

**Proyecto SELFDOTT:** From capture based to self sustained aquaculture and domestication of Bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (Del cultivo basado en capturas al cultivo independiente y la domesticación del atún rojo, *Thunnus thynnus*)

## CONTENIDOS

- **PLANTEAMIENTO PROYECTO**

El proyecto SELFDOTT es un proyecto europeo cofinanciado por el 7º Programa Marco de la Unión Europea (KBBE-2007-1-2-09 Cooperation Work Programme: Food, Agriculture and Fisheries, and Biotechnology, in the specific call “From capture based to self-sustained aquaculture)

Se propone utilizar los conocimientos obtenidos sobre el control artificial de la reproducción del atún rojo *Thunnus thynnus*, para obtener huevos viables, y estudiar el desarrollo embrionario y larvario para la producción de juveniles. Al mismo tiempo, desarrollar dietas eficaces y respetuosas con el medio ambiente con el objetivo de reducir o eliminar la importación y la alimentación con pescado crudo en el proceso industrial de engrase.

Desde junio de 2007 se mantienen en cautividad reproductores ubicados en jaulas flotantes en dos lugares del Mediterráneo, en el Gorguel (Cartagena) y en la Bahía de Marsaxlokk (Malta). Se utilizan para estudiar la pubertad, la gametogénesis y la influencia de la dieta sobre la maduración y la calidad de los gametos y para la obtención de huevos viables con los que iniciar los cultivos larvarios. La puesta en atunes maduros se induce usando implantes hormonales desarrollados en el anterior proyecto europeo del 5º Programa Marco (REPRODOTT), también coordinado por el IEO. Los huevos se recogen mediante estructuras diseñadas específicamente para ser utilizadas en las jaulas flotantes. Además, el proyecto SELFDOTT tiene firmado un acuerdo de colaboración con el proyecto regional italiano ALLOTUNA, en donde así mismo se están obteniendo puestas viables de atún rojo también inducidas mediante los implantes desarrollados en el citado proyecto REPRODOTT

Se emplean métodos de cultivo larvario artificial y mesocosmos para establecer los conocimientos básicos para el desarrollo controlado de la producción de larvas, estudiando la ontogénesis de las funciones biológicas esenciales de las larvas así como la percepción ambiental, la digestión, la inmunidad y el comportamiento. Los experimentos que permitan avanzar en el conocimiento del cultivo larvario, provenientes de estas puestas obtenidas en España así como las cedidas por el proyecto italiano ALLOTUNA, se están llevando a cabo en las instituciones previstas en el proyecto: la Planta de cultivos marinos de Mazarrón del IEO (España), la estación de acuicultura de IFREMER, en Palavas (Francia), el Instituto de Acuicultura perteneciente al Hellenic Centre for Marine Research (Grecia), el Instituto de Acuicultura del Malta Centre for Marine Research (MRAE-Aquaculture) en la isla de Malta, y en las Instalaciones del National Centre for Mariculture en Israel. Dado que las puestas se obtienen en España, Italia (proyecto ALLOTUNA) y en Malta, éstas deben transportarse desde los puntos de puesta hasta las instalaciones de cultivo larvario. Al

final del proyecto se recomendará un protocolo para el cultivo larvario a escala comercial.

Así mismo se está estudiando la composición corporal y el contenido estomacal de juveniles silvestres para servir de indicación en la fabricación de dietas artificiales formuladas para el atún rojo nutricionalmente completas. Para ello se capturan del medio natural juveniles que son adaptados a las condiciones de cautividad para llevar a cabo experimentos de destete y adaptación a la alimentación inerte a base de piensos húmedos y secos. Se está estudiando así mismo el impacto ambiental de estas dietas, comparándose con el que produce la práctica actual de alimentar con pescado. El proyecto SELFDOTT producirá el conocimiento básico necesario para el desarrollo del cultivo del atún rojo de forma independiente de las capturas, mejorando por tanto, la competitividad de la industria acuícola europea. Al mismo tiempo se reducirá la presión existente sobre los stocks silvestres de atún rojo, asegurando la conservación y la recuperación de este magnífico pez.

- **DURACIÓN**

3 años (1 de Enero de 2008 – 31 de Diciembre de 2010)

- **OBJETIVOS**

1.- La reafirmación de los conocimientos actuales sobre la reproducción en cautividad de esta especie.

2.- El establecimiento de los conocimientos básicos necesarios para la obtención de puestas y el control del desarrollo larvario.

3.- El establecimiento de las bases necesarias para el desarrollo de alimentos adecuados desde el punto de vista de la eficacia como del respeto al medio ambiente.

- **PARTICIPANTES**

1. IEO (Instituto Español de Oceanografía). España.
2. IFREMER (Institute Français de Reserche pour l'Exploitation de la Mer). Francia.
3. HCMR (Hellenic Centre for Marine Research). Grecia.
4. UDUS (Heinrich Heine University of Düsseldorf). Alemania.
5. TG (TUNA GRASO S.A.) España
6. MRAE-Aquaculture (Ministry for Rural Affairs and Environment) Malta
7. IOLR-NCM (Israel Oceanographic and Limnological Research / National Centre for Mariculture). Israel.
8. UCA (Universidad de Cádiz). España.
9. UNIBA (Università di Bari). Italia.
10. CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique). Francia.
11. SARC (Skretting Aquaculture Research Centre) Noruega
12. UM2 (Université de Montpellier II). Francia
13. MFF (Malta Fishfarming Ltd). Malta.
14. CALADEROS (Caladeros del Mediterráneo, S.A.). España.

- **PRESUPUESTO**

4.4 millones de euros (contribución europea: 3 millones de euros)

## • DESTINATARIOS

Este proyecto supone un paso más en la línea iniciada hace algo más de 10 años por el IEO, y que tiene por objetivo final la domesticación del atún rojo. Los destinatarios finales de todos estos resultados serán por una parte los Centros de Investigación que verán aumentados sus conocimientos sobre esta especie, contribuyendo así a una mejor gestión de los stocks, pero fundamentalmente serán las granjas de producción de atún rojo las que se verán beneficiadas, ya que podrán aumentar de forma sostenible la producción de esta especie sin necesidad de sobreexplotar las mermadas poblaciones naturales.

## • ACTUACIONES PREVISTAS

1. Constitución de tres stocks de reproductores de atún rojo en jaulas flotantes.
2. Constitución de un stock de reproductores de bonito atlántico *Sarda sarda* en instalaciones en tierra.
3. Caracterización genética de los reproductores.
4. Estudio de la gametogénesis en reproductores adaptados a la cautividad.
5. Estudio de la pubertad en individuos silvestres
6. Estudio de la influencia de la dieta en la maduración reproductiva y en la calidad de los gametos.
7. Diseño y manufactura de un nuevo implante de GnRHa provisto de una marca visible.
8. Implante hormonal de reproductores de atún rojo.
9. Diseño de sistemas eficaces para la recolección de huevos en jaulas.
10. Recolección de huevos viables en las jaulas.
11. Obtención de huevos viables de bonito a partir de puestas naturales.
12. Caracterización genética de las puestas.
13. Estimación de la biomasa y el comportamiento mediante métodos no invasivos (estéreo-vídeo cámaras y ecosondas)
14. Determinación de los factores que intervienen en la incubación.
15. Realización de cultivos larvarios mediante las técnicas de agua verde, agua clara y mesocosmos.
16. Estudio de la ontogenia de los sistemas visual y neuroendocrino de las larvas.
17. Estudio del desarrollo de la línea lateral.
18. Descripción del desarrollo en el comportamiento larvario.
19. Análisis de la ontogenia del sistema digestivo de las larvas.
20. Descripción de la puesta en marcha de los sistemas enzimáticos de las larvas
21. Estudio de la alimentación, la nutrición en ácidos grasos y el estrés larvario.
22. Estudio del sistema inmune en larvas
23. Estudio de la diversidad microbiótica y caracterización bacteriana en el digestivo larvario.
24. Recomendación de una técnica de cultivo larvario para uso comercial.
25. Análisis de la composición corporal de juveniles silvestres.
26. Determinación del método más eficaz para la captura de juveniles vivos.
27. Realización del destete de juveniles.
28. Desarrollo de dietas formuladas para juveniles de atún rojo.
29. Análisis del impacto ambiental de las diferentes dietas, para juveniles de atún rojo.
30. Desarrollo de técnicas de transporte y adaptación a la cautividad y a la alimentación de juveniles de atún rojo en instalaciones en tierra.
31. Estimación de la biomasa y el comportamiento de juveniles mediante métodos no invasivos (estéreo-vídeo cámaras y ecosondas)
32. Establecimiento de la página web del proyecto.
33. Diversas acciones de difusión de los objetivos del proyecto y de los resultados obtenidos
34. Organización de reuniones periódicas.

## • PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS

Se han criado juveniles e individuos maduros de atún rojo, en jaulas flotantes en El Gorguel (Cartagena) y en Marxaslokk (Malta). Se dispuso de un tercer stock de reproductores, ubicado en Vibo Marina (Italia), perteneciente al proyecto regional italiano ALLOTUNA que está financiado con Fondos Estructurales de la Unión Europea para la Región de Puglia (Italia). Ambos proyectos (SELFDOTT y ALLOTUNA) que comparten varios de sus socios, han firmado un convenio de colaboración. Todos los stocks de reproductores han sido estudiados para conocer el desarrollo de la gametogénesis en cautividad y la influencia de la dieta en la maduración reproductiva y en la calidad de los gametos.

Por otra parte, como también está previsto en el proyecto SELFDOTT, se ha constituido en las instalaciones del IEO de Mazarrón, un stock de reproductores de bonito Atlántico (*Sarda sarda*). Dado que esta especie es un escómbrido de pequeño tamaño, se prevé que tanto el estudio de su reproducción como el de su cultivo larvario, a priori más sencillos, puedan aportar conocimientos muy útiles y servir de modelo en el cultivo del atún rojo.

El stock de reproductores de atún rojo de la instalación del proyecto en El Gorguel (Cartagena) está compuesto por unos 30 ejemplares de unos 100 kg de peso, mantenidos en cautividad desde Junio de 2007. Se encuentran ubicados en una jaula circular de 25 m de diámetro y 20 metros de profundidad, provista de un bolsillo de malla de 2 cm de luz, para evitar en lo posible la entrada de pelágicos que depredan los huevos liberados. Los atunes son alimentados una vez al día, a saciedad, con pescado crudo; estornino (*Scomber japonicus*) y caballa (*Scomber scombrus*). En febrero de 2009, la Secretaría General del Mar hizo entrega al IEO de unos 30 nuevos ejemplares procedentes de un exceso de cupo del Grupo Ricardo Fuentes, para aumentar el stock de reproductores del proyecto SELFDOTT. Estos nuevos atunes habían sido capturados en la zona de Baleares en 2008. Por tanto y desde entonces, el proyecto cuenta con dos stocks de reproductores compuestos, cada uno de ellos, por unos 30 individuos, y ubicados en dos jaulas de 25 m de diámetro y 20 m de profundidad.

En Junio de 2008 se implantaron los tres stocks de reproductores, obteniéndose puestas únicamente en el stock italiano, durante sólo 5 días. Se realizaron desde Italia transportes de huevos y larvas hasta las instalaciones de España, Grecia, Malta y Francia con escaso éxito.

En Junio de 2009, en la instalación de Cartagena, se dispuso rodeando la jaula que contiene al stock 2007, un sistema a modo de barrera compuesto de arriba a abajo por una lona impermeable de dos metros que cubría el primer metro de un colector especial de 4 metros de alto, y de una lona de 500 µm de luz de malla de dos metros de alto. El colector especial, constaba de 11 conos de malla de 500 µm, rematados por cestas también de 500 µm que permitían su extracción desde la superficie. Este sistema fue diseñado para el caso de existencia de corrientes importantes en la zona. Todo el sistema cubre todo el perímetro superior de la jaula hasta los 6 metros de profundidad e impide que los huevos flotantes liberados a esa profundidad se escapen de la jaula, movidos por las corrientes. Los días 24 y 25 de Junio de 2009, se implantaron al azar bajo el agua, con ayuda de un rejón (lupara) 15 reproductores mediante la aplicación de un arponcillo plástico que en su base contenía los implantes de GnRH $\alpha$  (6 mg/pez), según la técnica desarrollada en el proyecto REPRODOTT financiado por el 5º PM de la Unión Europea y también coordinado por el IEO.

A partir del día 29 de Junio, entre 48 y 72 horas después de la inducción, se empezaron a obtener puestas regulares. Se observó que se producían por la noche, a partir de las 3 de la madrugada y se prolongaban en ocasiones hasta después de la salida del sol. La temperatura del agua osciló entre los 22 y los 28°C en superficie y entre los 19 y los 27°C en el fondo de la jaula. El periodo de puesta fue de 17 días y se extendió entre el 29 de Junio y el 15 de Julio. Debido a la práctica inexistencia de corrientes durante el periodo de puesta, la cantidad total (140 millones de huevos) fue recolectada en su práctica totalidad en la lona impermeable dispuesta en la superficie. La cantidad máxima recolectada en un solo día fue de 34 millones de huevos. Los huevos fueron trasladados a las instalaciones del IEO para proceder a su eclosión y al cultivo larvario. Así mismo y según está planteado

en el Anexo Técnico del Proyecto SELFDOTT, se realizaron con éxito envíos de huevos y larvas a los laboratorios de Francia (IFREMER-Palavas), e Israel (NCM-IOLR).

Así mismo, el stock italiano comenzó a emitir puestas de huevos viables 72 horas después de realizar los implantes hormonales (30 de Junio) produciendo un total de 46 millones de huevos viables a lo largo de dos semanas. A partir de este stock, se realizaron envíos a los laboratorios de Grecia (HCMR-Creta) y de Malta (MRAE) además de al criadero industrial PANITTICA PUGLIESE, lugar previsto en el proyecto ALLOTUNA para la realización de los experimentos sobre cultivo larvario.

En el stock maltés no se obtuvieron puestas de huevos ni en 2008 ni en 2009, a pesar de haber inducido a los reproductores. En la actualidad se están estudiando las posibles causas de este hecho.

El stock de bonito, por su parte, realizó puestas naturales durante Junio y Julio de 2009. Varias de ellas fueron enviadas a los ya citados criaderos asociados al proyecto. Con las larvas criadas en las instalaciones del IEO de Mazarrón se han realizado numerosos experimentos de los efectos de factores como temperatura, fotoperiodo, alimentación o tipo de tanque e hidrodinámica, sobre el crecimiento y la supervivencia de esta especie. A finales de 2009 sobrevivían unos 20 ejemplares. Dado que esta especie madura al primer año de vida, se piensa en poder cerrar su ciclo biológico en Mayo-Junio de 2010.

Los huevos de atún trasladados en 2009 a las instalaciones del IEO en Mazarrón, tras ser estimado su número, fueron ubicados en incubadores de 400 y 1000 litros, con aporte de agua filtrada y aire. La densidad de incubación fue de 1000 huevos/l. La salinidad fue la natural (~37 ‰) y la temperatura osciló entre 23 y 26°C. Una muestra de la puesta fue incubada en una placa de pocillos para estimar la tasa de eclosión. Cuando las larvas tenían 1 DDE (día después de la eclosión) fueron trasladadas a tanques de 1500 litros (1,5 m de diámetro por 1 m de profundidad) a una densidad de 6-7 larvas/l. Los tanques estaban provistos de una entrada de agua inferior, aireación, y un limpiador de superficie. Los primeros resultados obtenidos a partir de las puestas de los días 29 y 30 de junio, arrojan una tasa de eclosión superior al 85 %. A 25°C, la eclosión comienza a las 28-30 horas desde la fecundación.

Diariamente, una muestra de larvas de cada tanque fue fotografiada y medida. A partir del 2º DDE se comenzó la alimentación con rotífero enriquecido con Spresso (INVE). A 12 DDE se empezó la alimentación con nauplios de Artemia OF (INVE), que tras dos-tres días fueron sustituidos por metanauplios enriquecidos con Spresso. A los 17 DDE comenzó a añadirseles larvas recién eclosionadas de dorada (*Sparus aurata*). El porcentaje de renovación de agua se incrementó progresivamente desde un 100 hasta un 400%/día. Diariamente también se administró fitoplancton (una mezcla de *Nannochloropsis gaditana* e *Isochrysis galbana*).

Las larvas de atún aceptan rotífero (*Brachionus plicatilis*) como primer alimento, pero su ingesta es moderada durante los dos primeros días de apertura de la boca. A partir del 4 DDE, su ingesta aumenta rápidamente, y la larva se vuelve más activa. La primera inflación de la vejiga la realizan entre los 4 y 6 DDE. Durante estos primeros días su crecimiento es moderado, comenzando a aumentar a partir de día 12-14, coincidiendo con la alimentación de Artemia. 4 ó 5 días después comienzan a alimentarse de larvas de peces, y la dispersión de tamaño se hace muy patente, observándose un canibalismo muy acentuado. Existen dos picos importantes de mortalidad: el primero durante los primeros días de vida y se corresponde con larvas que se van al fondo del tanque o que no son capaces de alimentarse. Durante esta fase observamos una mortalidad del 60-90% según los tanques. El segundo pico se produce hacia el 15-17 DDE, y parece deberse a problemas nutricionales. Esta mortalidad puede alcanzar el 100% en algunos tanques y se detiene cuando las larvas supervivientes comienzan a alimentarse de larvas de otros peces.

A partir del 17 DDE, y debido a la elevada mortalidad, los peces dejaron de muestrearse diariamente, realizándose medidas aleatorias e integrándose los datos de los ejemplares



mueritos. A los 30 días de vida, la metamorfosis está terminada y el alevín de atún pesa alrededor de 1 gramo. La supervivencia se prolongó hasta día 73, alcanzándose un peso de 30 g y una longitud total de 14 cm.

En los otros laboratorios asociados al proyecto, se han realizados experimentos sobre el cultivo larvario utilizando las técnicas de agua verde (Malta e Israel), agua clara (Francia) y mesocosmos (Grecia). Los resultados de dichos experimentos se están aún elaborando. Así mismo, larvas de distintas edades, obtenidas en los cultivos larvarios se están analizando al objeto de estudiar la ontogenia de los sistemas visual y neuroendocrino, el desarrollo de la línea lateral, el desarrollo del comportamiento larvario, la ontogenia del sistema digestivo y la puesta en marcha de los enzimas, la alimentación, la nutrición en ácidos grasos y el estrés larvario, el sistema inmune y la diversidad microbiótica y caracterización bacteriana en el digestivo larvario.

En otro orden de cosas, como se ha citado, uno de los objetivos del proyecto SELFDOTT es el establecimiento de las bases necesarias para el desarrollo de alimentos adecuados desde el punto de vista de la eficacia, como del respeto al medio ambiente. Para la consecución de este objetivo se tiene previsto en el Anexo Técnico del Proyecto, la captura de juveniles 0<sup>+</sup> de esta especie en el medio natural y su ubicación en jaulas flotantes ubicadas en El Gorguel (Cartagena) y gestionadas por las empresas del Grupo Ricardo Fuentes participantes en el proyecto.

Para la captura de juveniles de atún rojo se planeó el uso de dos artes de pesca: el cerco y el curricán. Para el primero de ellos se contó con la participación de cerqueros comerciales. El plan trazado fue el de detectar cardúmenes de juveniles de esta especie, bien al amanecer tras la captura de cardúmenes de pelágicos (*Sardina pilchardus* y *Trachurus* sp.), bien navegando en las zonas en las que se preveía su existencia, y usando el sonar para su detección. Una vez fueran capturados, se contó con realizar la transferencia de los mismos a una jaula de transporte y el posterior remolque de la misma hasta las instalaciones del proyecto SELFDOTT en El Gorguel (Cartagena).

Para el segundo método (el curricán) se contó con la participación de barcos capaces de pescar con este arte consistente en arrastrar una o varias líneas provistas de anzuelos con señuelos plásticos a una velocidad de 6 nudos. Para no dañar a los ejemplares se utilizaron anzuelos sin muerte. Una vez capturados, se contó con ubicar a los atunes en cubas de plástico de 1200 litros de capacidad (1,45 -1,65 m Ø, 1,20 m altura).

Debido a que no se detectaron cardúmenes de juveniles de atún rojo, el método de captura mediante arte de cerco y posterior transferencia resultó completamente ineficaz.

Con el arte de curricán se capturaron a lo largo de los meses de Septiembre – Octubre, a unas 6 millas de distancia de la costa de Cartagena (Murcia), 25 juveniles 0<sup>+</sup> de atún rojo en la campaña 2008 y algo más de 200 en la campaña 2009. La temperatura del agua osciló entre 17-19 °C. Los juveniles fueron transportados en los tanques de plástico descritos, desde las zonas de captura hasta las instalaciones del proyecto en El Gorguel (Cartagena). La duración del transporte osciló entre 1 y 6 horas. Los atunes fueron ubicados en jaulas flotantes de 25 m de diámetro y 20 metros de profundidad, provistas de bolsillos de red de 2 cm de luz de malla. Para pasarlos del tanque a la jaula, se utilizó un salabre con red de caucho, ya que se ha constatado que este material produce un menor daño a los individuos. Los atunes se habituaron inmediatamente a la alimentación inerte, compuesta fundamentalmente por sardina, *Sardina pilchardus*, caballa *Scomber scombrus* y estornino, *Scomber japonicus*, cortados en pedazos en la campaña 2008, y por pequeños jureles (*Trachurus* spp.) en la campaña 2009, en ambos casos distribuidos a saciedad una vez al día.

Aunque en ambas campañas, sólo alrededor del 50% de los atunes capturados llegaron vivos a la jaula, la tasa de supervivencia tras un mes de cautividad en la misma fue alta (alrededor del 75%). La principal causa de mortalidad en el proceso fue la dificultad en liberar a los peces de los anzuelos, tras su captura, aunque estos no tuvieran “muerte”. Se

ha constatado así mismo que la mortalidad es prácticamente total si se sujeta a los juveniles para liberarlos del anzuelo, aunque sea ligeramente.

Los individuos muertos tanto en la captura como en el transporte, tras tomar sus medidas y su peso, fueron congelados a -20 °C para su posterior análisis. Posteriormente en el laboratorio, y una vez descongelados, se procedió a la extracción de las vísceras, del contenido estomacal, a la obtención de diferentes medidas, como tamaño y peso del estómago e intestino, el peso y el volumen de su contenido y a la determinación de los grupos taxonómicos presentes en los estómagos.

En la campaña 2008, el peso de los 19 juveniles de atún rojo procesados osciló entre 546 y 1002 g con una media de 778,2 g (CV = 16,6%) y una talla a la horquilla entre 30,5 y 37,5 cm con una media de 34,2 cm (CV = 5,7). Los análisis estomacales muestran que los cefalópodos constituyen la principal presa de los juveniles de atún rojo examinados (53% en peso y 49% en número), seguidos por los peces (28% en peso y 24% en número) y los crustáceos (2% en peso y 27% en número). La presa que aparece más frecuentemente es la pota *Illex coindetti*. No se observaron diferencias en el contenido estomacal, entre atunes de distintos tamaños. Los datos correspondientes a la captura de 2009 se encuentran aún en fase de análisis.

En la campaña 2008, los 25 atunes capturados vivos, una vez adaptados a la alimentación inerte a base de pescado, fueron destetados con éxito, con un pienso formulado desarrollado por el Skretting Aquaculture Research Centre (SARC), socio del proyecto perteneciente a la multinacional Nutreco líder mundial en fabricación de piensos para peces. Sin embargo el escaso número de ejemplares, ubicados en una misma jaula, impidió la obtención de datos cuantitativos.

En la campaña 2009, se han distribuido los en torno a 200 individuos vivos, en dos jaulas flotantes de 25 m de diámetro por 25 m de profundidad. Una de las jaulas está siendo alimentada con jurel (*Trachurus* sp.) mientras que la otra lo está siendo con el pienso desarrollado por SARC. En Febrero de 2010 se piensa en finalizar el experimento y analizar los resultados obtenidos.

- PÁGINA WEB

[www.selfdott.org](http://www.selfdott.org)

- ARTÍCULOS PUBLICADOS, PROYECTOS RELACIONADOS Y BIBLIOGRAFIA

Dado que el proyecto comenzó su andadura en enero de 2008, todavía no se cuenta con publicaciones en revistas peer review.

Comunicaciones a Congresos y Simposios:

BRIDGES, C.R., BORUTTA, F., KROHN, O. and SCHULZ, S. 2009. Broodstock monitoring, handling and induction techniques. Recent advances in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) reproduction. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Global COE Program Symposium of Kinki University, 2009. "Sustainable Aquaculture of the Bluefin and Yellowfin Tuna - Closing the Life Cycle for Commercial Production"*. Adelaide (Australia) December 1-2: 20-24 pp.

DE LA GÁNDARA, F. and ORTEGA, A., 2008. Eight years of research on bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) culture at the Spanish Institute of Oceanography (IEO). *Proceedings of the EAS 2008 Krakow* (Poland) 185-186.

DE LA GÁNDARA, F., ORTEGA, A., BELMONTE, A., MYLONAS, C.C., COVES, D., BRIDGES, C.R., PRIETO, J.R. y VIGURI, J., 2009. Reproducción del atún rojo *Thunnus thynnus* en jaulas flotantes obtención de puestas masivas mediante implantes hormonales. In: *Libro de resúmenes del XII Congreso Nacional de Acuicultura*. Madrid Noviembre de 2009, 542-543 pp.

DE LA GÁNDARA, F., ORTEGA, A., BELMONTE, A., VARELA, J.L., MEDINA, A., ESTEBAN, F., PEREZ, M. y MORATO, N., 2009. Primeros resultados de la caracterización del contenido estomacal de juveniles 0<sup>+</sup> de atún rojo *Thunnus thynnus*. In: *Libro de resúmenes del XII Congreso Nacional de Acuicultura*. Madrid Noviembre de 2009, 94-95 pp.

DE LA GÁNDARA, F., ORTEGA, A., BELMONTE, A. y PRIETO, J.R., 2009. Captura y acondicionamiento de juveniles 0+ de atún rojo *Thunnus thynnus* en jaulas flotantes. In: *Libro de resúmenes del XII Congreso Nacional de Acuicultura*. Madrid Noviembre de 2009, 96-97 pp.

DE LA GÁNDARA, F., MYLONAS, C.C., COVES, D. BRIDGES, C.R., BELMONTE RIOS, A., VASSALLO-AGIUS, R., ROSENFELD, H., MEDINA, A., DEMETRIO, G. FALCON, J. SVEINSVOLL, K., GHYSEN, A. and DEGUARA, S. 2009. The challenge of domestication of bluefin tuna *Thunnus thynnus*- Highlights of the SELFDOTT project from 2008-2009. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Global COE Program Symposium of Kinki University, 2009. "Sustainable Aquaculture of the Bluefin and Yellowfin Tuna - Closing the Life Cycle for Commercial Production"*. Adelaide (Australia) December 1-2: 70-72 pp.

ORTEGA, A., and DE LA GÁNDARA, F., 2008. Effect of temperature on embryonic development of Atlantic bonito, *Sarda sarda*. *Proceedings of the EAS 2008 Krakow* (Poland) 490-491.

ORTEGA, A. y DE LA GÁNDARA, F., 2009. Efecto de diferentes esquemas de alimentación sobre crecimiento y supervivencia de larvas de Bonito Atlántico, *Sarda sarda*. In: *Libro de resúmenes del XII Congreso Nacional de Acuicultura*. Madrid Noviembre de 2009, 198-199 pp.

ORTEGA, A., VIGURI, J., BELMONTE, A. y DE LA GÁNDARA, F., 2009. Resultados preliminares de los 30 primeros días de cultivo larvario de atún rojo *Thunnus thynnus*, en el IEO. In: *Libro de resúmenes del XII Congreso Nacional de Acuicultura*. Madrid Noviembre de 2009, 584-585 pp.

SUQUET, M., COSSON, J., DE LA GÁNDARA, F., MYLONAS, C.C., PAPADAKI, M., LALLEMANT, S. and FAUVEL, C., 2009. Sperm features on Atlantic Bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). In: *Proceedings of the Second International Workshop on Biology of Fish Gametes*. ASTURIANO, J.F. (Ed.), Valencia (Spain) September 9-11, 2009, 34-35 pp.

#### PROYECTOS ANTERIORES RELACIONADOS, LLEVADOS A CABO POR EL IEO

2001 - 2002: DOTT Domesticación de *Thunnus thynnus*, el atún rojo. Estrategias para el desarrollo Europeo en el contexto de un mercado global. (Q5AM-2001- 00063). UE (FP5-QoL)

2003 - 2006: REPRODOTT Domesticación de *Thunnus thynnus*, el atún rojo. Estudio de las posibilidades de reproducción en cautividad (EU, Q5RS-2002-01355)

2006 - 2007: ADAR Avances en la Domesticación del atún rojo. Captura y domesticación de juveniles de atún rojo. IEO - GRUPO FUENTES - COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA



El proyecto SELFDOTT tiene firmado un acuerdo de colaboración con el proyecto ALLOTUNA, financiado con dos millones de euros por el Fondo Estructural de la Unión Europea a través de la Región italiana de Puglia (Accordo di Programma Quadro in Materia di Ricerca Scientifica nella Regione Puglia). Está coordinado por el Profesor Gregorio De Metrio del Departamento de Sanidad y Bienestar Animal de la Universidad de Bari (Italia).

#### BIBLIOGRAFÍA RELACIONADA CON EL PROYECTO

ANON. 2006. *REPRO-DOTT Final Report. Reproduction of the Bluefin Tuna in Captivity - feasibility study for the domestication of Thunnus thynnus*. Contract number: Q5RS-2002-0153: 220 pp.

BELMONTE, A. y DE LA GÁNDARA, F., 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 p.

CORRIERO, A., MEDINA, A., MYLONAS, C.C., ABASCAL, F.J., DEFLORIO, M., ARAGON, L., BRIDGES, C.R., SANTAMARIA, N., HEINISCH, G., VASSALLO-AGIUS, R., BELMONTE, A., FAUVEL, C., GARCIA-GOMEZ, A., GORDIN, H., DE METRIO, G., 2007. Histological study of the effects of treatment with gonadotropin-releasing hormone agonist (GnRH<sub>a</sub>) on the reproductive maturation of captive-reared Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.). *Aquaculture* 272, 675-686.

CORRIERO, A., MEDINA, A., MYLONAS, C.C., BRIDGES, C.R., SANTAMARIA, N., DEFLORIO, M., LOSURDO, M., ZUPA, R., GORDIN, H., DE LA GÁNDARA, F., BELMONTE, A., POUSIS, C., DE METRIO, G., 2009. Proliferation and apoptosis of male germ cells in captive Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) treated with gonadotropin-releasing hormone agonist (GnRH<sub>a</sub>). *Animal Reproduction Science* 116(3-4), 346-357.

FAO, 2008. Capture based aquaculture. Global overview., FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome: 196 p.

FAO, 2009. *The state of World fisheries and Aquaculture 2008*, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy. 314 p.

HEINISCH, G., CORRIERO, A., MEDINA, A., ABASCAL, F.J., DE LA SERNA, J.M., VASSALLO-AGIUS, R., BELMONTE, A., GARCIA-GOMEZ, A., DE LA GÁNDARA, F., FAUVEL, C., BRIDGES, C.R., MYLONAS, C.C., KARAKULAK, F.S., ORAY, I.K., DE METRIO, G., ROSENFELD, H., GORDIN, H., 2008. Spatial-temporal pattern of bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L. 1758) gonad maturation across the Mediterranean Sea. *Marine Biology* 154(4), 623-630.

MYLONAS, C.C., 2006. Hormonal induction of spawning with reference to the bluefin tuna. *Cah. Options Méditerran.* 60, 151-152.

MYLONAS, C.C., BRIDGES, C.R., GORDIN, H., BELMONTE, A., GARCIA-GOMEZ, A., DE LA GÁNDARA, F., FAUVEL, C., SUQUET, M., MEDINA, A., PAPADAKI, M., HEINISCH, G., DE METRIO, G., CORRIERO, A., VASSALLO-AGIUS, R., GUZMAN, J.M., MAÑANOS, E., ZOHAR, Y., 2007. Preparation and administration of gonadotropin-releasing hormone agonist (GnRH<sub>a</sub>) implants for the artificial control of reproductive maturation in captive-reared Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus thynnus*). *Reviews in Fisheries Science* 15(3), 183-210.

SAWADA, Y., OKADA, T., MIYASHITA, S., MURATA, O., KUMAI, H., 2005. Completion of the Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck et Schlegel) life cycle. *Aquaculture Research* 36, 413-421.

- **DATOS DEL COORDINADOR**

Dr. Fernando de la Gándara (IEO, Centro Oceanográfico de Murcia).

Fernando de la Gándara (Barcelona, 1958) es Licenciado en Ciencias Biológicas (1982) y Doctor en Biología (2003) por la Universidad de Murcia. Experiencia en varias empresas y Centros públicos de investigación dedicados al cultivo integral de dorada y lubina (1985 - 1992). Ayudante Técnico en el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en el C.O. de Santander en el equipo de evaluación de pesquerías demersales (1992-1996) y en el C.O. de Murcia en estudios sobre el metabolismo de *Seriola dumerili* (1996 -2001). Investigador del IEO desde 2001. Presidente de la Sociedad Española de Acuicultura (SEA) en 2006 - 07. Diez años de experiencia (2000 - 2009) en investigación sobre el cultivo del atún rojo (*Thunnus thynnus*), participando en los siguientes proyectos: (1) Desarrollo de técnicas de electro aturdimiento y electro sacrificio en la industria del cultivo del atún rojo. PEITT-UPCT-2000. España. 2000-2001. (2) Domestication of *Thunnus thynnus*, the Bluefin Tuna. Strategies for European Development in the Context of a Global Market (DOTT) (Q5AM-2001- 00063). UE (FP5-QoL). (3) Desarrollo de un sistema de inspección visual y automática para el control y la mejora de la calidad de la carne del atún rojo (SIVATUN). Gobierno Regional de Murcia. 2002-2004. (4) Domestication of *Thunnus thynnus*, the bluefin tuna. A Feasibility Study on its Reproduction in captivity (REPRODOTT). (EU, Q5RS-2002-01355). 2003-2005. En 2006-2007 participó en el desarrollo de técnicas de captura y adaptación a la cautividad de juveniles de atún rojo en Murcia (Proyectos ADAR-AJAR). Desde 2008 es el coordinador del proyecto SELFDOTT (KBBE-2007-1-2-09) ('From capture based to self sustained aquaculture and domestication of bluefin tuna, *Thunnus thynnus*'), cofinanciado por el 7º Programa Marco de la UE y en el que participan 13 Instituciones y empresas pertenecientes a 8 países europeos. El objetivo de este proyecto es implementar el conocimiento existente sobre la reproducción del atún rojo en cautividad y establecer el conocimiento base necesario para el desarrollo del cultivo larvario y la alimentación eficaz y respetuosa con el medio ambiente. Ha organizado y participado en numerosos Congresos y reuniones científicas y es autor o coautor de numerosas publicaciones en libros y revistas científicas.

## Fotografías



Foto 1: Implante hormonal (foto F.L.M./N.Atlantis)



Foto 2: Reproductor de atún rojo implantado (foto Antonio Belmonte)





Foto 3: Recolectando huevos de noche (foto Fernando de la Gándara)



Foto 4: Recolección de huevos (foto Fernando de la Gándara)

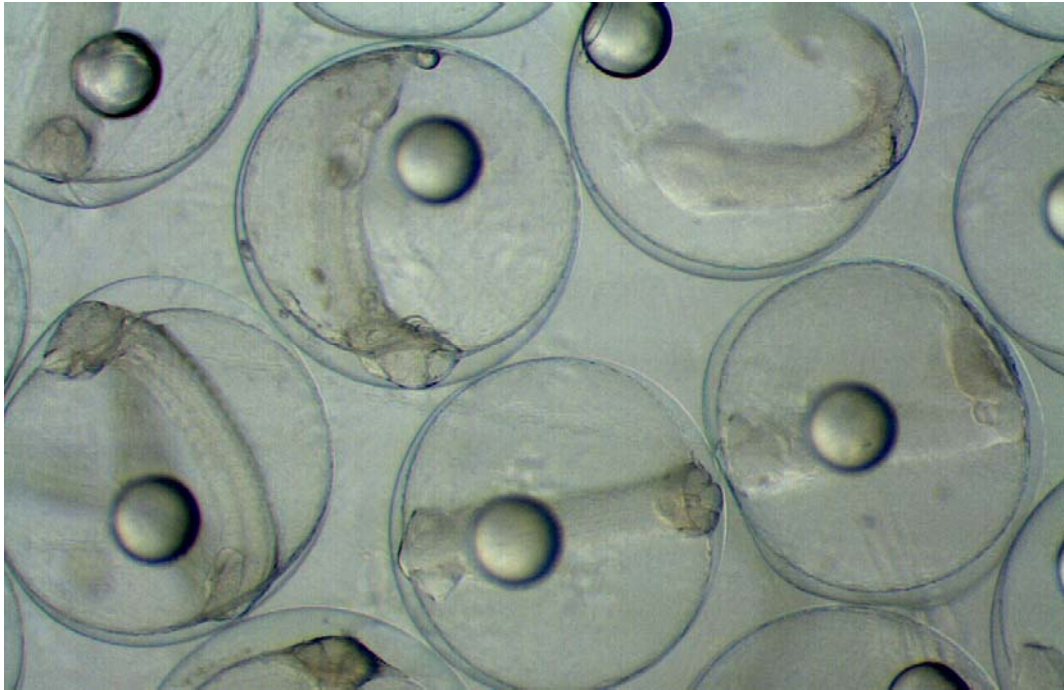


Foto 5: Huevos de atún rojo (foto Fernando de la Gándara)

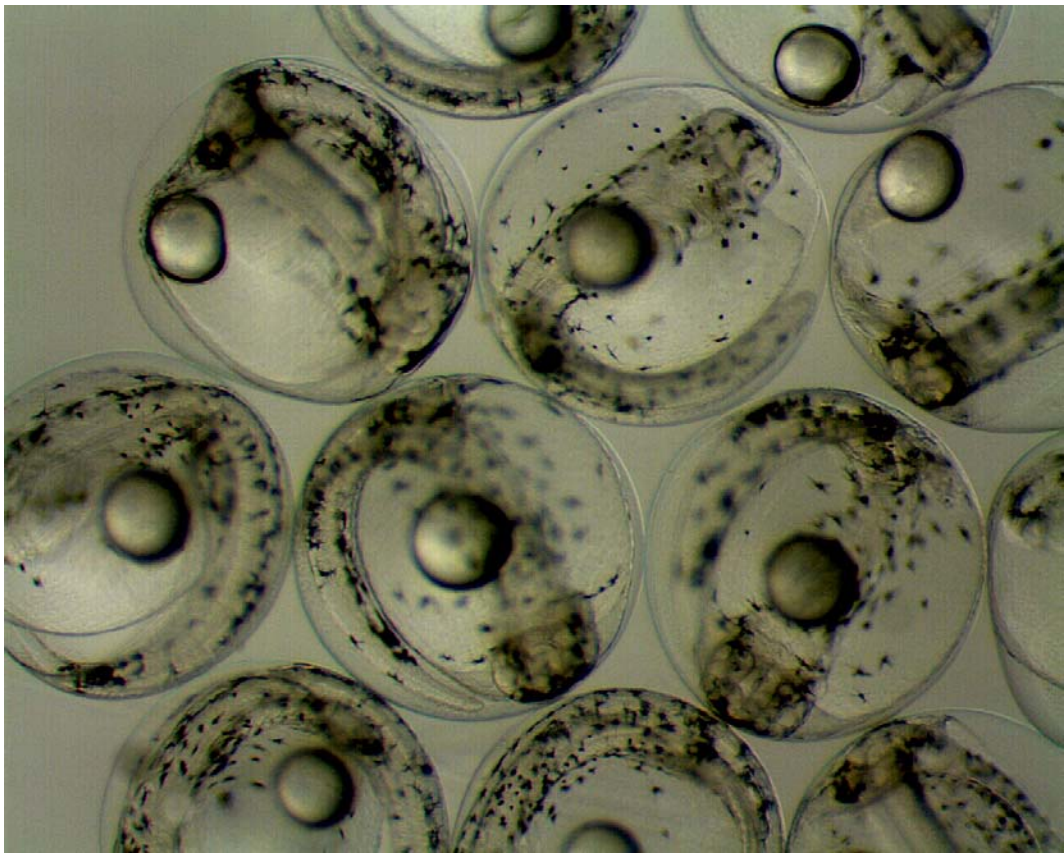


Foto 6: Huevos de atún rojo justo antes de la eclosión (foto Fernando de la Gándara)



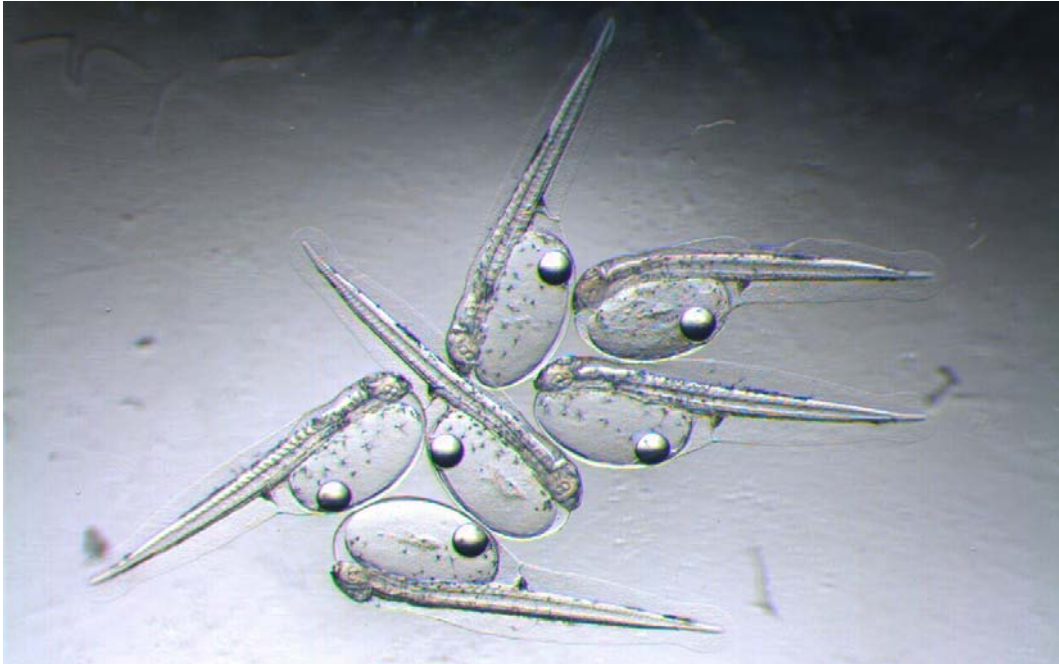


Foto 7: Larvas de atún rojo justo después de la eclosión (foto Fernando de la Gándara)



Foto 8: Larva de atún rojo de 15 días de vida (foto A. Jiménez)



Foto 9: Larva de atún rojo de 30 días de vida (foto Fernando de la Gándara)



Foto 10: Larva de atún rojo de 73 días de vida (foto Fernando de la Gándara)



Foto 11: a) anzuelo sin muerte, b) tanques cilíndricos de plástico, c) y d) pesca al curricán. (fotos Fernando de la Gándara)



Foto 12: Juveniles de atún rojo en los tanques de plástico sobre el barco (fotos Fernando de la Gándara)





Foto 13: Los juveniles de atún rojo son extraídos de los tanques de plástico con salabres de red de caucho y ubicados en la jaula flotante (fotos Fernando de la Gándara)



Foto 14: Alimento artificial desarrollado por SARC para el destete de los juveniles de atún rojo (foto Fernando de la Gándara)



Foto 15: participantes del proyecto SELFDOTT en la reunión anual en Bari (Italia).



Foto 16: Atunes rojos en la jaula de cultivo (foto Gabriel Mourente).





Foto 17: Fernando de la Gándara, coordinador del proyecto SELFDOTT

**Dr. Fernando de la Gándara Instituto Español de Oceanografía (IEO)  
Crtra. de La Azohía s/n 30860 Puerto de Mazarrón (Spain)  
E-mail: [fernando@mu.ieo.es](mailto:fernando@mu.ieo.es)  
Tel: +34 - 968 153964 Fax: +34 - 968153934**