

# El pulpo común: candidato para la acuicultura

Juan Estefanell

El pulpo común *Octopus vulgaris* es una especie de gran interés para la acuicultura por su rápido crecimiento y gran demanda de mercado. En el presente artículo se evaluó el cultivo en jaulas sumergibles, sistema testado por primera vez en esta especie, registrando un crecimiento muy elevado. Además las jaulas sumergibles presentan varias ventajas respecto a las jaulas flotantes tradicionales, como son el cultivo de esta especie en un ambiente más estable (temperatura, salinidad, sin efecto del oleaje) y no tiene impacto visual, característica muy importante en zonas turísticas como las Islas Canarias.

*Fast growth and high market demand confer O. vulgaris great potential to aquaculture. In the present article a submersible rearing system was tested for the first time in this species, observing very high growth. In addition, the submersible rearing system has other advantages in comparison to the traditional octopus rearing in floating cages: animals are reared in a more stable environment in terms of temperature, salinity and wave exposure, and has no visual impact, which is a very important characteristic in touristic areas, such as the Canary Islands.*

## La acuicultura: definición y origen

La *acuicultura* abarca la producción, engorde y comercialización de organismos acuáticos, animales o vegetales. Aunque ya era practicada por los egipcios en el 2500 a. C., el primer registro escrito data de China del 475 a.C., y tanto Aristóteles en Grecia como Plinio en Roma hablaban del cultivo de ostras en sus escritos. Sin embargo, el verdadero desarrollo de la acuicultura como ciencia tuvo lugar después de la 2ª Guerra Mundial y fue consecuencia de un aumento exponencial de la demanda mundial de pescado, motivado por la reducción del crecimiento de las pesquerías por agotamiento de los stocks naturales. Tanto la sobrepesca como los

cambios medioambientales son responsables del descenso de los stocks tradicionales de especies acuáticas (Caddy y Rodhouse, 1998). A pesar de ello, la FAO predice que en este siglo el consumo mundial de proteínas acuáticas alcanzará una demanda de 150-160 millones de toneladas. Las pesquerías tradicionales no pueden aportar más de 90-100 millones, por lo que el resto tendrá que venir necesariamente de la acuicultura. Esta expansión es la llamada "revolución azul".

## Pocas especies cultivadas a escala industrial en Europa

En 2009, más del 75% del total de la producción de la acuicultura europea correspondieron a 2 especies, salmón y mejillón. Las 10 especies

principales representan el 97.8% de la producción total (Tabla 1). El bajo número de especies cultivadas a escala industrial en nuestro continente está produciendo una saturación de mercado (Vaz Pires et al., 2004), lo que ha resaltado la importancia de buscar nuevas especies susceptibles de ser cultivadas a escala industrial.

## El pulpo: candidato para diversificar la acuicultura

El pulpo común *Octopus vulgaris* es una especie candidata para la acuicultura ya que posee un alto precio y gran demanda de mercado, tanto a nivel europeo (España, Portugal, Italia) como mundial (Japón, Corea, México). Es una especie de hábitos bentónicos, tiene un ciclo de vida



Artículo patrocinado por

**Harinera Canarias**

**Tabla 1.** Especies cultivadas, producción total (ton) y % durante el año 2009 en Europa

| Especie      | Producción       | %            |
|--------------|------------------|--------------|
| Salmon       | 1.063.555        | 42,8%        |
| Mejillón     | 489.503          | 19,7%        |
| Trucha       | 306.130          | 12,3%        |
| Carpa        | 233.717          | 9,4%         |
| Ostra        | 116.560          | 4,7%         |
| Dorada       | 96.567           | 3,9%         |
| Lubina       | 59.211           | 2,4%         |
| Almeja       | 34.002           | 1,4%         |
| Bacalao      | 22.729           | 0,9%         |
| Rodaballo    | 9.238            | 0,4%         |
| <b>TOTAL</b> | <b>2.484.586</b> | <b>97,9%</b> |

Fuente: *Fishstat plus* (FAO, 2011)

corto (menos de 2 años), se caracteriza por un crecimiento rápido (entre 0.5 y 1 kg al mes) y se adapta fácilmente a condiciones de cultivo (Iglesias et al., 2000). Además, el estado actual de la pesquería mundial de pulpo común se encuentra en claro declive (Fig. 1).

### Dificultades en el cultivo larvario del pulpo

El principal cuello de botella para el cultivo industrial del pulpo reside en la dificultad de su cultivo larvario, asociada a deficiencias nutricionales presentes en las presas vivas comúnmente usadas en el cultivo larvario de peces. El gran desarrollo del sistema visual y neuronal del pulpo posiblemente sea responsable de los diferentes requerimientos nutricionales respecto a los peces. Sin embargo, investigadores del I.E.O. de Vigo han conseguido cerrar el ciclo biológico de esta especie en cautividad, utilizando una mezcla de presas vivas que incluía larvas

de centollo (Iglesias et al., 2004). Actualmente, investigadores de 7 comunidades autónomas están trabajando en un proyecto de la Junta Nacional de Cultivos Marinos en el desarrollo de técnicas de cultivo larvario y enriquecedores experimentales específicos para pulpo, por lo que en el plazo de 3 años se espera lograr importantes avances en el cultivo larvario de esta especie.

### El engorde artesanal del pulpo

A pesar de las dificultades de la fase larvaria, el enorme potencial del cultivo del pulpo ha incentivado a un pequeño número de empresas en Galicia, pioneras en el engorde artesanal de esta especie. Para ello capturan ejemplares salvajes de 750 g y los engordan en ciclos de 3-4 meses en jaulas flotantes (Fig. 3, Fig. 4), utilizando como alimento especies de descarte de la pesca local. Dichas jaulas incluyen guaridas (tubos de PVC) como adaptación al estilo de vida de esta especie, que pasa la mayor parte del tiempo escondido en cuevas oscuras. Las jaulas están formadas por un armazón de acero cubierto por malla metálica para evitar escapes, ya que el pulpo es un animal sorprendentemente elástico capaz de pasar por un orificio donde pueda introducir su pico quitinoso.

**Figura 1.** Evolución de la pesquería de pulpo común desde 1963 hasta 2009 (*Fishstat plus*, FAO 2011)

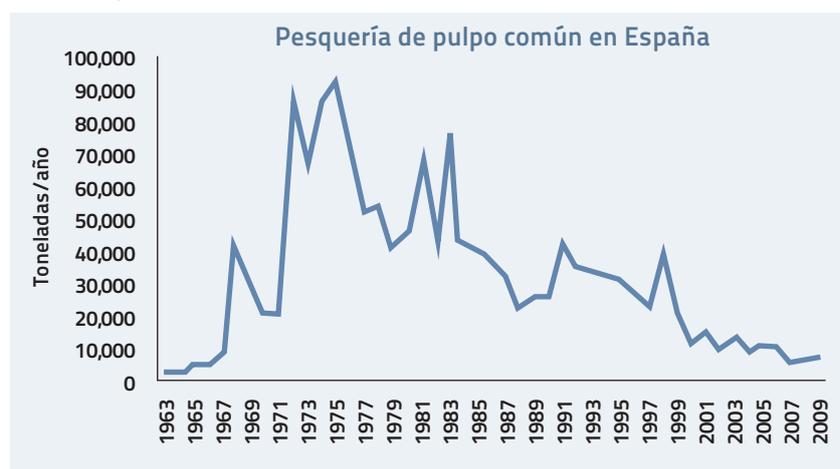


Figura 2. Paralarva de pulpo recién eclosionada, ya presenta brazos cortos con ventosas



### Limitaciones del sistema de engorde tradicional del pulpo en jaulas flotantes

Las características rígidas de estas jaulas limitan su uso a zonas de aguas tranquilas, como son las "Rías gallegas" y algunos puertos donde se han llevado a cabo ciclos de engorde experimental, ya que la colocación de este tipo de artefactos flotantes en zonas expuestas de gran oleaje ha dado malos resultados, asociados al stress de los ejemplares por los constantes "vaivenes", acostumbrados a una vida tranquila en el fondo. Además, el aumento de la mortalidad durante la fase de engorde está asociado al aumento de la temperatura en verano (García García et al., 2009) y la bajada de la salinidad por lluvias copiosas en invierno (Chapela et al., 2006),

nuevamente ambas relacionadas con el estilo de vida del pulpo en el fondo del mar, en un ambiente muy estable tanto en temperatura como en salinidad. Además, el sistema de engorde flotante tiene un gran impacto visual, otra desventaja que limita la concesión de licencias en zonas turísticas como es el caso de las Islas Canarias, donde además competiría directamente con intereses turísticos por las zonas resguardadas.

### Jualas sumergibles experimentales diseñadas en Canarias para el cultivo del pulpo

Por los motivos previamente citados, los investigadores del Grupo de Investigación en Acuicultura (ICCM, Las Palmas) diseñaron un sistema

de cultivo en jaulas sumergibles (Fig. 5), de 2x2x1 m (4 m<sup>3</sup>), situado sobre el fondo del mar a 27 m de profundidad. Para comparar el crecimiento y la mortalidad de los pulpos, paralelamente se realizó otro ciclo de engorde con el sistema tradicional en jaulas flotantes (2.5 m<sup>3</sup>). Dicho sistema había sido previamente testado en el muelle de Taliarte con buenos resultados (Socorro et al., 2005; Estefanell et al., 2011a,b).

### Boga de descarte de la acuicultura: aprovechamiento de sub-productos locales

Una de las mayores críticas que recibe la acuicultura del pulpo en su estado actual es la dependencia de descartes de la pesca de bajura (peces y crustáceos) como alimen-

Figura 3. Foto de un pulpo en el interior de una guarida durante su engorde en jaulas



to de los pulpos. Es por ello muy importante utilizar recursos alternativos que aseguren la sostenibilidad de esta actividad. Por este motivo, los investigadores del GIA son pioneros en el uso de especies de descarte de la acuicultura (Socorro et al., 2005). Juveniles de varias especies de peces se introducen en las jaulas de acuicultura a través de la malla, alimentándose de pienso comercial y engordando durante varios meses hasta el despesque (Fig. 6). De este modo, al final del ciclo de engorde se obtienen de forma accidental una biomasa de bogas (*Boops boops*), lebranchos (*Mugil cephalus*) o salemas (*Sarpa salpa*), entre otros, que deben ser descartados durante el procesamiento y empaquetado de las especies comerciales, dorada (*Sparus aurata*) y lubina (*Dicentrarchus labrax*), en las empresas de acuicultura. Estos descartes

Figura 4. Jaula sumergible de 10 m<sup>3</sup>, con flotadores en la partes superior y subdividida interiormente en 4 semi-jaulas de 2.5 m<sup>3</sup>, cada una con 42 guaridas



**Figura 5.** Jaula sumergible de 4 m<sup>3</sup>, situada a 27 m de profundidad, subdividida interiormente en 2 semi-jaulas de 2 m<sup>3</sup>, cada una con 26 guaridas



**Figura 6.** Imagen de un despesque en una granja marina local, donde se pueden apreciar la gran cantidad de bogas (*Boops boops*)



no tienen valor comercial ni interés para consumo humano y suponen una pérdida de rentabilidad para el sector. La boga es la especie de descarte más abundante, pudiendo sobrepasar el un 5% del total en alguna jaula, y presenta un perfil mucho más graso que la boga silvestre. En un estudio previo realizado en tanques se evaluó el crecimiento de pulpo alimentado con boga de descarte, dando un óptimo resultado (Estefanell et al., 2011 a,b), lo que sugiere la posibilidad de aprovechar los descartes de la acuicultura como alimento de pulpo común, fomentando un sistema de cultivo en paralelo y de bajo coste.

### Diseño experimental: jaulas flotantes frente a jaulas sumergidas

Cada sistema de cultivo fue testado por duplicado. Se seleccionaron pulpos de 910±42 g, alojados en cada semi-jaula en número tal que ajustase la densidad inicial a 10 kg/m<sup>3</sup>. La duración del experimento fue de 60 días y se alimentó a saciedad con boga de descarte 6

veces por semana. En el caso de la jaula sumergible la dosis diaria de alimento fue suministrada por buzos profesionales.

### Resultados de engorde y supervivencia

Los pulpos cultivados en el sistema sumergible tuvieron un crecimiento y un incremento de biomasa ligeramente superior al sistema flotante tradicional (Tabla 2, Fig. 7), aunque sin llegar a presentar diferencias estadísticas. En cualquier caso los resultados de crecimiento, supervivencia e incremento de biomasa registrados mejoran experiencias previas (Socorro et al., 2005; Chapela et al., 2006; Rodríguez et al., 2006; García García et al., 2009; Estefanell et al., 2011a,b), lo que sugiere que tanto la dieta utilizada o las condiciones naturales de las islas canarias (temperatura, fotoperiodo, calidad del agua) son excelentes de cara al desarrollo del cultivo del pulpo común.

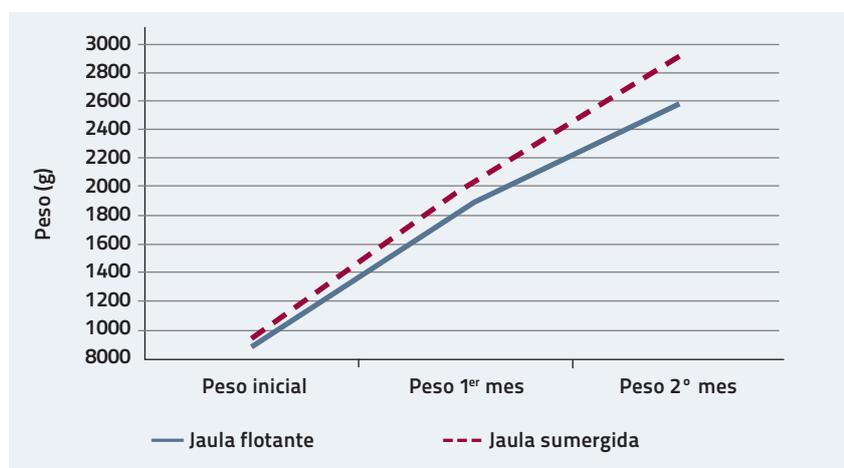
### Análisis bioquímico: boga de descarte y músculo de pulpo

La boga de descarte presentó un elevado perfil de grasa (44% en peso seco), que sin embargo no se vio reflejada en el músculo de pulpo. De hecho, el músculo de pulpo, que representa más del 94% del peso total del animal, registró un ligero descenso en la grasa total en los pulpos cultivados (Tabla 3). Este hecho denota la gran diferencia entre el metabolismo del pulpo y el de algunos vertebrados, como los peces o los mamíferos, en los que un aumento de grasa en la dieta conlleva un aumento de grasa general en todo el cuerpo, incluido el músculo. Por otro lado, el aumento significativo de proteína total en músculo de pulpo sugiere que la grasa es eficientemente utilizada como fuente de energía, lo que permitiría a su vez una mejor asimilación de las proteínas de la dieta para el crecimiento. Este resultado difiere de conclusiones previas en pulpo común, al que se le atribuye una baja eficiencia de utilización de la grasa de la dieta (O'Dor et al., 1984) e incluso

**Tabla 2.** Supervivencia (%), incremento de peso por mes (IPM, g/mes) e incremento de biomasa (IB, %) obtenido en cada sistema de cultivo

|                   | Flotante  | Sumergible |
|-------------------|-----------|------------|
| IPM (g/mes)       | 872±32    | 991±90     |
| Supervivencia (%) | 96.7±0.0  | 93.2±3.3   |
| BI (%)            | 192.0±7.8 | 198.4±24.5 |

**Figura 7.** Peso inicial, intermedio y peso final de los pulpos cultivados en jaulas flotantes y sumergibles



una disminución de la digestibilidad de las proteínas como consecuencia del alto perfil graso de la dieta (Sánchez et al., 2009).

### Perfil de ácidos grasos: boga de descarte y músculo de pulpo

Las grasas se componen de diferentes clases lipídicas, que desempeñan funciones energéticas (por ejemplo los triglicéridos) o estructurales (por ejemplo los fosfolípidos). Cada clase lipídica está compuesta por unidades más pequeñas,

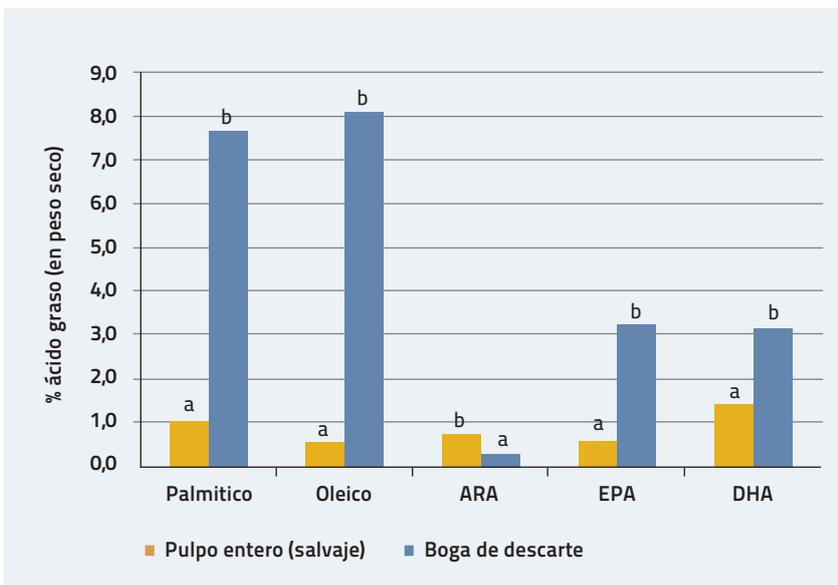
los ácidos grasos. El perfil completo de las muestras analizadas lo forman unos 40 ácidos grasos diferentes, pero para este apartado se han seleccionado los 5 más abundantes: ácido palmítico (16:0), ácido oleico (18:1n-9), ARA (20:4n-6), EPA (20:5n-3) y DHA (22:6n-3), que representan más del 75% del total de ácidos grasos presentes en el músculo de pulpo. En la Fig. 8 vemos una representación gráfica del contenido de cada ácido graso en pulpo salvaje (inicial) y en la boga de descarte (expresado en % en peso seco), destacando que *a priori* tan

sólo el ARA podría ser limitante por su bajo contenido en la dieta. De hecho, en la Fig. 9 tenemos otra representación gráfica del músculo de pulpo salvaje comparado con el de ejemplares alimentados con boga de descarte durante 2 meses, y efectivamente se ve que el contenido de ARA disminuye drásticamente. El ARA tiene importantes funciones fisiológicas, relacionados con el sistema inmune y la reproducción, entre otros. El elevado crecimiento observado en este estudio unido al marcado descenso de ARA en el músculo de pulpo sugiere que la probable deficiencia en ARA de la boga de descarte no afecta al crecimiento en pulpo, al menos hasta los 60 días de cultivo. De hecho, la Fig. 9 muestra un aumento significativo de EPA en músculo, lo que sugiere que podría estar sustituyendo al ARA durante la formación de fosfolípidos, clase lipídica de función estructural mayoritaria en músculo de pulpo, manteniendo *a priori* sus funciones biológicas.

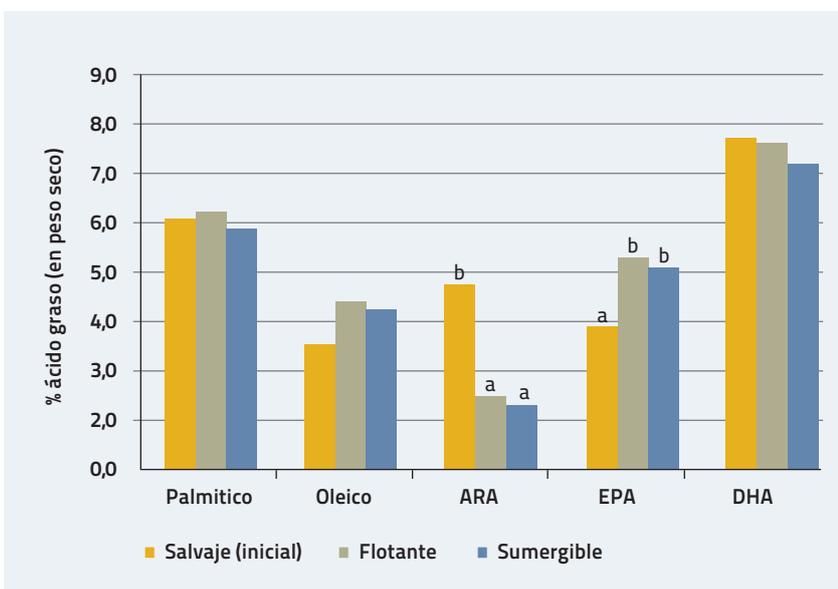
**Tabla 3.** Composición proximal del músculo de pulpo salvaje (inicial) y alimentado con boga de descarte durante 60 días

|               | Salvajes (inicial) | Flotantes | Sumergibles |
|---------------|--------------------|-----------|-------------|
| Lípidos (%)   | 5.7±0.3            | 5.4±0.4   | 5.2±0.2     |
| Proteínas (%) | 78.7±3.7a          | 86.9±3.7b | 86.8±2.2b   |
| Humedad (%)   | 83.6±2.2           | 80.8±0.9  | 81.6±0.9    |
| Cenizas (%)   | 1.8±0.1            | 1.8±0.1   | 1.8±0.1     |

**Figura 8.** Ácidos grasos principales en pulpo salvaje (inicial) comparados con el perfil de la boga de descarte (% en peso seco)



**Figura 9.** Ácidos grasos principales en músculo de pulpo salvaje (inicial) y tras 60 días de alimentación a base de boga de descarte en ambos sistemas de cultivo (% en peso seco)



## Conclusiones

1. El engorde de pulpo en Canarias es más rápido que en otras regiones, llegando a incrementos de biomasa del 200% en sólo 60 días de cultivo.
2. El cultivo de pulpo en jaulas sumergibles tiene varias ventajas respecto al sistema flotante: no se ve afectado por el oleaje, ni la época del año (temperatura y salinidad muy estable) y carece de impacto visual, especialmente importante en zonas turísticas como las Islas Canarias.
3. La boga de descarte de la acuicultura local es una dieta "potencialmente adecuada" para el engorde de pulpo común, lo que representa un posible aprovechamiento de recursos locales y un aumento de la rentabilidad del sector.
4. A nivel nutricional, el aumento de proteína en el músculo de pulpo sugiere una muy eficiente utilización de la grasa de la boga.
5. El bajo contenido en ARA, ácido graso esencial en la mayoría de los seres vivos, parece que no limita el crecimiento del pulpo, al menos hasta los 60 días de cultivo.

## Referencias bibliográficas

- Caddy, J. F. y Rodhouse, P. G. 1998. "Cephalopod and ground fish landings: evidence for ecological change in global fisheries". *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, núm. 8, págs. 431-444.
- Chapela, A., González, Á.F., Dawe, E. G, Rocha, F. y Guerra, Á., 2006. "Growth of common octopus (*Octopus vulgaris*) in cages suspended from rafts". *Scientia Marina* núm. 70, págs. 121-129.
- Estefanell J., Socorro J., Tuya F., Izquierdo M., Roo J. 2011a. Growth, protein retention and biochemical composition in *Octopus vulgaris* fed on different diets based on crustaceans and aquaculture by-products. *Aquaculture*, DOI: 10.1016/j.aquaculture.2011.09.027
- Estefanell, J., Roo J., Guirao R., Afonso, J.M., Fernández-Palacios, H., Izquierdo, M., Socorro, J. 2011b. Efficient utilization of dietary lipids in *Octopus vulgaris* (Cuvier 1797) fed fresh and agglutinated moist diets based on aquaculture by-products and low price trash species. *Aquaculture research*, DOI: 10.1111/j.1365-2109.2011.03014.x
- FAO Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistic Unit. 2010. FISHSTAT PLUS, version 2.3
- García García, B., Cerezo Valverde, J., Aguado-Giménez, F., García García, J. y Hernández, M., 2009. "Growth and mortality of common octopus *Octopus vulgaris* reared at different stocking densities in Mediterranean offshore cages". *Aquaculture Research*, núm. 40, págs. 1202-1212.
- Iglesias, J., Otero, J. J., Móxica, C., Fuentes, L. y Sánchez y 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*, núm. 12, págs. 481-487.
- O'Dor, R.K., Mangold, K., Boucher-Rodoni, R., Wells, M. J. y Wells, J., 1984. "Nutrient absorption, storage and remobilization in *Octopus vulgaris*". *Mar. Behav. Physiol.*, núm. 11, págs. 239-258.
- Rodríguez, C., Carrasco, J.F., Arronte, J.C. y Rodríguez, M., 2006. "Common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) juvenile on-growing in floating cages". *Aquaculture*, núm. 254, págs. 293-300.
- Sánchez, M., Hernández, M.D., Cerezo Valverde, J. y García García, B., 2009. "Protein and lipid digestibility in common octopus (*Octopus vulgaris*)". *Libro de resúmenes del Cephalopod International Advisory Council Symposium (CIAC'09)*, pág. 86.
- Socorro, J., Roo, J., Fernández-López, A., Guirao, R., Reyes, T. e Izquierdo, M., 2005. "On-growing of *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) in floating cages fed with bogue *Boops boops* (L., 1758) from fish farm discards". *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, núm. 21 (1-4), págs. 189-194.

## Reseña curricular

**Juan Estefanell** (Vigo, 14/06/1979). Licenciado en Ciencias del Mar (Universidad de Vigo, 2003) y Máster Internacional en Acuicultura (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2006). Actualmente está haciendo un doctorado en "Nutrición y sistemas de cultivo del pulpo común *Octopus vulgaris*", asociado al Grupo de Investigación en Acuicultura (Instituto Canario de Ciencias Marinas, Telde). Durante los últimos años ha publicado varios trabajos de investigación en congresos nacionales e internacionales y varios artículos científicos en revistas especializadas.

Instituto Canario de Ciencias Marinas  
carretera de Taliarte s/n  
Taliarte, Telde  
C.P.: 35214  
Las Palmas de Gran Canaria  
Teléfono: 928 132 900  
Fax: 928 132 908  
Email: juan.estefanell@giaqua.org