

Santaella Álvarez, E. (2017). La acuicultura en Canarias: situación y perspectivas. La acuicultura de tónidos. En Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Investigando el mar: viaje al planeta agua*, pp. 41-70. Actas XII Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. Puerto de la Cruz. 202 pp. ISBN 978-84-697-6097-0

## **2. La acuicultura en Canarias: situación y perspectivas. La acuicultura de tónidos**

**Eladio Santaella Álvarez**

*Doctor en Ciencias Biológicas,  
Oceanógrafo (jubilado),  
Instituto Español de Oceanografía.*

*La acuicultura, entendida como la producción controlada de especies acuícolas, se encuentra en la actualidad ampliamente consolidada en todo el mundo con una producción que supera a la de la pesca extractiva. Su papel futuro será satisfacer los incrementos de demanda de estas especies ante el estancamiento de la pesca y el marisqueo. Esta situación se repite en Canarias, donde, además, la acuicultura podría tener un papel significativo en la diversificación de su economía, excesivamente centrada en el turismo. Actualmente se ha producido una paralización en la evolución de este sector en las islas por lo que es necesario adoptar medidas que den lugar a incrementos significativos de la producción. Entre ellas estarían la solución de conflictos sectoriales (turismo, pesca), adecuación tecnológica sobre bases científicas sólidas, eliminación de trabas burocráticas, uso adecuado de fondos comunitarios, comercialización coordinada hacia mercados externos y diversificación de la producción. En relación con este último apartado se propone la implementación de la acuicultura de tónidos, en concreto de atún rojo, mediante las técnicas desarrolladas en el Mediterráneo español. Para el abastecimiento de huevos fecundados viables se actuaría en coordinación con el Centro del Instituto Español de Oceanografía de Mazarrón (Murcia).*

## Introducción

La acuicultura, como una actividad destinada a abastecer las necesidades alimenticias de la humanidad, en lo que se refiere a productos con altos contenidos en proteínas de alta calidad, tiene una antigüedad de milenios, si bien no adquiere una relevancia económica significativa hasta que la evolución de la pesca tradicional, en los años que siguieron a la segunda guerra mundial, no alcanza una situación de claro estancamiento como resultado de las siguientes dos situaciones que actualmente se consideran irreversibles:

- a. La evolución de la tecnología, que contribuyó a incrementar enormemente el esfuerzo pesquero.
- b. Tras la implantación del Convención sobre el Derecho del Mar, a partir de 1982, se produce la exigencia de los países ribereños a explotar en exclusiva los recursos vivos de sus costas.

Como consecuencia de ello se produce un desabastecimiento creciente de los mercados, especialmente de las sociedades más ricas, agudizado por el crecimiento demográfico general y por la evolución de las costumbres alimenticias hacia dietas más sanas con el conocido auge de la "dieta mediterránea", y por el probado efecto positivo del consumo de pescado en las prevención de las enfermedades cardiovasculares.

La irreversibilidad de esta situación y, como consecuencia, el auge futuro de la acuicultura, que en un pasado reciente no parecía estar asumida por una mayoría de los representantes políticos de estados con intereses pesqueros, parece que empieza a ser de general aceptación. En este sentido cabe interpretar lo manifestado por la Comisión de la Unión Europea (UE) en su página web sobre 'asuntos marítimos y pesca' en la que afirma que "la UE hace todo lo posible por garantizar que la pesca sea sostenible (tanto económica como ambientalmente), sin olvidar los intereses de los consumidores y las necesidades de los pescadores. Estos son justamente los objetivos de la reforma de la política pesquera común que entró en vigor en enero de 2014: garantizar el sustento de los pescadores y acabar con la sobrepesca y el consiguiente agotamiento de las poblaciones."

Para delimitar el concepto de acuicultura en relación con otras actividades de explotación de recursos vivos del medio acuático hay que recurrir a la conocida definición adoptada por la FAO a efectos del tratamiento de datos estadísticos. Para esta organización la acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. La actividad de cultivo implica la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción, en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección de los depredadores y otras. La actividad de cultivo también presupone que los individuos o asociaciones que la ejercen son propietarios de la población bajo cultivo. A

esta definición habría que añadir que el titular de la explotación debe disponer de un título de uso en exclusiva, para este fin, del espacio en que se ubica la población en cultivo, ya sea un área “territorial”, si ocupa una zona emergida o la franja marítimo-terrestre o un área “marítima” si se localiza por fuera de la línea de bajamar escorada. En contraposición, se considerarán datos estadísticos provenientes de actividades extractivas (pesca o marisqueo) aquellos en los que los organismos acuáticos, en su condición de bien común, pueden ser capturados por cualquiera con o sin una preceptiva licencia o permiso de explotación.

### **Breve historia de la acuicultura**

Formas de acuicultura debieron acompañar al género humano durante el proceso de implantación inicial de la agricultura y la ganadería. Sin embargo, según distintas fuentes, las primeras referencias documentadas se localizan en China, hace unos 5500 años, a las que siguen otras en Egipto, Babilonia, Grecia, Roma y otras culturas euroasiáticas.

En historiadores griegos y romanos existen numerosas referencias al cultivo de ostras y también sobre piscicultura. A este respecto cabe señalar la siguiente observación de Séneca sobre esta actividad, de la que no se manifiesta muy partidario: "la invención de nuestros estanques de peces, esos recintos diseñados para proteger la glotonería de las gentes del riesgo de enfrentarse a las tormentas".

En lo que respecta a España, probablemente las primeras iniciativas clasificables en esta actividad sean anteriores a la época romana y derivadas de actividades salineras en la región suratlántica. Durante la dominación de Roma, en la que la industria de la salazón fue muy importante en esta zona, el auge en la producción de peces en esteros debió acompañar al incremento de la producción de sal. Por otro lado, existen estructuras de esta época, como los “Baños de la Reina” de Calpe (Alicante) y otros similares en la costa mediterránea, en forma de tanques excavados en las rocas del litoral en los que se mantenía el pescado vivo hasta su utilización posterior (Ortolá, 2007).

Como tal, la acuicultura industrial de peces marinos en España no comienza hasta los años 40 del pasado siglo con la implantación de la empresa «Piscicultura del Atlántico», en el litoral de Huelva. A partir de los años 70 se da un paso importante en el desarrollo del sector con la creación de los criaderos industriales de las empresas Finisterre-Mar y Marcultura, en Galicia y Tina Menor en Cantabria (FAME, 2000).

En cuanto al cultivo de moluscos, Graells (1864) hace referencia a múltiples lugares del litoral español en los que existen bancos de ostras naturales “que sólo exigen sembrarse para que en breve tiempo se formen

vivares muy fructíferos, si se les sabe dirigir y explotar”. Estos bancos los sitúa en el País Vasco, Cantabria, Galicia y en los esteros de Andalucía. Los inicios en la producción de mejillón se localizan (FAME, 2000) en el puerto de Barcelona a partir de 1909 en el que se introduce el cultivo suspendido en cuerdas. En Galicia se realizan las primeras experiencias en 1928 y en Valencia tiene lugar el fondeo de una batea de mejillón en 1931. La mitilicultura gallega, con las características que ahora conocemos, se inicia en 1945 dando lugar al espectacular desarrollo que sitúa a España a la cabeza de la producción mundial de esta especie (Pérez Camacho, 2007).

## Conceptos técnicos

Para evitar una excesiva complejidad en la exposición y atendiendo a las características del sector en Canarias, hay que hacer referencia principalmente a la acuicultura de peces marinos.

En primer lugar, cabe hacer una clasificación resumida de los tipos de acuicultura marina existentes. Atendiendo a la definición de acuicultura planteada anteriormente, el grado de intervención humana en los ciclos vitales de las especies cultivadas determinará, al igual que en la ganadería terrestre, los distintos niveles de “intensividad” del sistema. En general, estos niveles deberían medirse por la cantidad de energía, en cualquiera de sus formas, aportadas al mismo si bien, cuando se quiere simplificar en el caso de la acuicultura de peces, la intensividad es proporcional al porcentaje de alimentación aportada artificialmente. En grado creciente de esta intervención humana cabe hablar de **acuicultura extensiva**, **semiintensiva**, **intensiva** y, recientemente, la acuicultura **superintensiva**, en la que se controla no sólo la alimentación sino todos los parámetros que intervienen en el proceso. En este último caso se encontrarían los sistemas con ‘circuito cerrado de agua’ que se están promocionando para disminuir el impacto sobre el medio ambiente.

En la actualidad y, previsiblemente durante un largo futuro, se recurre a la captura de ejemplares silvestres para su posterior cultivo hasta talla comercial. Esto ocurre tanto en sectores consolidados, caso del mejillón gallego y, como veremos más adelante, en el ‘engrasamiento de atún’. En ambos casos hablaríamos de un **semicultivo**. En cualquier caso, la tendencia más generalizada es la de controlar todas las fases del ciclo vital de las especies según técnicas de acuicultura de **ciclo completo**.

La clasificación de la acuicultura en función de las características del medio en **marina**, de **aguas salobres** y de **aguas continentales** (dulces) se realiza principalmente para fines estadísticos. A este respecto hay que tener en cuenta que por aguas salobres se entiende la que no mantiene invariable (entre márgenes estrictos) su salinidad, como la acuicultura en esteros, en deltas, en marismas, etc.

**Tabla 1.** Clasificación de los diferentes tipos de acuicultura (Destacadas en negrita las modalidades de mayor interés para Canarias).

---

## TIPOS DE ACUICULTURA DE INTERÉS PARA CANARIAS

### CLASIFICACIÓN

<u>GRADO DE INTERVENCIÓN:</u> <b>Intensiva</b> Semiintensiva Extensiva	<u>UBICACIÓN:</u> <b>En tierra:</b> Esteros <b>Estanques (canales, cilíndricos)</b> Silos
<u>CICLO VITAL:</u> <b>Ciclo completo</b> Semicultivo	<u>Intermareales:</u> Parques Pochones  <u>En mar:</u> Bateas flotantes/fijas Long lines <b>Jaulas/plataformas</b>
<u>MEDIO ACUÁTICO:</u> <b>Marina</b> Salobre Continental (agua dulce)	

---

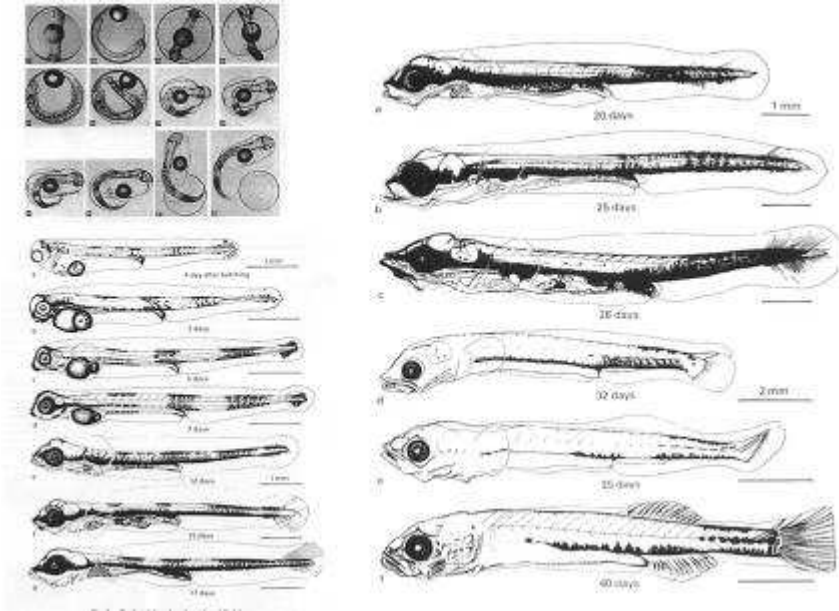
En cuanto a la ubicación de las estructuras, se tiende a ocupar cualquier área cuyas características se adecuen a la biología de las especies y permita mayores índices de rentabilidad. No obstante, existe, en la acuicultura de peces, una clara tendencia a pasar de las instalaciones en tierra (mantenidas actualmente para el caso del rodaballo) a estructuras flotantes en forma de jaulas de distintos diseños.

Las dificultades técnicas de la acuicultura marina de peces, comparada con la de aguas continentales, se deriva del tamaño de las presas y de la composición del alimento de su periodo larvario inicial. Esta circunstancia obliga a un proceso largo y sofisticado equivalente a la complejidad del desarrollo larvario de estas especies (Fig. 1). En general el cultivo larvario de la práctica totalidad de las especies marinas de interés, desarrollado en instalaciones denominadas usualmente “hatcheries” o criaderos, consta de las siguientes fases:

- **Obtención de huevos** flotantes por rebosamiento de los tanques de estabulación de unos reproductores que pudieron ser inducidos a la puesta mediante inyecciones de hormonas, si bien se tiende a lograr puestas naturales espontáneas.
- **Cultivo larvario** en estanques, en general, cilíndricos de volúmenes que en los últimos años se han hecho progresivamente mayores, en los que puede utilizarse fitoplancton como medio de cultivo al objeto de disminuir impactos lumínicos externos y para

mantener la alimentación viva en buen estado nutricional. La alimentación viva más utilizada la constituye el rotífero y los nauplios de artemia (FAO, 2017).

- **Adaptación a la comida** inerte mediante alimentación troceada o pienso compuesto.



**Fig. 1.** Complejidad del desarrollo larvario de la lubina como ejemplo de la gran mayoría de especies marinas. La obtención de las formas juveniles necesarias para abordar el cultivo industrial de estas especies requiere de instalaciones tecnológicamente sofisticadas denominadas criaderos o hatcheries. La imagen muestra el desarrollo de huevo y larvas hasta post-metamorfosis de lubina (Según Barnabé, 1991).

Las formas juveniles de las distintas especies obtenidas en el criadero serán llevadas hasta la talla comercial en un proceso que concluye en la **fase de engorde**. Para Canarias, el tipo de instalaciones más adecuado para esta fase final son las **jaulas flotantes** localizadas en mar abierto (Fig. 2). Su tamaño (hasta 120 m de diámetro) dependerá de la especie objetivo.

### **Situación de la acuicultura mundial, europea y española**

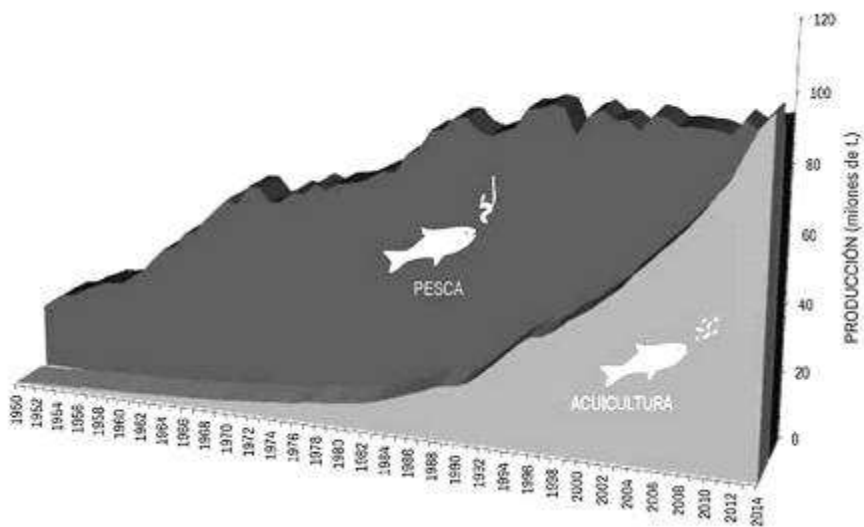
A escala mundial, el papel de la acuicultura, como abastecedor principal de un mercado global de productos pesqueros en una situación de creciente déficit, parece confirmarse a la vista de la evolución de su



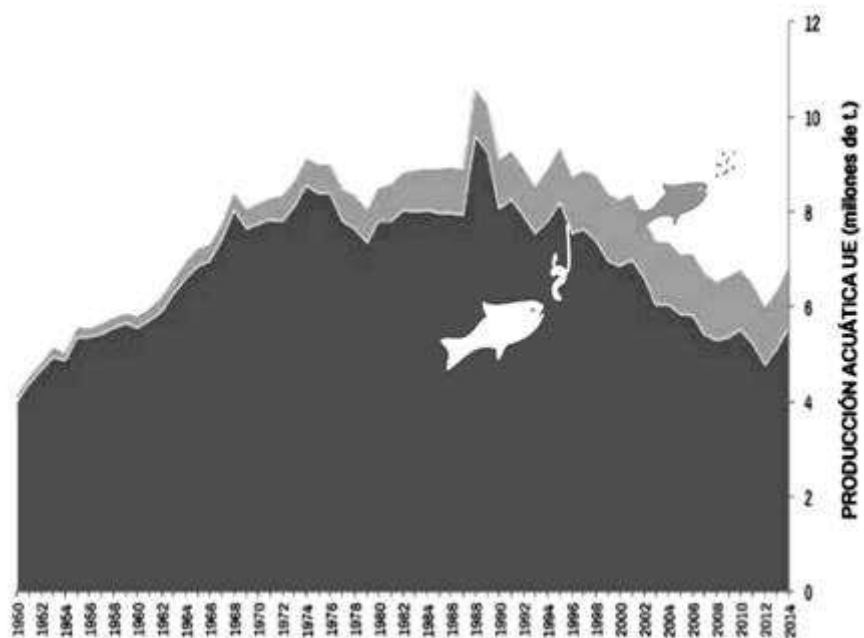
**Fig. 2.** Fase de engorde en acuicultura: jaulas flotantes. Las jaulas de la figura, localizadas en Melenara (Gran Canaria), son las más idóneas para el desarrollo de la acuicultura canaria.

producción comparada con la pesca extractiva. Según APROMAR (2016) las capturas mundiales de la pesca extractiva se han estabilizado en los últimos 20 años en torno a los 90 millones de toneladas anuales. En 2014, el total de capturas ascendió a 94,6 millones de toneladas. La estabilización de la pesca en unos niveles prácticamente imposibles de superar produce el despegue definitivo de la acuicultura, alcanzándose 101,1 millones de toneladas en 2014, y superando a la producción de la pesca en 6,5 millones de toneladas (Fig. 3). A la vista de esta gráfica, se confirman las previsiones de los científicos de mediados del pasado siglo acerca de que la capacidad máxima de producción de los océanos se situaría en torno a los 100 millones de toneladas; una aproximación asintótica de la evolución de la producción pesquera a esta cifra se hace más marcada a partir del final de la década de los años ochenta.

La evolución de la acuicultura en el ámbito europeo (Fig. 4) no ha sido tan positiva. No obstante, es una importante fuente de productos acuáticos en la UE; en 2014 la Unión produjo casi 1,3 millones de toneladas de productos de acuicultura. Este dato supone un aumento del 4,9% respecto de lo puesto en el mercado en 2013, aunque sigue estando por debajo del máximo de producción que tuvo lugar en 1999, cuando superó los 1,4 millones de toneladas. Por otra parte, la acuicultura representa el 18,8% del volumen de la producción acuática total (acuicultura y pesca) de la UE. La producción total de productos acuáticos (acuicultura y pesca) en 2014 fue de 6,8 millones de toneladas, inferior al máximo de 10,6 millones de



**Fig. 3.** Evolución de la producción de acuicultura y pesca mundial en el periodo 1950-2014. La producción mundial de acuicultura superó en 2014 a la de la pesca en 6,5 millones de toneladas.

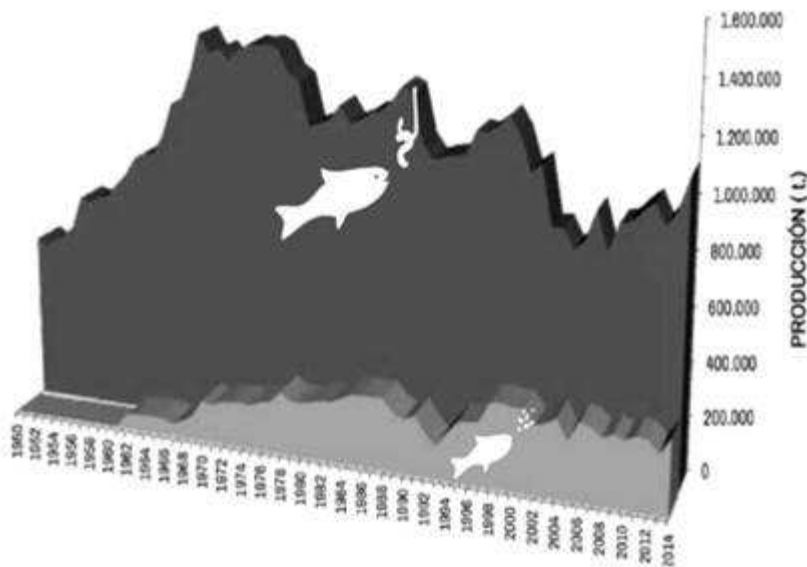


**Fig. 4.** Evolución de la producción de acuicultura (área clara) y pesca (área oscura) en los actuales 28 miembros de la UE entre 1950 y 2014 en millones de toneladas (APROMAR, 2016).



toneladas obtenidas en 1988. Desde entonces ha caído un 40%, aunque en 2014 ha experimentado un crecimiento del 8% respecto de 2013. A pesar de sus prometedoras expectativas, la producción de acuicultura en la UE no ha podido, en cualquier caso, compensar la fuerte reducción sufrida por la pesca extractiva europea en las dos últimas décadas. En cuanto a la producción de los estados miembros, España es el que tiene un mayor volumen de producción en con 282.242 toneladas en 2014 (22,0% del total), seguido por el Reino Unido con 204.617 toneladas (el 15,9%) y Francia con 204.300 toneladas (15,9%). Sin embargo, cuando se considera el valor de la producción, el Reino Unido es el principal estado miembro productor con 1.016,3 millones de euros (23,8% del valor total), seguido por Francia con 774,2 millones de euros (18,8%) y Grecia con 472,9 millones de euros (el 11,6%). España ocupa la cuarta posición, con 450,1 millones de euros (10,2%).

En el caso español (Fig. 5), la obtención de productos acuáticos provenientes de la acuicultura y de la pesca, aumentó en 2014 un 15,0 % respecto de 2013, hasta alcanzar casi 1,4 millones de toneladas. Este notable crecimiento no oculta que la media de los últimos 10 años ha sido de incrementos anuales de tan sólo el 2,7 % (1,0 % en la pesca y 3,6 % para la acuicultura). En todo caso, se espera que, por lo menos en el caso de la acuicultura, estas cifras de crecimiento se consoliden en los próximos años.



**Fig. 5.** Evolución de la producción acuática total (acuicultura en área clara + pesca extractiva en área oscura) en España entre 1950 y 2014.

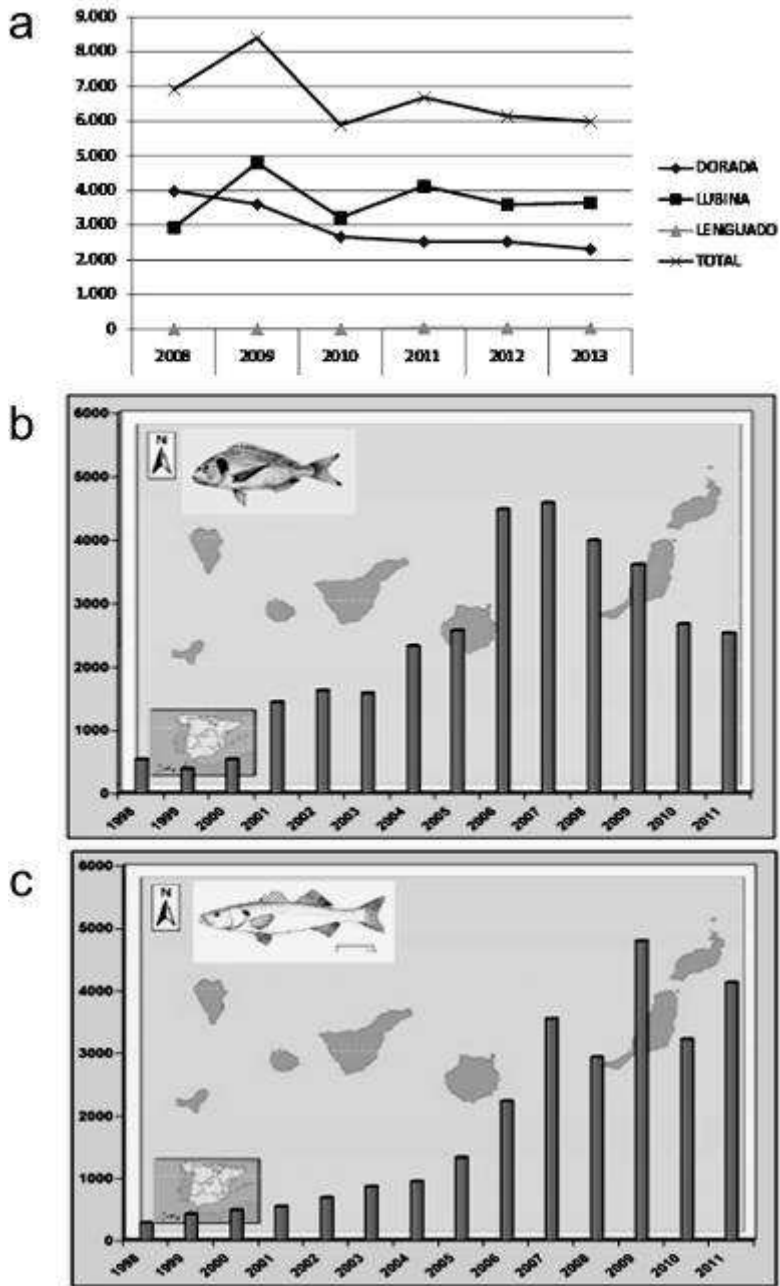
El mejillón (*Mytilus sp.*), del que en 2014 se produjeron en España 220.449 toneladas, fue el principal recurso acuático vivo en términos de peso. Por parte de la pesca, la principal especie capturada por la flota española fue el atún listado (*Katsuwonus pelamis*) del que se capturaron 154.568 toneladas. La producción de acuicultura en España en 2014 sumó un total de 282.242 toneladas. Distribuida por especies, además del mejillón, las principales son la lubina (17.376 toneladas), la dorada (16.230 toneladas) y la trucha arco iris (15.111 toneladas).

## La acuicultura en las islas Canarias

Ante la situación de estancamiento que presenta la pesca extractiva en las islas y las escasas perspectivas de que alcance el peso económico logrado en el pasado, por la comercialización de capturas obtenidas en la costa africana, la acuicultura podría convertirse en una actividad con un cierto protagonismo en la diversificación de la economía del archipiélago, excesivamente decantada hacia el sector turístico.

De acuerdo con un informe del Parlamento Europeo (2013), la acuicultura en las islas Canarias empezó a desarrollarse en los años 80 en las islas de Gran Canaria y Tenerife y no se extendió al resto de islas hasta el año 2000. Las condiciones favorables para la cría de especies de aguas templadas en esta zona permitieron un crecimiento constante y, por tanto, un ciclo de producción más breve (entre tres y seis meses más corto) que en el Mediterráneo. El Gobierno regional de las islas Canarias declaró a la acuicultura como «sector estratégico» y ha experimentado un boom durante los últimos años. En 1992 la producción, que apenas alcanzaba las 150 toneladas, ascendió en 2009 hasta superar las 8.000 toneladas. En 2011 la producción de la acuicultura alcanzó las 6.386 toneladas, con un valor total de 28 millones de euros, lo que colocó a Canarias como la cuarta región española en oferta. La información más reciente (JACUMAR, 2017) sitúa esta producción en la cantidad de 7.652 toneladas.

Por otro lado, el marco de apoyo de la UE dio lugar a un fuerte incremento en el número de empresas y en la producción total autorizada entre los años 2001 y 2006. El número de empresas llegó a 34, con una capacidad productiva autorizada de dorada (*Sparus aurata*) y de lubina (*Dicentrarchus labrax*) que superaba las 12.000 toneladas. En el año 2008 la producción autorizada alcanzaba casi las 14.000 toneladas, llegando a sobrepasar las 15.000 toneladas en el año 2012 (Gobierno de Canarias, 2014). A partir de 2008, en que afloró la última crisis económica global, se produce una fuerte caída en la oferta, especialmente en dorada (Fig. 6). En opinión de Delgado (2013), “desde el año 2007, para muchos el arranque real de la crisis económica, hasta el cierre de 2012 la oferta comercializada se ha reducido el 23%, lo que implica que la Comunidad Autónoma de



**Fig. 6.** Evolución de la producción de las principales especies de la acuicultura canaria según distintas fuentes: **a.** Producción total y de dorada, lubina y lengüado entre 2008 y 2013 (Fuente Gobierno de Canarias). **b** y **c.** Producción de dorada y lubina entre 2008 y 2011 (Fuente Junta Nacional Asesoría de Cultivos Marinos, JACUMAR).

Canarias, que se vendía por los políticos como el paraíso de la acuicultura marina, se ha convertido en una actividad productiva con una pírrica oferta de solo 6.144 toneladas por año, incluso menos cantidad que en el año 2011 y que en 2010. Solo en 2009 hubo más producción que en la campaña anterior, siempre para el periodo 2007-2012”.

En cuanto al destino de esta producción y a pesar de que el consumo ha crecido en Canarias más rápido que en el resto de España hasta 2010, más del 80% de la producción debe ser exportada al mercado peninsular, ya que el tamaño del mercado regional sólo permite asimilar una pequeña parte de la producción. En ese año, las ventas directas al extranjero supusieron tan solo un 4% del total (Gobierno de Canarias, 2014). Estas características obligan a intensificar la mejora de los mecanismos de comercialización de la oferta a los mercados peninsulares y europeos.

A pesar de que la acuicultura en Canarias no presenta una evolución muy favorable, el sector dispone de una amplia base científico-técnica para apoyar cualquier plan de consolidación y desarrollo de esta actividad sobre bases científicas sólidas. La relación de centros de investigación y desarrollo (I+D) que, en mayor o menor grado, incluyen a la acuicultura en sus líneas de trabajo son los siguientes reconocidos oficialmente (Gobierno de Canarias, 2014):

- Centro Oceanográfico de Canarias, del Instituto Español de Oceanografía (IEO).
- Departamento de Biología, de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Facultad de Veterinaria, de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), de la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.
- Departamento de Biología Animal, de la Universidad de La Laguna.
- Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN), del Ministerio de Economía y Competitividad y del Gobierno de Canarias.
- Parque Científico Tecnológico de Canarias, de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Facultad de Ciencias del Mar, de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Facultad de Biología, de la Universidad de La Laguna.

A destacar entre ellos, atendiendo a la amplitud y especificidad de sus instalaciones y equipamiento, el Centro Oceanográfico de Canarias del IEO (Fig. 7) y el Parque Científico Tecnológico de Canarias, de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, por disponer de medios necesarios para cubrir el estudio de los ciclos de producción de la mayoría de las especies de interés.



**Fig. 7.** Planta experimental de cultivos marinos del Centro Oceanográfico de Canarias (IEO) como ejemplo del amplio desarrollo experimentado en los centros de I+D en acuicultura de Canarias. A la izquierda, tanques de gran capacidad en los que podría abordarse el cultivo de grandes pelágicos.

## **Desarrollo futuro de la acuicultura en Canarias**

En octubre de 2014, el Gobierno de Canarias publica el Plan Estratégico de la acuicultura en Canarias 2014-2020 (PEACAN), en el que se enmarca el desarrollo de la acuicultura en las islas durante ese periodo. Este documento es uno de los requisitos previstos en la normativa comunitaria para poder tener acceso a los beneficios derivados de la aplicación del Fondo Europeo Marítimo y de la Pesca (FEMP). El PEACAN es parte integrante del Plan Estratégico de la Acuicultura Marina Española.

Para cumplir el fin indicado, los objetivos contemplados en el PEACAN son los siguientes:

1. Fortalecimiento de la innovación, el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimientos científicos.
2. Promoción de una acuicultura competitiva, incluida la seguridad y las condiciones de trabajo.
3. Protección y restauración de la biodiversidad y ecosistemas marinos.
4. Desarrollo de una acuicultura sostenible con el medio ambiente, la salud y el bienestar de los animales.
5. Fomento de la formación y la capacitación profesional

6. Reforzar la competitividad de los operadores de las regiones ultraperiféricas de la Unión Europea.
7. Apoyo a la comercialización y transformación de los productos de la pesca y la acuicultura.

En mi opinión, el cumplimiento de estos objetivos sin duda impulsará a la acuicultura canaria por el camino adecuado. Sin embargo, no se logrará un desarrollo consolidado del sector si no se abordan soluciones para los siguientes problemas estructurales:

- **Solución de conflictos intersectoriales.** La no existencia de una plataforma litoral amplia obliga a fondear las instalaciones flotantes en lugares muy próximos a la costa, con lo que pueden crearse conflictos de uso del espacio con otros sectores como el turismo, la pesca y el ocio en general y con los municipios en que estos tienen una presencia importante, como ha sucedido en el pasado. La Administración canaria deberá dar una solución estable a estos conflictos mediante la implementación definitiva del Plan de Ordenación de la Acuicultura de Canarias (PROAC) mediante una actuación pactada entre todos los sectores implicados.

- **Adecuación tecnológica de la acuicultura a las condiciones ambientales del mar canario.** El medio marino de las islas atesora recursos ambientales muy favorables al desarrollo de una acuicultura competitiva como son, entre otras, su estabilidad térmica atmosférica y marina, unas aguas oceánicas bien oxigenadas y con baja productividad primaria, una escasa contaminación de origen humano y corrientes marinas constantes y permanentes. También existen condiciones ambientales desfavorables como una escasa plataforma litoral y zonas poco abrigadas a las tormentas. Estas características obligan a estar permanentemente trabajando con los Centros de I+D locales para la innovación de las estructuras, la alimentación y las metodologías de cultivo de forma que se optimicen las primeras y se aporten soluciones a las segundas.

- **Eliminación de trabas burocráticas.** Hay múltiples referencias a la influencia negativa de falta de agilidad de los trámites burocráticos en la Administración canaria. Como ejemplo cabe citar la opinión de la científica Dra. Carmen María Hernández (Ramos, 2016) quien afirma que “el principal problema con el que se encuentra esta industria en Canarias es la Administración, algo que no ocurre en el resto del país. En Valencia un empresario de acuicultura en tres meses tiene los permisos para montar una instalación en el mar, aquí pueden pasar 18 meses o más (...) que señala además que el Plan de Ordenación de la Acuicultura de Canarias (PROAC) lleva años sobre la mesa porque aún no ha sido aprobado”. Es urgente lograr que las autoridades competentes se impliquen en la solución de este problema.

- **Optimización del acceso a fondos de la UE.** Se hace imprescindible garantizar el acceso a los Fondos Estructurales Marítimos y de la Pesca (FEMP) para el periodo 2014-2020, implementando el PEACAN, en lo referido a las medidas estructurales, y a las ayudas a la comercialización de la producción con cargo al Programa de Opciones Específicas para las islas Canarias (POSEICAN), en lo relacionado con las formas de paliar las desventajas de la lejanía a los mercados europeos. Estas actuaciones deben realizarse mediante una íntima coordinación entre el Gobierno canario y los representantes del sector.
- **Comercialización coordinada hacia mercados externos.** Debe recuperarse la pasada comercialización conjunta entre todos los productores de las islas para el acceso a mercados exteriores, de forma que se garantice una oferta suficiente en cantidad y calidad, dando lugar a una economía de escala que abarate los costes operativos y se optimicen las ayudas del POSEICAN.
- **Diversificación de la acuicultura canaria.** Se hace necesario potenciar los estudios científico-tecnológicos y medioambientales que permitan una diversificación consolidada en especies y productos. Igualmente, hay que poner en marcha, en los casos que se requiera, una evaluación creíble del impacto ambiental de una eventual incorporación de nuevas especies.

### **La diversificación de especies en la acuicultura canaria**

Entre los objetivos del PEACAN a que hice referencia, no se incluye expresamente la ‘diversificación’ de las especies de la oferta de la acuicultura canaria. No obstante, en la sección de “Diagnóstico propositivo” del mismo documento se afirma que “en 2014 la práctica totalidad de la biomasa estabulada en Canarias es de lubina. Sólo una empresa se dedica al cultivo de dorada. Esta escasa diversificación, tanto por especies como por tallas, conlleva una mayor vulnerabilidad tanto frente a variaciones de precio como a epidemias. Existe el potencial en el sector de la acuicultura en Canarias (conocimiento de las especies y capacidad técnica de las empresas) para la producción de nuevas especies. Sin embargo, algunas de las nuevas especies con probada viabilidad, caso de la corvina, se enfrentan con restricciones en razón de su consideración como especie ‘localmente ausente’ ”.

De lo expuesto se deriva que el PEACAN aboga por potenciar la diversificación del sector que, para ser desarrollada con éxito, es necesario, al menos, que se disponga de un conocimiento científico suficiente de los ciclos vitales de las especies objetivo, que estén accesibles técnicas de cultivo suficientemente contrastadas y que exista un mercado que garantice la rentabilidad del proceso, contando con la lejanía y aislamiento del

archipiélago como desventajas añadidas. Teniendo en cuenta estas condiciones cabe agrupar las posibles alternativas en tres apartados:

- **Especies de grupos diferentes al de los peces que darían lugar a productos que no compiten con la oferta actual.** En Canarias ha habido intentos con mayor o menor éxito de cultivo de especies de estas características. Por ejemplo, el cultivo de macro y microalgas que, en este último caso, contaría con el apoyo del Banco Español de Algas localizado en el Parque Científico Tecnológico de Canarias, de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; la producción experimental de pulpo (*Octopus vulgaris*) o semiindustrial de almeja canaria (*Haliotis tuberculata coccinea*) desarrollada en las mismas instalaciones; el cultivo en mar abierto de mejillón canario (*Perna perna*) experimentado en Fuerteventura por el IEO y por la citada Universidad.
- **Especies de peces cuya producción podría desarrollarse en detrimento de la oferta actual.** En este grupo estaría el bocinero (*Pargus pargus*), y otras especies de espáridos, y la corvina (*Argyrosomus regius*) de las que se dispone de una amplia experiencia en los centros de investigación de las islas. Estas iniciativas no parece que hayan tenido, por distintos motivos, mucho éxito hasta el momento.
- **Especies de grandes peces pelágicos migradores con mercados específicos estables.** En la actualidad se dispone de técnicas desarrolladas para dos especies de medregal o pez limón (*Seriola spp*) y el jurel (*Pseudocaranx dentex*). A este apartado pertenecería el grupo de los túnidos y, en concreto el atún rojo (*Thunnus thynnus*), que serán analizados en los apartados siguientes.

### **Especies de túnidos potencialmente cultivables en Canarias**

Atendiendo a su aceptación por el mercado, su adaptación a las características oceanográficas del mar de Canarias y a las posibilidades de desarrollar técnicas de cultivo viables en las islas, podemos hacer una selección tentativa, dejando para más adelante al atún rojo, de las siguientes especies (Fig. 8):

- **Bonito del norte (*Thunnus alalunga*).** Es una especie de atún que se encuentra en todas las aguas marinas tropicales y en los océanos templados, incluido el mar Mediterráneo. Tiene una longitud de hasta 140 cm y pesos de hasta 60 kg. El pescador canario tradicionalmente lo ha denominado barrilote o negrito y, a escala estatal, recibe más frecuentemente el nombre bonito del norte o atún blanco. Actualmente, la pesquería de esta especie en el Atlántico se encuentra en estado de sobrepesca por lo que en octubre de 2016 se decretó la paralización de



las capturas. Esta circunstancia induce a pensar en un incremento de los precios de una eventual producción con técnicas de acuicultura cuyo estudio experimental no se ha abordado hasta el momento. Tenerife es la segunda provincia española en capturas de esta especie con 3.186 toneladas en 2016, lo que facilitaría la posible creación de un futuro stock de reproductores para abordar su cultivo integral.

- **Bonito del sur.** El bonito listado (*Katsuwonus pelamis*), también llamado bonito, listado o rayado en Canarias, tiene ‘listado’ por nombre oficial español y en la FAO. Representa al bonito más común y abundante de Canarias. Los machos pueden llegar a alcanzar los 110 cm de longitud total y los 34,5 kg de peso. Es una especie cosmopolita en océanos tropicales y templados. Habita en aguas superficiales litorales y oceánicas formando cardúmenes; a veces se acerca mucho a la costa. Especie migratoria que aparece en Canarias en primavera-otoño. No se han desarrollado técnicas de cultivo de esta especie pero, su demanda en el mercado canario, pudiera dar lugar a su futura consideración como especie objetivo en acuicultura para extender su oferta fuera de la época de captura.

- **Bonito atlántico.** La sierra o corrigüela –de corre y vuela– (*Sarda sarda*) es el bonito típicamente mediterráneo, aunque también es frecuente todo el año en Canarias. Puede alcanzar los 90 cm de longitud y en torno a los 5 kg de peso. Cultivado experimentalmente en el IEO de Murcia, donde se ha cerrado el ciclo vital (Ortega-García *et al.*, 2013) y se han obtenido ejemplares de talla comercial en el segundo año de vida. Para su cultivo experimental en Canarias podría contarse con el abastecimiento de huevos fecundados desde Murcia, aunque no habría dificultades para constituir un stock de reproductores de origen local.

- **Rabil** (*Thunnus albacares*). Se encuentra en las aguas abiertas de mares tropicales y subtropicales por todo el mundo. En Canarias se mezcla con patudo y atún rojo. Su tamaño puede llegar a los 240 cm de longitud y 200 kg de peso. Las islas son el escenario idóneo para batir récords deportivos con esta especie en pesca recreativa. Después del Barrilote es la especie más cotizada. Cultivado a escala industrial en Méjico y Panamá pero la necesidad de constituir un stock local de reproductores, como primera iniciativa, puede dificultar su cultivo en las islas.

- **Patudo** (*Thunnus obesus*). Conocido como tuna en Canarias tiene gran importancia para la flota artesanal y recreativa de las islas. Se localiza en todos los océanos tropicales o templados y puede alcanzar 250 cm de longitud y 210 kg de peso. Sin embargo, la carencia de antecedentes en su cultivo industrial y la respuesta negativa de esta especie a algunos intentos de estabulación en jaulas (A. Belmonte, *com. pers.*), así como

las dificultades para lograr un stock de reproductores en las islas, aconsejan su descarte inicial como especie objetivo.



**Fig. 8.** Especies de túnidos potencialmente explotables por métodos de acuicultura en Canarias, sin incluir el atún rojo (*Thunnus thynnus*). No se hace referencia al 'patudo o tuna' (*Thunnus obesus*) por dificultades detectadas en su cultivo en jaulas y por la necesidad de crear un stock local de reproductores.

## Acuicultura de atún rojo

Según IEO (2013) el atún rojo es una especie de un indudable valor en España. Es un pescado emblemático que se captura desde la antigüedad y viene alimentando a las poblaciones del Mediterráneo desde hace milenios. A partir de finales de los años 90 nuestro país se erige como la primera productora en la actividad denominada “engrase de atún rojo” (Belmonte & De la Gándara, 2008; De la Gándara *et al.*, 2016). Esta modalidad de acuicultura consiste en estabular, en viveros flotantes (jaulas), ejemplares de gran tamaño que han sido capturados, mediante artes de cerco, en diferentes lugares del Mediterráneo, normalmente zonas de puesta, y transportados posteriormente hasta nuestras costas. Esta es una actividad que mueve un enorme volumen de negocio y empleo. Las empresas dedicadas al engrase de atún han llegado a producir en torno a 7.500 toneladas al año, de las que gran parte se exportan a mercados europeos y a Japón. La capacidad teórica de engorde llegó a unas 12.500 toneladas.

A principios del milenio se detectó una fuerte presión pesquera sobre la especie de forma que, en cifras no oficiales, se detectaron valores anuales de capturas, en el conjunto del stock, por encima de las 60.000 toneladas en 2003, más del doble de lo oficialmente reportado ese año. Para paliar esta situación de sobrepesca, que de continuar podría haber llevado a las poblaciones naturales al colapso, el Consejo Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT) estableció en 1999 un sistema de cuotas para limitar las capturas y estableció, en 2008, un Plan de recuperación con una reducción importante de dichas cuotas, de la talla mínima de los ejemplares capturables, así como de un sistema de vedas. Estas medidas han hecho que las producciones de atún de engrase hayan caído de forma muy importante en los años siguientes, con capturas en 2011 de 12.900 toneladas, de las cuales 2.411 correspondieron a España. Así mismo, se ha asistido a una drástica reducción del número de empresas que se dedican a esta actividad. En nuestro país, de las 14 que operaban en 2003, se pasó solamente a 2 en 2011.

En estas condiciones se ha intensificado el interés en disponer de juveniles de la especie que pudieran ser engordados en jaulas flotantes como una actividad complementaria a una acuicultura basada en el engrase de atún cuyo desarrollo está acotado por las limitaciones de capturas.

A estos efectos el IEO asume el liderazgo de la investigación sobre el cultivo de atún rojo a nivel europeo y coordina una serie de proyectos con financiación europea que, en una primera fase, a principios de la pasada década, dio lugar a la obtención de huevos fecundados de esta especie (De la Gándara *et al.*, 2016).

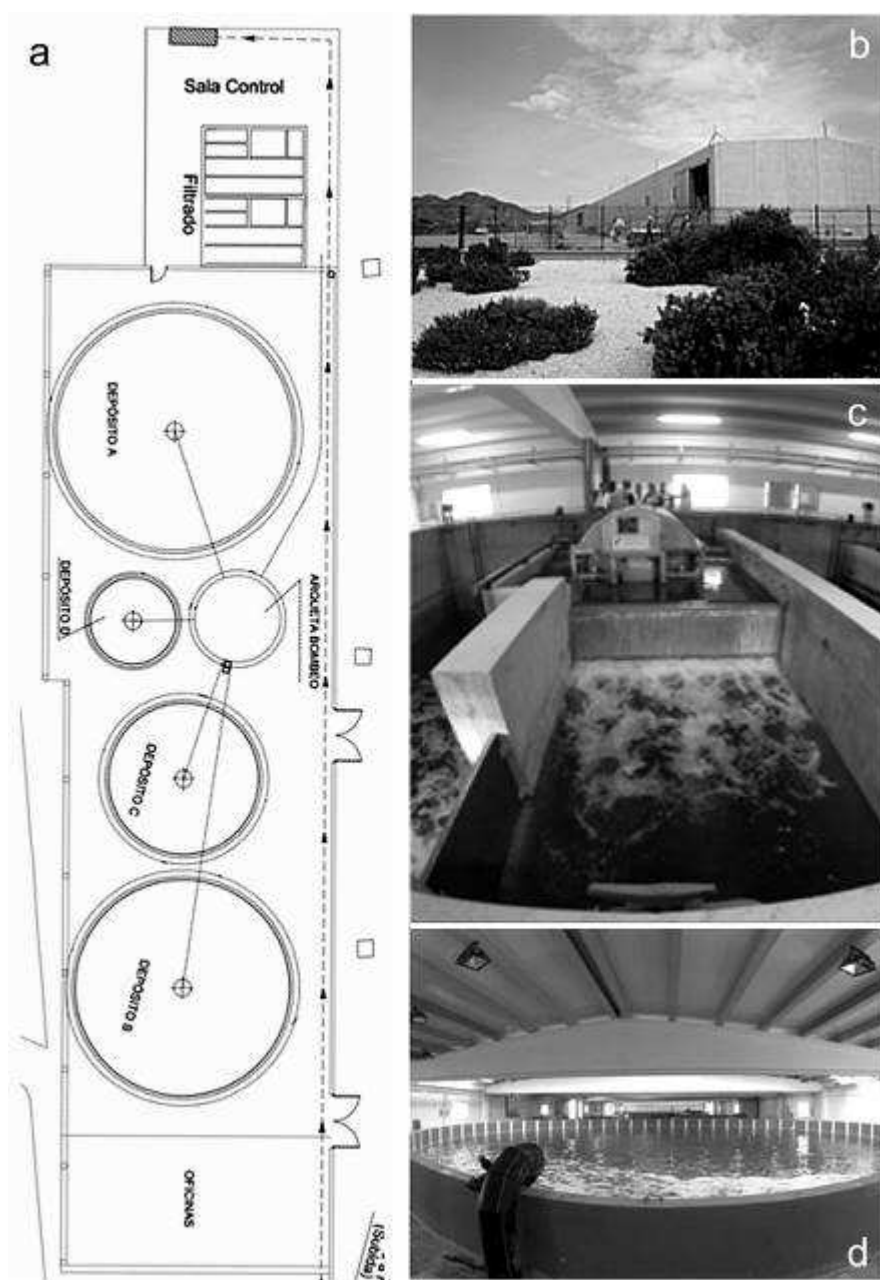
El siguiente paso lo constituyó el proyecto SELFDOTT que, con un presupuesto total de 4,4 millones de euros (3 de ellos aportados por el 7º

Programa Marco de I+D de la Unión Europea) se desarrolló durante cuatro años (2008-2011), con el objetivo de sentar las bases para producir atún rojo mediante técnicas de acuicultura integral. Los cultivos larvarios experimentales realizados en la Planta de Cultivos Marinos del IEO en Mazarrón fueron los más exitosos, consiguiendo 3.000 juveniles de 40 días de edad y alrededor de 10 g de peso (De la Gándara *et al.*, 2016). En 5 meses de engorde los ejemplares supervivientes alcanzaron los 2 kg de peso en jaulas flotantes de una instalación comercial (Ortega-García *et al.*, 2014).

En julio de 2016, se recolectaron en el interior de la jaula de estabulación de estos reproductores unos 50.000 huevos fértiles que fueron transportados a las instalaciones del IEO en Mazarrón donde eclosionaron y se procedió a su cultivo larvario experimental (IEO, 2016) con lo cual se ha logrado cerrar el ciclo vital en cultivo del atún rojo atlántico.

En esta línea dirigida a conseguir la producción integral de esta especie, se construyó, dependiente del IEO, en las proximidades de Planta de Mazarrón una unidad de “Infraestructura para el Control de la Reproducción del Atún Rojo” (ICRA), una instalación pionera y única en Europa (Fig. 9). La ICRA ha tenido un coste de 6 millones de euros, cofinanciados al 80% por el Fondo Europeo Desarrollo Regional (FEDER). Consta de un edificio de unos 2.660 m<sup>2</sup>, de los que 1.960 m<sup>2</sup> corresponden a la nave que alberga los tanques, 300 m<sup>2</sup> a la zona de laboratorios y oficinas y 400 m<sup>2</sup> a la zona de tratamiento de las aguas y recirculación. Posee cuatro tanques con un volumen total de alrededor de 7.000 m<sup>3</sup>. Dos tanques, de 22 y 20 m de diámetro y 10 y 9 m de profundidad destinados a reproductores, con capacidad para mantener estabulados unos 30 atunes cada uno de unos 60 kg de peso inicial. Además, la instalación cuenta con otros dos tanques más pequeños de 14 m y 8 m de diámetro donde se estabularían los juveniles nacidos en cautividad (IPAC, 2015; De la Gándara *et al.*, 2016) (Fig. 9). Los objetivos contemplados para la ICRA son los siguientes:

- Garantizar la obtención de huevos fecundados, independientemente de las condiciones ambientales que se den durante el periodo de puesta natural en las jaulas de estabulación de reproductores.
- Eliminación del riesgo de incorporar depredadores y patógenos de las larvas de atún rojo acompañantes de las puestas obtenidas en el medio natural.
- Alargar el periodo de puesta mediante la modificación selectiva de las condiciones de temperatura y de iluminación de los tanques.
- Mejorar la calidad de las puestas por la vía de la estandarización de los mecanismos de recolección y de transporte de los huevos fecundados.
- Tipificación genética de los stocks de reproductores y selección de los mismos con motivo de su sustitución periódica al superar los ejemplares las tallas idóneas de estabulación.



**Fig. 9.** Infraestructura para el Control de la Reproducción del Atún Rojo (ICRA) del Centro Oceanográfico de Murcia del IEO destinado a obtener puestas viables de la especie. **a.** Visión en planta. **b.** Imagen del exterior. **c.** Área de tratamiento de agua. **d.** Vista de uno de los tanques de reproductores.

De acuerdo con lo expuesto, la experiencia acumulada por el equipo del IEO del Centro de Murcia, tanto en cultivo larvario como en engorde, y la disponibilidad de unas instalaciones de reproducción controlada como la ICRA pueden sentar las bases para el desarrollo de la acuicultura de atún rojo en Canarias, garantizando el abastecimiento de huevos fecundados para su cultivo larvario y el engorde industrial en las islas. A este respecto, hay que destacar que los ejemplares de Canarias y los del Mediterráneo pertenecen a la misma población desde el punto de vista genético (Fig. 10).



**Fig. 10.** Rutas migratorias del atún rojo en que se observa la relación entre las poblaciones del Mediterráneo (zona de puesta) y Canarias.

### **Técnicas aplicables al cultivo de atún rojo en Canarias.**

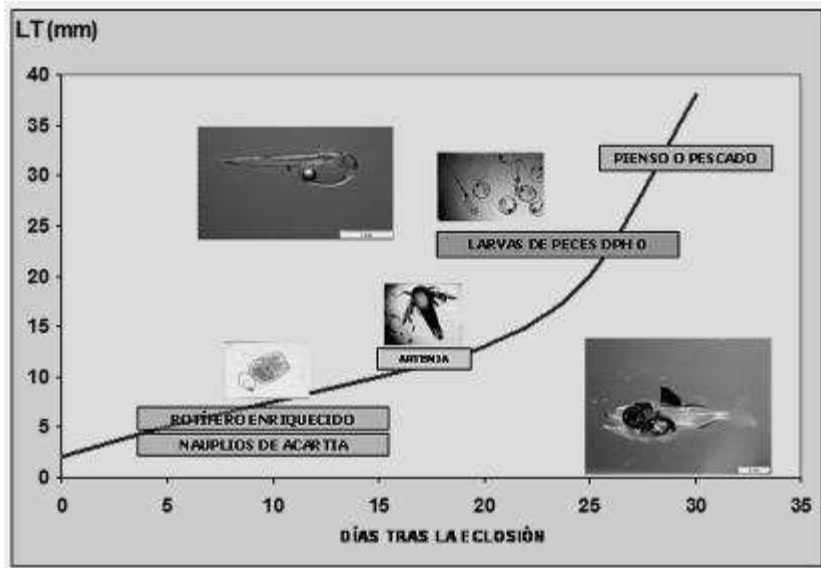
Un programa para la implementación del cultivo de atún rojo en Canarias estaría basado en las ya citadas técnicas desarrolladas por el IEO en Murcia y por empresas de engrasamiento de ejemplares de Tarragona y Murcia (Belmonte & De la Gándara, 2008; De la Gándara, 2012a; De la Gándara, 2012b; De la Gándara *et al.*, 2016; IEO, 2013; Ortega-García *et al.*, 2011). El cultivo larvario puede llevarse a cabo en los centros de investigación del IEO en Tenerife y del Parque Científico Tecnológico de Canarias, de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, cuyas dotaciones en personal y equipo especializados responden ampliamente a las necesidades previstas. Para cubrir todo el proceso deberían abordarse las siguientes fases:

• **Disponibilidad de huevos fecundados.** Para esta fase podría optarse por su adquisición en empresas de engorde que los obtienen de forma espontánea en jaulas de engorde o por acceder a puestas obtenidas en la ICRA. En el primer caso, los huevos pueden venir acompañados de puestas de otras especies perjudiciales para las larvas de atún y, además, se tendría que estar supeditado a la incertidumbre de las puestas en mar abierto y al corto periodo de puesta natural. La garantía de disponibilidad de huevos fecundados en calidad y cantidad suficiente por un largo periodo en el año solo se alcanzaría desde la ICRA en actuaciones coordinadas con el Centro de Murcia del IEO.

• **Traslado de los huevos hasta las instalaciones de cultivo larvario.** Las técnicas para el traslado de huevos por vía aérea están ampliamente contrastadas, lo que permite que exista un mercado estable de huevos entre empresas y centros de investigación en Europa. La proximidad de las instalaciones receptoras de los huevos fecundados a sus respectivos aeropuertos insulares minimiza los riesgos de pérdida de viabilidad del producto. En cualquier caso, es imprescindible solventar con antelación eventuales trabas en el control veterinario de entrada.

• **Cultivo larvario.** Ambos centros de I+D de Canarias disponen de unidades de lo que se ha dado en llamar ‘mesocosmos’ (IEO, 2017) en las que se han realizado cultivos experimentales con éxito de distintas especies, en concreto de grandes migradores pelágicos como los medregales. Estas instalaciones están constituidas por tanques de gran capacidad (unos 45.000 litros) en los que se desarrollan cultivos a baja densidad usando permanentemente fitoplancton en el medio. La alimentación viva estándar de este tipo de cultivos está constituida, normalmente, por rotífero y nauplios de artemia (FAO, 2017) que también forman parte de la dieta de las larvas de atún rojo (Fig. 11); entre los días 3 y 15 de vida el primero y entre los días 13 y 18 el segundo. Además de este alimento vivo sería necesario implementar la producción de copépodos, para aportar conjuntamente con el rotífero, con técnicas ya disponibles en el Centro del IEO en Murcia. Igualmente, habría que crear un stock de reproductores de dorada con puesta natural espontánea secuenciada, desfasada mediante la modificación del fotoperiodo y de la temperatura a los meses de junio a agosto. Si en la ICRA se consigue extender el periodo de puesta del atún más allá de estas fechas, sería necesario, en paralelo, ampliar el tiempo de producción de huevos de dorada.

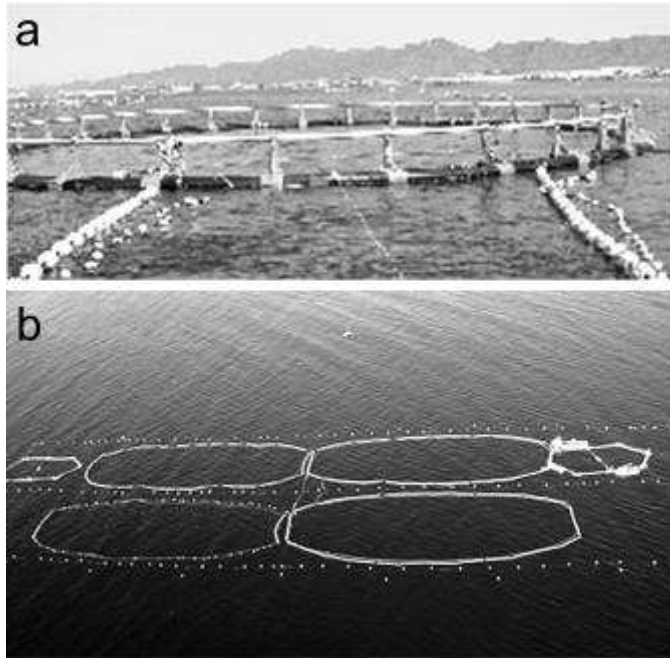
En los dos centros de investigación canarios existen recintos de preengorde, o tanques fácilmente adaptables a este fin, que permitirían llevar a las post-larvas de atún hasta los 4-10 g de peso mediante el aporte de alimento inerte (pescado troceado o pienso). Los juveniles de estas tallas ya estarían en disposición de ser trasladados a jaulas en mar abierto.



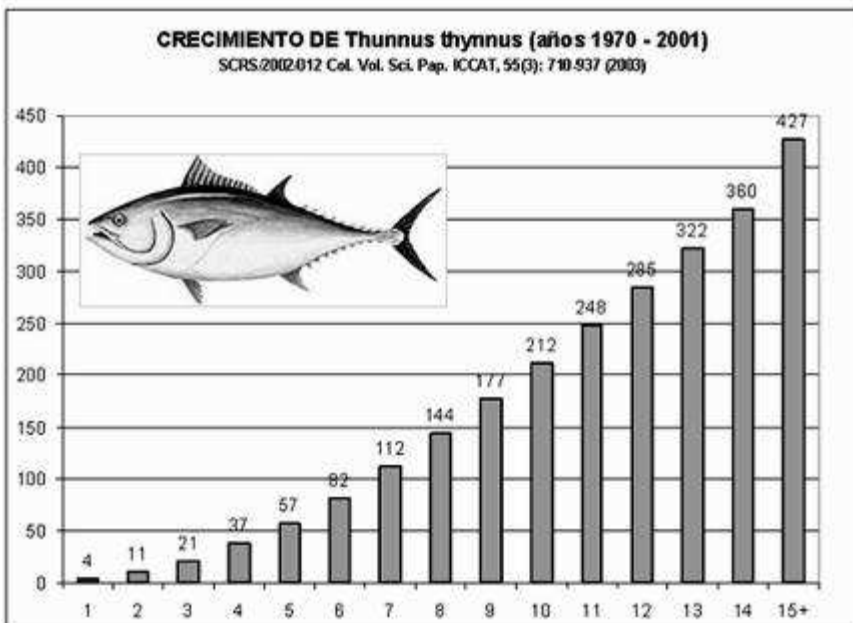
**Fig. 11.** Cultivo larvario de atún rojo hasta el día 35 tras la eclosión. Se indica crecimiento en mm y periodos de alimentación viva: rotífero y nauplios de copépodo (*Acartia sp*) (días 3 a15), nauplios de artemia (días 14 a 18) y larvas de peces (dorada) recién eclosionadas (días 17 a 30). La alimentación inerte se inicia sobre el día 25. Abajo a la derecha, larva de atún al fin del periodo.

• **Engorde.** En esta última fase sería recomendable llegar a acuerdos con empresas de cultivo industrial en jaulas flotantes (Fig. 12) con las que establecer convenios de colaboración para el desarrollo de proyectos experimentales de engorde a escala comercial que, eventualmente, podrían acceder a financiación institucional con cargo al FEMP o a cualquier otro instrumento financiero disponible. Próximo a los dos centros de investigación canarios existen diversas instalaciones industriales de almacenamiento de productos congelados desde donde abastecer a las jaulas de engorde de la alimentación necesaria hasta conseguir ejemplares de 4 a 5 años y 50-70 kg de peso (Fig. 13). Este producto, debido a la alimentación aportada, tendría niveles de contaminación por mercurio y otros contaminantes muy bajos o nulos y estarían libres de parásitos perjudiciales para los consumidores (*Anisakis spp.*). Como consecuencia de las temperaturas superficiales del mar canario no se producirían interrupciones invernales en las tasas de crecimiento y se descartan riesgos de mortalidad por frío excesivo (Ortega *et al.*, 2014). A esta respecto cabe señalar que, según se muestra en la figura 14, atendiendo al crecimiento experimental de ejemplares de atún rojo obtenidos en un cultivo de ciclo completo, los peces podrían alcanzar unos 7 kg antes de los dos años de vida (De la Gándara *et al.*, 2015), con tasas de crecimiento máximas en los rangos de temperatura superficial más frecuentes en el litoral del archipiélago.





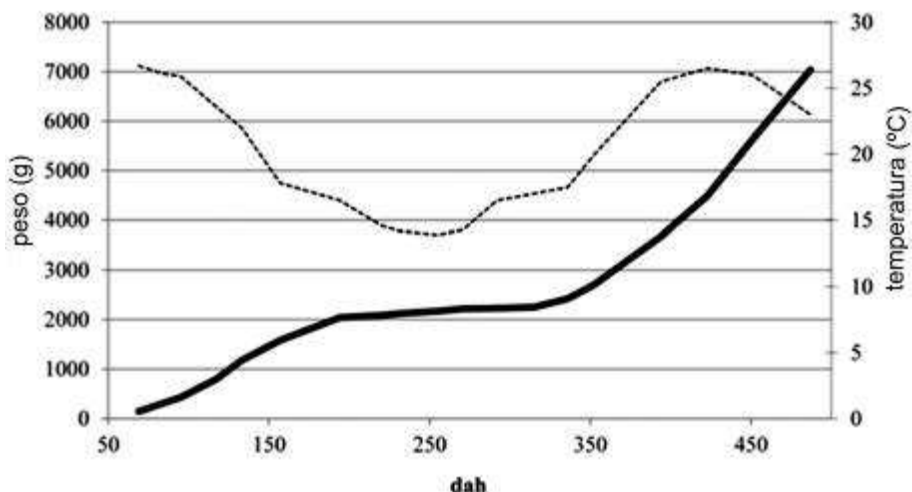
**Fig. 12.** Estructuras de engorde de atún. **a.** Vista de una jaula individualizada. **b.** Tren de jaulas fondeadas (fuente F. De la Gándara, *com. pers.*).



**Fig. 13.** Crecimiento en el medio natural del atún rojo atlántico hasta los 15 años de vida con la talla expresada en kilogramos.

Por otro lado, en Canarias existe una amplia experiencia en el seguimiento y la evaluación del impacto ambiental de este tipo de instalaciones por lo que no deberían presentarse problemas administrativos en este campo (Vergara-Martín *et al.*, 2005).

• **Comercialización.** Finalmente, la ya indicada proximidad de aeropuertos internacionales en ambas islas permitiría la distribución del producto final a todos los mercados europeos y, eventualmente, americanos o asiáticos.



**Fig. 14.** Crecimiento en gramos de atún rojo procedentes de huevos de reproductores producidos en cultivo (línea continua) y evolución de la temperatura del medio durante el experimento (línea discontinua). Según De la Gándara *et al.* (2015).

## Conclusiones

Considerando que el objetivo de un hipotético cultivo de atún rojo en Canarias sería la obtención de un producto de 4-5 años (primera madurez), con muy bajo o nulo contenido en mercurio y otros contaminantes, sin parásitos perjudiciales para los consumidores y que, por su talla (un máximo de 50-70 kg) no competiría con el producto de pesca extractiva, podríamos concluir que:

1. Estaríamos en disposición de obtener huevos fecundados de atún rojo en la ICRA del IEO en Murcia en cantidad y calidad suficiente por periodos más amplios que el de la puesta natural de la especie.
2. Con las instalaciones y equipos científicos locales se podrían adaptar las técnicas de cultivo larvario, de juveniles y de engorde sin mayores dificultades.

3. Existen técnicas disponibles y estructuras de engorde que harían viable un cultivo industrial de la especie en el litoral de las islas.
4. En Canarias hay una experiencia probada en el control de la contaminación de las instalaciones de engorde en acuicultura.
5. Las condiciones ambientales (temperatura, salinidad, baja turbidez, aguas oxigenadas, corrientes...) son muy adecuadas para la producción de atún en cultivo.
6. Canarias dispone de las infraestructuras adecuadas para garantizar el abastecimiento de insumos que permitan abordar su cultivo industrial (estructuras, equipos, alimento, etc.).
7. Existen medios de transporte suficientes y diversificados para poner el producto final en cualquier mercado.

### **Acrónimos**

APROMAR: Asociación empresarial de acuicultura de España.

FAME: Fundación Alfonso Martín Escudero.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FEDER: Fondo Europeo Desarrollo Regional. Instrumento financiero de la Comisión Europea para la ayuda al desarrollo económico de las regiones deprimidas.

FEMP: Fondos Estructurales Marítimos y de la Pesca. Programa de ayudas estructurales a la pesca y a la acuicultura, principalmente.

I+D: Investigación científica y Desarrollo tecnológico.

ICCAT: Consejo Internacional para la Conservación del Atún Atlántico. Organización pesquera intergubernamental responsable de la conservación de los túnidos y especies afines en el océano Atlántico y mares adyacentes.

ICRA. Infraestructura para el Control de la Reproducción del Atún Rojo. Instalación para la obtención de huevos fecundados de atún rojo, perteneciente al IEO y localizada próxima a la Planta experimental de acuicultura de Mazarrón (Murcia).

IEO: Instituto Español de Oceanografía. Organismo público de investigación de la Administración estatal especializado en el estudio del mar.

IPAC: Revista de acuicultura. <http://www.ipacuicultura.com>.

ITC: Instituto Tecnológico de Canarias. Centro de I+D de la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.

JACUMAR: Junta Asesora de Cultivos Marinos. Órgano de coordinación en materia de acuicultura marina de la Administración del Estado creado en la Ley 23/1984, de 25 de junio, de cultivos marinos.

PEACAN: Plan Estratégico de la Acuicultura en Canarias 2014-2020. Marco programático para el acceso a las ayudas del FEMP.

PLOCAN: Plataforma Oceánica de Canarias. Plataforma científico-tecnológica singular financiada por los Gobiernos de Canarias y del Estado localizada en Gran Canaria.

POSEICAN: Programa de Opciones Específicas para las islas Canarias. Ayudas comunitarias derivadas de su lejanía, fragmentación del territorio y diversas consideraciones económicas y fiscales.

PROAC: Plan de Ordenación de la Acuicultura de Canarias. Plan de ordenación espacial de la acuicultura.

SELFDOTT: Proyecto “From capture based to SELF-sustained aquaculture and Domestication Of bluefin tuna, *Thunnus thynnus*”, financiado por el 7º Programa Marco de I+D de la Unión Europea. Como resultado del desarrollo de este proyecto se ha podido cerrar el ciclo de cultivo del atún rojo.

### Bibliografía

- APROMAR, 2016. Informe ‘La acuicultura en España’. Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos de España.
- BARNABÉ, G. (1991). La cría de la lubina y de la dorada. In: G. Barnabé (Ed.), *Acuicultura*. Omega, S.A., Barcelona, pp. 573-612.
- BELMONTE, A. & F. DE LA GÁNDARA (2008). El cultivo del atún rojo *Thunnus thynnus*. Fundación Observatorio Español de Acuicultura, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 37 pp.
- COMISIÓN UE (2017). Web oficial UE. La UE por temas. Asuntos marítimos y pesca. [https://http://europa.eu/european-union/topics/maritime-affairs-fisheries\\_es](https://http://europa.eu/european-union/topics/maritime-affairs-fisheries_es).
- CORT, J.L. (2007). *El enigma del atún rojo reproductor del Atlántico Nororiental*. Bedia Artes Gráficas, S.C. Santander, 63 pp.
- DE LA GÁNDARA, F. (2012a). Producción de atún rojo en el Mediterráneo. *IV Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura* 49-58.
- DE LA GÁNDARA, F. (2012b). Del cultivo basado en capturas, a la acuicultura independiente y la domesticación del atún rojo, *Thunnus thynnus*. Principales resultados, conclusiones y recomendaciones del Proyecto SELFDOTT. *Revista AquaTIC* 37: 32-41.
- DE LA GÁNDARA, F., A. ORTEGA-GARCÍA & A. BUENTELLO (2016). Tuna Aquaculture in Europe. In: Benetti, D., G. Partridge & A. Buentello (Eds), *Advances in Tuna Aquaculture. From hatchery to market. Chapter 6*. Elsevier Academic Press, NY. pp. 115-157.
- DELGADO, R. (2013). La acuicultura canaria retrocede el 23% en seis años de dura crisis. Actualidad económica. *Diario de Avisos*. 17 de abril.
- FAME (2000). *La Acuicultura, Biología, Regulación, Fomento, Nuevas tendencias y Estrategia comercial*. Grupo Mundi-Prensa. Elisa Polanco, dirección y coordinación. 246 + 373 pp.
- FAO (2017). La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura. Departamento de Pesca. <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab473s/AB473S02.htm>.

- GOBIERNO DE CANARIAS (2014). *Plan Estratégico de la Acuicultura en Canarias 2014-2020*. 87 pp.
- GRAELLS M. DE LA P. (1864). *Manual práctico de Piscicultura ó Prontuario para servir de guía al piscicultor en España, y a los empleados de la Administración Pública en nuestras aguas dulces y saladas*. Servicio de producción de libros. Librerías "Paris-Valencia". Copia facsímil, 1991. 264 pp.
- IEO (2013). Plan estratégico para la aprobación de la Instalación Científica para el Cultivo del Atún rojo (ICRA). Redactores: F. De la Gándara, A. Ortega y E. Santaella. No publicado.
- IEO (2016). Nota de prensa. El IEO logra cerrar el ciclo biológico del atún rojo en cautividad por primera vez a nivel mundial. [http://www.ieo.es/documents/10640/38594/NP\\_180716\\_cicloatunrojo.pdf/a1296ccf-d187-4738-8a69-adac43dbf601](http://www.ieo.es/documents/10640/38594/NP_180716_cicloatunrojo.pdf/a1296ccf-d187-4738-8a69-adac43dbf601).
- IEO (2017). Mesocosmos. Mazarrón. <http://www.ieo.es/mesocosmos>
- IPAC (2015). La ICRA garantizará el aprovisionamiento de huevos de atún rojo para la industria y la investigación. [http://www.ipacuicultura.com/noticias/en\\_portada/42445/la\\_icra\\_garantizara\\_el\\_aprovisionamiento\\_de\\_huevos\\_de\\_atun\\_rojo\\_para\\_la\\_industria\\_y\\_la\\_investigacion.html](http://www.ipacuicultura.com/noticias/en_portada/42445/la_icra_garantizara_el_aprovisionamiento_de_huevos_de_atun_rojo_para_la_industria_y_la_investigacion.html).
- JACUMAR (2017). Producción de acuicultura en 2015. <http://www.mapama.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/produccion-de-acuicultura/>.
- ORTEGA-GARCÍA, A., M. SEOKA, A. BELMONTE, J.R. PRIETO, J. VIGURI & F. DE LA GÁNDARA (2011). Cultivo larvario de atún rojo (*Thunnus thynnus*) en el Centro Oceanográfico de Murcia (IEO). Libro de Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Acuicultura. Castelldefels. Noviembre 2011. 2 pp. <http://hdl.handle.net/10508/449>.
- ORTEGA-GARCÍA, A., J. VIGURI & F. DE LA GÁNDARA (2013). Cierre del ciclo biológico en cautividad del bonito atlántico. XIV Congreso Nacional de Acuicultura. (23-25/09/2013. Gijón, España). <http://hdl.handle.net/10508/1560>.
- ORTEGA-GARCÍA, A., J. VIGURI & J.R. PRIETO, A. Belmonte, D. Martínez, M. Velázquez, F. DE LA GÁNDARA & M. Seoka (2014). First results on ongrowing of hatchery reared Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, kept in sea cages. In: EAS Aquaculture Europe 14. San Sebastián (Spain): pp. 931-932. <http://hdl.handle.net/10508/2757>.
- ORTOLÁ, A. (2007). Baños de la Reina. Factoría de salazones. [www.morosicristians.com/calpebanoscast.htm](http://www.morosicristians.com/calpebanoscast.htm).
- PARLAMENTO EUROPEO (2013). La pesca en las Islas Canarias. Autores: Irina Popescu y Juan José Ortega Gras. 57 pp.
- PÉREZ CAMACHO, A. (2007). El cultivo de moluscos bivalvos en Galicia: entre paradigma y la entelequia. XI Congreso Nacional de Acuicultura, Ponencia. 10 pp.
- RAMOS, R. (2016). Las Islas producen poco pescado pese a sus "óptimas cualidades". Canarias 7. 16 abril 2016.
- VERGARA-MARTÍN, J.M., R. HAROUN-TABRAUE, M.N. GONZÁLEZ-HENRÍQUEZ, L. MOLINA DOMÍNGUEZ, M.O. BRIZ MIQUEL, M.O. BOYRA-LÓPEZ, M.O. GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ-DE-MARAÑÓN & A. BALLESTA-MÉNDEZ (2005). Evaluación de Impacto Ambiental de Acuicultura en Jaulas en Canarias. In:

Vergara Martín, J.M., R. Haroun Tabraue & M.N. González Henríquez (Eds).  
Oceanográfica, Telde. ISBN: 84-609-4073-X. 110 pp.