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 3. Octopods and Vampire Squids. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. No. 4, Vol. 3. FAO. Rome, 370 pp.
- KITSOS, M. S., TZOMOS, T. H., ANAGNOSTOPOULOU, L. & KOUKOURAS, A., 2008. Diet composition of the seahorses, *Hippocampus guttulatus* Cuvier 1829 and *Hippocampus hippocampus* (L., 1758) (Teleostei, Syngnathidae) in the Aegean Sea. *Journal of Fish Biology*, 72: 1259-1267.
- KOLDEWEY, H. J. & MARTIN-SMITH, K. M. 2010. A global review of seahorse aquaculture. *Aquaculture*, 302(3-4): 131-152.
- KOUTSIKOPOULOS C., DESAUNAY, Y., DOREL D. & MARCHAND J., 1989. The role of coastal areas in the life history of sole (*Solea solea* L.) in the Bay of Biscay. *Scientia Marina*, 53: 567-575.
- KWAK, S. N., HUH, S. & KLUMPP, D. W., 2004. Partitioning of food resources among *Sillago japonica*, *Ditremma temmincki*, *Tridentiger trigonocephalus*, *Hippocampus japonicus* and *Petroscirtes breviceps* in an eelgrass, *Zostera marina*, bed. *Environmental Biology of Fishes*, 71: 353-364.
- LABROPOULOU, M. & ELEFThERIOU, A., 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: Importance of morphological characteristics in prey selection. *Journal of Fish Biology*, 50(3): 24-40.
- LABROPOULOU, M., TSIMENIDES, N. & ELEFThERIOU, A., 1997. Feeding habits and ontogenetic diet shift of the striped red mullet, *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758. *Fisheries Research*, 31: 257-267.
- LAFFAILLE, P., LEFEUVRE, J. C. & FEUNTEUN, E., 2000. Impact of sheep grazing on juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., in tidal salt marshes. *Biological Conservation*, 96: 271-277.
- LAFFAILLE, P., PÉTILLON, J., PARIER, E., VALÉRY, L., YSNEL, F., RADUREAU, A., FEUNTEUN, E. & LEFEUVRE, J.-C., 2005. Does the invasive plant *Elymus athericus* modify fish diet in tidal salt marshes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65(4): 739-746.
- LAGARDÉRE, F., DECAMPES, P. & QUERO, J. C., 1979. Découverte le long des côtes de la Charente Maritime d'une population de *Solea senegalensis* Kaup 1858 (Soleidae, Pleuronectiformes). *Annales de la Société des Sciences Naturelles de la Charente-Maritime*, 6: 563-572.

- LEGEŻYŃSKA, J., KĘDRA, M. & WALKUSZ, W., 2012. When season does not matter: summer and winter trophic ecology of Arctic amphipods. *Hydrobiologia*, 684: 189-214.
- LE MAO, P., 1985. *Peuplements piscicole et teuthologique du bassin maritime de la Rance: Impact de l'aménagement marémoteur*. Tesis de 3<sup>er</sup> Ciclo. ENSA de Rennes et Université de Rennes 1.
- MACHIAS, A. & LABROPOULOU, M., 2002. Intra-specific variation in resource use by red mullet, *Mullus barbatus*. *Estuarine Coastal Shelf Science*, 55(5): 65-78.
- MAHE, K., VILLANUEVA, M. C., VAZ, S., COPPIN, F., KOUUBI, P., & CARPENTIER, A., 2014. Morphological variability of the shape of striped red mullet *Mullus surmuletus* in relation to stock discrimination between the Bay of Biscay and the eastern English Channel. *Journal of Fish Biology*, 84(4): 1063-1073.
- MARCHAND, J. & MASSON, G., 1989. Process of estuarine colonization by 0-group sole (*Solea solea*): hydrological conditions, behaviour, and feeding activity in the Vilaine estuary. *Rapports et procès Verbaux des Réunions, Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, 191: 287-295.
- MATHER, J. A., 1991. Foraging feeding and prey remains in middens of juvenile *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda). *Journal of Zoology*, 224: 27-39.
- MAZZOLA, A., LOPIANO, L., LA ROSA, T. & SARÀ, G., 1999. Diel feeding habits of juveniles of *Mullus surmuletus* (Linneo, 1758) in the lagoon of Stagnone di Marsala (Western Sicily, Italy). *Journal of Applied Ichthyology*, 15: 143-148.
- MOLINERO, A. & FLOS, R., 1992. Influence of season on the feeding habits of the common sole *Solea solea*. *Marine Biology*, 113: 499-507.
- MOREN, M., SUONTAMA, J., HEMRE, G. I., KARLSEN, Ø., OLSEN, R. E., MUNDHEIM, H. & JULSHAMN, K., 2006. Element concentrations in meals from krill and amphipods. Possible alternative protein source in complete diets for farmed fish. *Aquaculture*, 261: 174-181.
- MORETTI, A., PEDINI FERNANDEZ-CRIADO, M., CITTOLIN, G. & GUIDASTRI, R., 1999. *Manual on hatchery production of seabass and gilthead seabream, Vol.1*. FAO. Rome, 194 pp.
- NAVARRO, J. C. & VILLANUEVA, R., 2000. Lipid and fatty acid composition of early stages of cephalopods: an approach to their lipid requirements. *Aquaculture*, 183: 161-177.
- 2003. The fatty acid composition of *Octopus vulgaris* paralarvae reared with live and inert food: deviation from their natural fatty acid profile. *Aquaculture*, 219: 613-631.
- NELSON, W. G., 1978. *The community ecology of seagrass amphipods: predation and community structure, life histories, and biogeography*. Tesis doctoral. Duke University.
- 1979. Experimental studies of selective predation on amphipods: consequences for amphipod distribution and abundance. *Journal Experimental of Marine Biology and Ecology*, 38: 225-245.
- NICOLAS, D., LE LOC'H, F., DÉSAUNAY, Y., HAMON, D., BLANCHET, A. & LE PAPE, O., 2007. Relationships between benthic macrofauna and habitat suitability for juvenile common sole (*Solea solea*, L.) in the Vilaine estuary (Bay of Biscay, France) nursery ground. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73(3-4): 639-650.
- O'GORMAN, E. J., ENRIGHT, R. A. & EMMERSON, M. C., 2008. Predator diversity enhances secondary production and decreases the likelihood of trophic cascades. *Oecologia*, 158: 557-567.
- PALMA, J., BUREAU, D. P. & ANDRADE, J. P., 2014. The effect of diet on ontogenic development of the digestive tract in juvenile reared long snout seahorse *Hippocampus guttulatus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 40(3): 739-750.
- PINCZON, D. G., BLANC, A. & DAGUZAN, J., 2000. The diet of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. (Mollusca: Cephalopoda) during its life cycle in the Northern Bay of Biscay (France). *Aquatic Science*, 61: 167-178.

- PITA, C., GAMITO, S., & ERZINI, K., 2002. Feeding habits of the gilthead seabream (*Sparus aurata*) from the Ria Formosa (southern Portugal) as compared to the black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) and the annular seabream (*Diplodus annularis*). *Journal of Applied Ichthyology*, 18(2): 81-6.
- PLANAS, M., 2012. Proyecto Hippocampus: un puente entre la acuicultura y la conservación de la biodiversidad marina. En: REY-MÉNDEZ, M., LODEIROS, C., FERNÁNDEZ CASAL, J., GUERRA, A. (Editores). *Foro de Recursos Marinos y Acuícolas de las Rías Gallegas*. 13: 81-92.
- PLANAS, P & VIVES, F., 1956. Notas preliminares sobre la biología del salmonete (*Mullus barbatus* L.). *Investigación Pesquera*, 5: 31-50.
- ROBERTSON, A. I., 1984. Trophic interactions between the fish fauna and macrobenthos of an eelgrass community in western port, Victoria. *Aquatic Botany*, 18: 135-153.
- RODRÍGUEZ, A. & RODRÍGUEZ, R. B., 1980. First record of *Solea senegalensis* Kaup, 1858 (Heterosomata, Soleidae) from the Mediterranean Sea. *Investigación Pesquera*, 44: 291-295.
- ROPER, C. F. E., SWEENEY, M. J. & NAUEN, C. E., 1984. Fao species catalogue, vol. 3. Cephalopoda of the world. An annotated and illustrated catalogue of the species of interest to fishery. *Fao Fisheries Synopsis*, 3(125): 1-247.
- ROURA, Á., GONZÁLEZ, Á. F., REDD, K. & GUERRA, Á., 2012. Molecular prey identification in wild *Octopus vulgaris* paralarvae. *Marine Biology*, 159(6): 1335-1345.
- RUSSO, T., COSTA, C. & CATAUDELLA, S., 2007. Correspondence between shape and feeding habit changes throughout ontogeny of gilthead sea bream *Sparus aurata* L., 1758. *Journal of Fish Biology*, 71(3): 629-659.
- SÁ, R., BEXIGA, C., VIEIRA, L., VEIGA, P. & ERZINI, K., 2003. Diets of the sole *Solea vulgaris* Quensel, 1806 and *Solea senegalensis* Kaup, 1858 in the lower estuary of the Guadiana River (Algarve, southern Portugal): Preliminary results. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 19: 305-308.
- SELLESLAGH, J., & AMARA, R. 2014. Are Estuarine Fish Opportunistic Feeders? The Case of a Low Anthropized Nursery Ground (the Canche Estuary, France). *Estuaries and Coasts*. Publicado online. doi:10.1007/s12237-014-9787-4
- SERRANO, A., VELASCO, F., OLASO, I. & SÁNCHEZ, F., 2003. Macrobenthic crustaceans in the diet of demersal fish in the Bay of Biscay in relation to abundance in the environment. *Sarsia*, 88(1): 36-48.
- SMITH, C. D., 2003. Diet of *Octopus vulgaris* in False Bay, South Africa. *Marine Biology*, 143(6): 1127-1133.
- SPITZ, J., CHOUVELON, T., CARDINAUD, M., KOSTECKI, C. & LORANCE, P., 2013. Prey preferences of adult sea bass *Dicentrarchus labrax* in the northeastern Atlantic: implications for bycatch of common dolphin *Delphinus delphis*. *ICES Journal of Marine Science*, 70(2): 452-461.
- SUQUET, M., DIVANACH, P., HUSSENOT, J., COVES, D., FAUVEL, C., 2009. Pisciculture marine de nouvelles espèces d'élevage pour l'Europe. *Cahier d'Agriculture*, 18(2-3): 148-156.
- SYKES, A. V., DOMINGUES, P. M., CORREIA, M., ANDRADE, J. P., 2006. Cuttlefish culture – State of the art and future trends. *Vie et Milieu – Life & Environment*, 56(2): 129-137.
- TEIXEIRA, C. M., & CABRAL, H. N., 2010. Comparative analysis of the diet, growth and reproduction of the soles, *Solea solea* and *Solea senegalensis*, occurring in sympatry along the Portuguese coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(05): 995-1003.
- TSERPES, G., FIORENTINO, F., LEVI, D., CAU, A., MURENU, M., ZAMBONI, A. & PAPACONSTANTINOU, C., 2002. Distribution of *Mullus barbatus* and *M. surmuletus* (Osteichthyes: Perciformes) in the Mediterranean continental shelf: Implications for management. *Scientia Marina*, 66 (2): 39-54.

- VASSILOPOULOU, V. & PAPACONSTANTINO, C., 1993. Feeding habits of red mullet (*Mullus barbatus*) in a gulf in western Greece. *Fisheries Research*, 16: 69-83.
- VASSILOPOULOU, V., PAPACONSTANTINO, C. & CARAGITSOU, E., 2001. Adaptations of demersal fish species in a nutrient-rich embayment of the Ionian Sea (Greece). En: THURSTON, R. V. (Editor). *Fish Physiology, Toxicology, and Water Quality, Proceedings of the 6th International Symposium*: 107-121. Ecosystem Research Division. Athens, GA.
- VAZ-PIRES, P., SEIXAS, P. & BARBOSA, A., 2004. Aquaculture potential of the common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797): a review. *Aquaculture*, 238(1-4): 221-238.
- VILLALTA, M., 2007. *Requerimientos nutricionales en ácidos grasos esenciales y organógenesis de la larva del lenguado senegalés, Solea senegalensis* (Kaup, 1858). Tesis doctoral. Univeritat autónoma de Barcelona.
- VINAGRE, C., MAIA, A., REIS-SANTOS, P., COSTA, M. J. & CABRAL, H. N., 2009. Small-scale distribution of *Solea solea* and *Solea senegalensis* juveniles in the Tagus estuary (Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81: 296-300.
- VOLIANI, A., 1999. *Mullus barbatus*. En: RELINI, G., BERTRAND, J. & ZAMBONI, A. (Editors). Synthesis of Knowledge on Bottom Fishery Resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biologia Marina Mediterranea*, 6(1): 276-291.
- WOODS, C. M. C., 2002. Natural diet of the seahorse *Hippocampus abdominalis*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 36(3): 655-660.
- 2003. Factors affecting successful culture of the seahorse, *Hippocampus abdominalis* Leeson, 1827. En: CATO, J. & BROWN, C. (Editores). *Marine Ornamental Species*: 277-288. Blackwell Publishing. Iowa.
- 2009. Caprellid amphipods: An overlooked marine finfish aquaculture resource? *Aquaculture*, 289: 199-211.

