

We take a look at the EU project exploring the biological and socio-economic potential of new/emerging candidate finfish species for the expansion of the European aquaculture industry



DIVERSIFY

DIVERSIFY began in December 2013 to acquire the necessary knowledge for the diversification of the European Aquaculture production based on new/emerging finfish species. The project has a total budget of €11.8 million for its 5 year duration (2013-2018), making it one of the largest research projects in the area of aquaculture funded by the European Commission.

DIVERSIFY has identified a number of new/emerging finfish species, with great potential for the expansion of the EU aquaculture industry. These fishes are fast growing and/or large species marketed at a large size and can be processed into a range of value-added products in order to provide the consumer with a greater diversity of fish species and products.

The fish species included are meagre (*Argyrosomus regius*), greater amberjack (*Seriola dumerili*); wreckfish (*Polyprion americanus*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). In addition, the omnivorous and euryhaline grey mullet (*Mugil cephalus*) is also included, as it can be produced in a wide variety of environments and using low cost feed with small amounts or no fish meal/oils, and the pikeperch (*Sander lucioperca*) as a good freshwater species for recirculating aquaculture systems (RAS).

Each of the species selected for DIVERSIFY has the potential to grow in the market and to produce value-added products. Their biological and economical potential are expected to stimulate the growth of the European aquaculture sector.

by Rocio Robles, Dissemination leader, Aquaculture Technological Center of Andalusia (CTAQUA), Muelle Commercial s/n, 11510 El Puerto de Santa María, Cádiz, Spain

and Constantinos C. Mylonas, Project Coordinator, Institute of Marine Biology, Biotechnology and Aquaculture, Hellenic Center for Marine Research (HCMR), Iraklion, Crete, Greece

Reproduction & Genetics

Great success has been achieved in the control of reproduction of greater amberjack. Spontaneous natural spawns have been obtained in tanks in the Canary Islands (Spain), while in the Mediterranean Sea stocks the use of gonadotropin-releasing hormone agonist (GnRH_a) implants (Fig. 1) has resulted in the production of large numbers of good quality eggs.

In the 2016 reproductive season, >50 kg eggs have been produced from three stocks maintained in sea cages in Greece (Fig. 2), and have resulted in the production of ~150,000 juveniles by the HCMR larval rearing department (Fig. 3). These juveniles have then been supplied to five commercial rearing sites in Greece, for what is the first ever, large-scale commercial grow out trial of this species in the Mediterranean region (Fig. 4).

With regards to work with Atlantic halibut, experiments have demonstrated that F1 fish could be induced with GnRH_a implants to spawn earlier and produce higher fecundities compared to controls. This work will be scaled up and validated with more breeders from commercial facilities in the coming years.

Work with wreckfish provided interesting results, with both spontaneous natural and GnRHa-induced spawning in tanks and stripped gametes for in vitro fertilization (Fig. 5). Although a small number of fertilized eggs have been obtained so far, larviculture period had reached 27 days providing important results with regard to critical larviculture parameters.

Although the success is far from what has been obtained in greater amberjack, this is the first time that a substantial amount of eggs of this deep-sea species have been available, for the implementation of larval rearing experiments.

Work with grey mullet resulted in the increase in the percentage of fish maturing and synchronized gonadal development with treatments of recombinant follicle stimulating hormone (Fsh) and metoclopramide. Spawning was then successfully induced in most females, with GnRHa and metoclopramide, resulting in the production of millions of eggs and larvae. However, common problems that still need to be addressed are the observed failed ovulation in

many females (~42%) and the high variation in fertilization (0-90%).

For the meagre and pikeperch, in order to provide tools for genetic improvement, captive broodstocks were genetically characterized, demonstrating that they have sufficient variation to be used for breeding programs, and strategies were suggested on how the stocks could be improved. Work with meagre also demonstrated that paired (single male and female) spawning was possible to produce known families for a breeding program.

Nutrition

The results obtained so far have improved weaning diets for meagre, demonstrating the importance of raising the essential highly unsaturated fatty acid (HUFA) levels up to 3% and vitamins E and C over 1500 and 1800 mg kg⁻¹. Greater amberjack enrichment products were also improved by defining the adequate levels of docosahexaenoic acid (DHA, 1-2%), in order to prevent bone malformations and promote maximum growth and survival.

Moreover, an optimum method for the effective enrichment of rotifers for greater amberjack was developed, and specific diets for broodstock of greater amberjack and wreckfish were formulated based both on bibliographical and analytical studies. Studies to develop optimum weaning-diets also started for pikeperch, focusing on the determination of the requirements for essential fatty acids.

The trials for producing on-grown Artemia for Atlantic halibut have been completed, but have not produced any improvement in juvenile production so far.



Figure 2: Greater amberjack breeders maintained in sea cages in Greece and induced to spawn using GnRHa delivery systems (photo by HCMR)



Figure 1: Greater amberjack breeders given GnRHa implants to induce spawning during the reproductive season (photo by HCMR)



Figure 3: Greater amberjack juveniles produced by the HCMR larval rearing department in 2016 (photo by HCMR)

Larval husbandry

Work on meagre showed that larvae can be weaned to artificial diets as early as 10 days post hatching (dph) without compromising nutritional condition and skeletal deformities. However, growth and survival should be considered. Cannibalism could be controlled by increasing the feeding frequency, removing dominant individuals, regular grading and by keeping the larvae in the dark when food is unavailable or in short supply.

In greater amberjack, the larval rearing parameters to be used in the semi-intensive mesocosm method and the intensive method

were established, and large numbers of juveniles have been produced (Figs. 3 and 4) and sent for grow out to selected sea cage sites.

Results until now showed that intensive rearing conditions favour amylase, alkaline protease and pepsin activities in 30 (dph) larvae, while in earlier stages (12 dph) amylase activity was also higher, in contrast to alkaline protease and lipase activities.

In pikeperch, the effects of selected environmental factors (i.e. light intensity, water renewal rate, water flow direction and tank cleaning timing), individually and in combination on larval



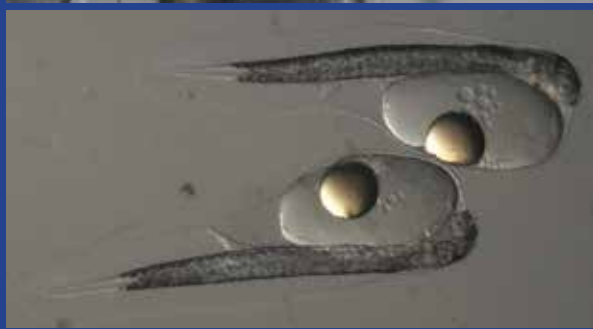
Figure 4: Greater amberjack juveniles from HCMR, sent to a number of commercial sea cage sites for on-growing trials (photo by HCMR)



Figure 5: Sampling wreckfish (gonadal biopsy) to evaluate reproductive stage of development (photos by Aquarium A Coruna)



Figure 6: (Top) Wreckfish larvae just prior to hatching. (middle) 1 dph and (bottom) 13 dph during the larval rearing trials at the Aquarium A Coruna, Spain (photos by Aquarium A Coruna)



rearing, were examined using a multifactorial design experimental system.

In Atlantic halibut, a study is presently running to compare the efficacy of RAS and flow through (FT) for larval rearing. Larval mortality was shown to be higher in the RAS system during the first week after hatching.

In wreckfish, the objective was to define optimum conditions for the larval rearing. Although, larval survival was poor, samples of larvae were taken out on days 0, 5 and 10 of life to obtain the fatty acid profile of wreckfish larvae and the first results show that the fatty acid profile has little variation in the first 10 days of life.

Moreover, early embryonic and larval development has been documented (Fig. 6). Although the larval rearing still needs further development, these initial larval rearing efforts are very significant in providing information that will enable us to evaluate the potential of this deep-sea species, for commercial larval rearing.

Concerning grey mullet studies, results revealed that rotifer consumption and larval survival were dependent on algal turbidity in the rearing tanks, but independent of algal type added. Higher survival resulted in higher levels of smaller fish, which reduced average fish weight. Also, growth compensation was observed after grading at 29 dph.

Grow out Husbandry

The evaluation of feeding behavior of meagre demonstrated that juvenile fish were able to learn and remember specific stimuli related to feeding (Fig. 7). Small fish of 50-100 g body weight responded very quickly to light stimuli (2 days after the start of the experiment), but responded very slowly to mechanical stimuli (air bubbles).

Larger fish (200 g) responded very quickly to both stimuli. The study demonstrated that both air bubbles and light can be used in an industrial setting, as they can be manufactured, implemented and managed easily with existing technologies in sea cages.

For pikeperch, the husbandry studies focused on the on-growing requirements, emphasizing on the effects of (a) environmental parameters, (b) farm conditions, and (c) domestication level and geographical origin on growth, immune and physiological status.

Finally in grey mullet, the first study that has been completed related to the definition of an optimal weaning diet. It was shown that fishmeal (FM) substitution did not affect any of the performance and condition parameters analyzed and that weaning wild grey mullet fry (which are zooplanktivorous) may be conducted using diets with a high level of FM substitution.

In addition, a grow-out study was initiated in Spain and Greece, using wild-caught fry that are reared to harvest size under different environmental conditions and stocking densities, using a common DIVERSIFY formulated grow-out diet.

Fish Health

In meagre, a first experiment has been made to characterize the ontogeny of the immune response in meagre, with samples collected at various times post-hatch. Samples of different tissues from juveniles have been also provided for analysis of immune gene expression. First attempts to develop a challenge model

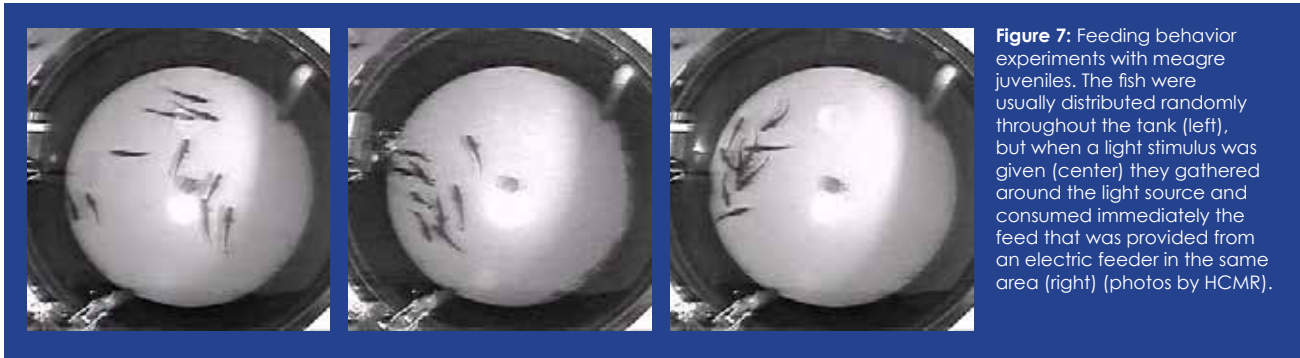


Figure 7: Feeding behavior experiments with meagre juveniles. The fish were usually distributed randomly throughout the tank (left), but when a light stimulus was given (center) they gathered around the light source and consumed immediately the feed that was provided from an electric feeder in the same area (right) (photos by HCMR).



Figure 8: *Diplectanum sciaenae* from meagre broodstocks (inset) and an infection of *Paradeontacylix* spp. on the gills of a greater amberjack broodstock from sea cages (large image) (photos from HCMR)

have been performed with *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* in meagre and greater amberjack.

Efforts have been made to isolate pathogens from cultured meagre and greater amberjack (Fig 8), and several parasite and bacterial species have been isolated and identified (*Epitheliocystis* in greater amberjack). The monogenean parasite *Zeuxapta seriola* was the most prevalent and important parasitic pathogen.

Apart from *Zeuxapta seriola*, what has also been identified is the blood fluke *Paradeontacylix* sp. to be present in greater amberjack reared in Greece (Fig. 8). There is scarce information on the biology of this parasite and almost nothing is known about its life cycle. A passive collector device has been designed and tested as a method to detect and quantify the level of infestation of monogenean parasites in greater amberjack during rearing in tanks.

With regard to Atlantic halibut, production of Viral Neural Necrosis (VNN) capsid protein has been progressing well, and successful expression in *E. coli*, tobacco plants and *Leishmania* has been achieved. However, bacterial cells do not glycosylate

the expressed protein, as do higher eukaryotes.

By expressing the capsid protein of nodavirus recombinant in different systems, it should be possible to find out if post-translational modifications influence antigenicity, thereby affecting its ability to induce protection when used as an antigen in a vaccine.

Socioeconomics

The macro-environmental context analysis performed has indicated that most EU countries have a policy to increase fish consumption, whilst seafood consumption is increasing in most of them too.

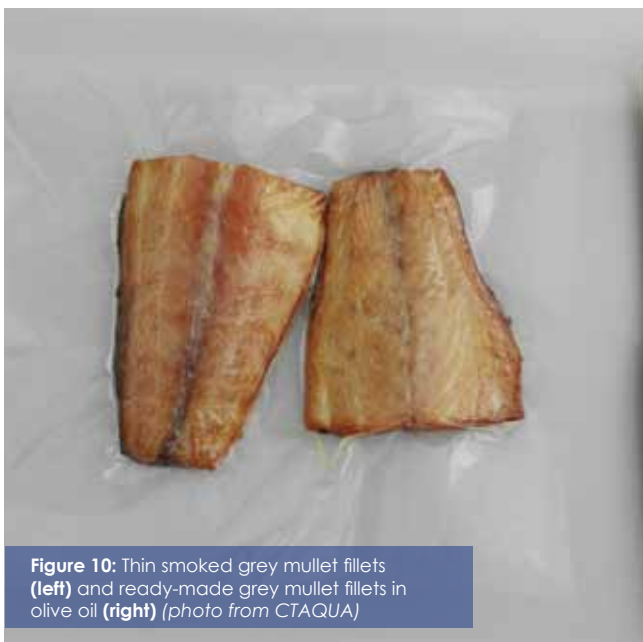
This growth can only be realized at the expense of other protein sources, since the protein market has been stabilized in the last few years. The southern countries eat more fresh whole fish, while northern countries prefer processed fish.

Consumer preferences concerning farmed fish seem to converge to convenience and fresh standardized products, such as fish fillets, portioned meals and processed foods. Industrial buyers in

Figure 9: Ready to eat meal-salad with meagre (left) and fish (meagre) burger shaped as fish (right) (photo from IRTA)



Figure 10: Thin smoked grey mullet fillets (left) and ready-made grey mullet fillets in olive oil (right) (photo from CTAQUA)



northern EU work closely with their trusted suppliers to develop new products, while the southern EU can be determined as seller markets, meaning that suppliers often initiate new product offerings. In approaching industrial buyers, farmers should be able to provide full information on their entire production process.

The consumer survey identified three consumer segments: (1) involved traditional consumers (29%): who know relatively more about fish and buy traditional fish products; (2) involved innovators (36%): who know relatively more about fish and who have a more open mind to buy new fish products and (3) ambiguous indifferent (35%): who know relatively less about fish and who are less open to buy new fish products.

Based on the first findings, more than one third of the consumers in the five selected countries belong to the segment of ‘Involved innovators’ and could therefore potentially be open to buy new species.

A total of twelve products have been selected from a pool of 41 concepts for new value added product from DIVERSIFY species,

based on their different degree of technological complexity and processing and taking into account the appropriateness for each of the species under study: Intrinsic (sensory properties) and extrinsic characteristics (information provided) of the selected products/concepts were assessed by consumers in five countries including France, Germany, Italy, Spain and UK (Fig 9 and 10).

All the results obtained so far have been presented in scientific conferences, as well as in the annual coordination meetings. The next annual meeting will be held in Barcelona in January 2017 (<http://www.diversifyfish.eu/2017-annual-coordination-meeting-jan.html>)

DIVERSIFY project has received funding from the European Union’s Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration (KBBE-2013-07 single stage, GA 603121, DIVERSIFY).



www.diversifyfish.eu

DIVERSIFY: Un Proyecto de la Unión Europea que explora el potencial biológico y socio-económico de especies de peces, nuevas o emergentes, para la expansión de la acuicultura europea

Rocio Robles¹ y Constantinos C. Mylonas²

¹ Dirección de divulgación: Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía (CTAQUA), Muelle Comercial s/n, 11510 El Puerto de Santa María, Cádiz, España (r.robles@ctagua.es)

² Coordinador del Proyecto: Instituto de Biología Marina, Biotecnología y Acuicultura, Hellenic Center for Marine Research (HCMR), Iraklion, Creta, Grecia (mylonas@hcmr.gr)

Introducción

DIVERSIFY (www.diversifyfish.eu) comenzó en diciembre de 2013 a reunir el conocimiento necesario para la diversificación de la acuicultura europea basándose en nuevas especies y especies emergentes. Este proyecto tiene un presupuesto de 11,8 millones de euros para sus 5 años de duración (2013-2018), que lo convierte en uno de los mayores proyectos de investigación en acuicultura financiado por la Comisión Europea.

DIVERSIFY ha identificado un número de nuevas especies o emergentes con gran potencial para su desarrollo en el sector de la acuicultura de la UE. Estos peces son de rápido crecimiento o especies de gran tamaño que se comercializan con un tamaño grande y que pueden procesarse en una variedad de productos de valor añadido para ofrecer a los consumidores una mayor variedad de pescados y sus productos. Las especies de peces incluidas con **corvina** (*Argyrosomus regius*), **seriola** (*Seriola dumerili*), **cherne** (*Polyprion americanus*) y **halibut atlántico** (*Hippoglossus hippoglossus*). Adicionalmente, ha sido también incluida la **lisa** (*Mugil cephalus*) como especie omnívora y eurihalina que puede ser cultivada en una variedad de ambientes y usando pienso económico con poco o ningún uso de harinas y aceites de pescado, y la **lucioperca** (*Sander lucioperca*) como especie de agua dulce favorable para su cultivo en sistemas de recirculación (RAS). Cada una de las especies seleccionadas por DIVERSIFY dispone de potencial de crecimiento en los mercados y para la elaboración de productos de valor añadido. Se cuenta con que su potencial biológico y económico podrán estimular el crecimiento del sector europeo de la acuicultura.

Reproducción y genética

Se ha alcanzado un gran éxito en el control de la reproducción de la **seriola**. Desoves naturales espontáneos han sido logrados en las Islas Canarias (España) en tanques, mientras que en stocks mediterráneos el uso de implantes de hormona agonista liberadora de gonadotropina (GnRH_a) ha resultado en la obtención de elevadas cifras de huevos de buena calidad (**Fig. 1**). En el periodo de reproducción de 2016 más de 50 kg de huevos han sido producidos desde tres stocks mantenidos en jaulas marinas en Grecia (**Fig. 2**), que han conducido a la producción de unos 150.000 juveniles en el departamento de producción larvaria del HCMR (**Fig. 3**). Estos juveniles fueron después ofrecidos a cinco unidades de engorde comercial en Grecia para la primera experiencia de producción a gran escala en la región mediterránea (**Fig. 4**).

En relación con el trabajo con **halibut atlántico** los experimentos han demostrado que peces F1 pueden ser inducidos con implantes de GnRH_a a ovulación temprana y a ofrecer mayor fecundidad en comparación con los controles. Este trabajo será escalado a mayor dimensión y validado con más reproductores de granjas comerciales en los próximos años.

Figura 1. *Reproductores de seriola con implantes de GnRHa para inducir su ovulación durante el periodo reproductivo (foto del HCMR).*

Figura 2. *Reproductores de seriola mantenidos en cautividad en jaulas en el mar en Grecia e inducidos a ovular con sistemas de dosificación de GnRHa (foto del HCMR).*

Figura 3. *Juveniles de seriola producidos en el Departamento de producción larvaria del HCMR en 2016 (foto del HCMR).*

Figura 4. *Juveniles de seriola del HCMR enviados a granjas comerciales con jaulas marinas para pruebas de engorde (foto del HCMR).*

El trabajo con **cherne** rindió interesantes resultados, con desoves naturales e inducidos con GnRHa en tanques y obtención de gametos mediante masajes para fertilización *in vitro* (**Fig. 5**). Aunque el número de huevos fertilizados ha sido reducido hasta el momento, el cultivo larvario ha alcanzado 27 días y ha ofrecido resultados importantes en cuanto a parámetros de cultivo larvario. Aunque el éxito es mucho menor que el alcanzado con **seriola**, esta es la vez que se ha dispuesto de una cantidad significativa de huevos de esta especie de aguas profundas para experimentos de cultivo larvario.

Figura 5. *Muestreo de **cherne** (biopsia gonadal) para evaluar el estado de desarrollo reproductivo (fotos del Aquarium A Coruna).*

El trabajo con **lisa** ofreció resultados positivos con incrementos en el porcentaje de peces madurando y la sincronización del desarrollo gonadal con tratamientos a base de hormonas recombinantes estimulantes de los folículos (Fsh) y metoclopramida. Los desoves fueron entonces inducidos satisfactoriamente en la mayor parte de las hembras, con GnRHa y metoclopramida, resultando en la producción de millones de huevos y larvas. Sin embargo, problemas que aún deben resolverse son fallos en la ovulación de hembras (~42 %) y la alta variabilidad en la fertilización (0-90 %).

En **corvina** y **lucioperca**, con vistas a lograr herramientas de mejora genética, reproductores capturados del medio natural fueron caracterizados genéticamente, demostrándose que disponen de suficiente variabilidad para ser usados para programas de mejora genética, y se sugirieron estrategias sobre cómo los stocks pueden ser mejorados. Trabajos con **corvina** también demostraron que la reproducción por parejas (una hembra con un macho) es posible para producir familias para programas de mejora reproductiva.

Nutrición

Los resultados obtenidos hasta el momento han mejorado las dietas de destete de **corvina**, demostrando la importancia de elevar los niveles de ácidos grasos muy insaturados (HUFA) hasta el 3 % y vitaminas E y C por encima de 1.500 y 1.800 mg kg⁻¹. Enriquecedores para **seriola** fueron a su vez mejorados definiendo los niveles adecuados de ácido docosahexanoico (DHA, 1-2 %), con el fin de evitar malformaciones óseas y promover crecimientos y supervivencias máximas. Además, se elaboró un método óptimo para el enriquecimiento efectivo de rotíferos para **seriola**, así como dietas específicas para reproductores de **seriola** y de **cherne** formulándose con base en estudios bibliográficos y analíticos. Se iniciaron estudios para desarrollar dietas de destete óptimas para lucioperca, enfocados en la determinación de los requerimientos de ácidos grasos esenciales. Y se completaron pruebas para producir Artemia para **halibut atlántico**, pero hasta el momento no han supuesto mejoras en la producción de juveniles.

Cultivo larvario

Los trabajos con **corvina** han mostrado que sus larvas pueden ser destetadas tan tempranamente como a los 10 días post-eclosión (dpe) sin comprometer las condiciones nutricionales, ni deformaciones óseas. Sin embargo, deben aún considerarse el crecimiento y la supervivencia. El canibalismo podría controlarse mediante incrementos en la frecuencia de alimentación, o retirando los individuos dominantes, o con clasificaciones periódicas, o manteniendo a las larvas en la oscuridad cuando el alimento no está disponible o lo está en poca cantidad.

En **seriola** se establecieron los parámetros de producción larvaria para ser utilizados en sistemas de mesocosmos semi-intensivos e intensivos. Fueron producidos elevados números de juveniles (**Figs. 3 and 4**) y enviados a una selección de granjas en jaulas en el mar. Los resultados hasta el momento muestran que las condiciones de cultivo intensivas favorecen las actividades de amilasa, de alcalina proteasa y de pepsina en larvas a los 30 días tras la eclosión (dpe), mientras que en momentos más tempranos (12 dpe) la actividad amilasa era también elevada pero en contraste a las actividades alcalina proteasa y lipasa.

En **lucioperca** se examinaron los efectos de varios factores ambientales (intensidad de la luz, ratio de renovación del agua, dirección del flujo de agua y tiempo de limpieza de los tanques) usando un sistema experimental de diseño multifactorial. En **halibut atlántico** un estudio actualmente en curso compara la eficiencia de sistemas en recirculación (RAS) frente a circuito abierto (FT) para cultivo larvario. La mortalidad larvaria se ha mostrado superior en los sistemas RAS durante la primera semana post eclosión. En **cherne** el objetivo ha sido definir las condiciones óptimas para el cultivo larvario. Aunque la supervivencia larvaria ha sido escasa, muestras de larvas fueron tomadas en los días 0, 5 y 10 de vida para obtener el perfil de ácidos grasos de las larvas de **cherne** y los primeros resultados demostrando que el perfil de ácidos grasos tiene pocas variaciones en los primeros 10 días de vida. También se han determinado los desarrollos embrionarios tempranos y larvarios (**Fig. 6**). Aunque el cultivo larvario debe aún desarrollarse más estos esfuerzos en el cultivo larvario son muy significativos para ofrecer información que permitirá evaluar el potencial para el cultivo larvario comercial de esta especie de aguas profundas.

Figura 6. Larvas de **cherne** justo antes de eclosionar (izquierda), 1 dpe (centro) y 13 dpe (derecha) durante las pruebas de cultivo larvario en el Aquarium A Coruna, España (fotos del Aquarium A Coruna).

En relación con los estudios con **lisa**, los resultados han revelado que el consumo de rotíferos y la supervivencia larvaria son dependientes de la turbidez algal en los tanques de cultivo, pero independientes del tipo de alga añadido. Mayores supervivencias resultaron en mayores cantidades de peces pequeños, reduciendo el peso medio de los peces. Crecimiento compensatorio fue también observado después de clarificaciones a 29 dpe.

Gestión del engorde

La evaluación del comportamiento alimentaria de **corvina** ha mostrado que los juveniles son capaces de aprender y recordar estímulos específicos relacionados con la alimentación (**Fig. 7**). Peces pequeños de 50–100 g de peso corporal responden muy rápidamente a estímulos luminosos (a los 2 días de comenzarse el experimento), pero responden muy despacio a estímulos mecánicos (burbujas de aire). Peces de mayor tamaño (200 g) responden muy rápido a ambos estímulos. El estudio demostró que tanto las burbujas de aire como la luz pueden ser usadas en un entorno industrial, ya que pueden ser producidas, implementadas y gestionadas con facilidad con la tecnología actual de jaulas marinas.

Figura 7. Experimentos de comportamiento alimentaria con juveniles de **corvina**. Los peces se encontraban en general distribuidos aleatoriamente en el tanque (izquierda), pero cuando un estímulo luminoso se activaba (centro) se reunían alrededor de la fuente de luz y consumían inmediatamente el alimento que les era ofrecido desde un alimentador eléctrico en la misma zona (derecha) (fotos del HCMR)

Para lucioperca los estudios de cultivo estuvieron enfocados a los requerimientos para el engorde, con un énfasis sobre (a) parámetros ambientales, (b) condiciones de las granjas y (c) a nivel de domesticación y del origen geográfico sobre el estado de crecimiento, inmune y fisiológico. Por último, en **lisa** se completó un primer estudio sobre la definición de una dieta de destete óptima. Se probó que la sustitución de harina de pescado (FM) no afecta el rendimiento y los índices de condición analizados y que el destete de alevines de **lisa** (que son zooplancóvoros) es posible empleando dietas con un elevado nivel de sustitución de FM. Además, se inició un estudio de engorde en España y Grecia usando alevines silvestres capturados que crecerán hasta la talla comercial bajo diferentes condiciones ambientales y densidades de estabulación usando una dieta de engorde común de DIVERSIFY.

Salud de los peces

En **corvina** un primer experimento ha sido realizado para caracterizar la ontogenia de su respuesta inmune, con recogida de muestras en varios momentos post eclosión. Muestras de diferentes tejidos de los juveniles para análisis de la expresión de genes de inmunidad. Se llevaron a cabo primeros intentos para poner a punto un modelo de reto ante *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* en **corvina** y **seriola**.

Se han realizado esfuerzos por aislar patógenos del cultivo de **corvina** y **seriola**, y varias especies de parásitos y bacterias han sido aisladas e identificadas (*Epitheliocystis* en **seriola**). El parásito monogéneo *Zeuxapta seriola* (**Fig. 6**) fue el parásito patógeno más prevalente. Aparte de *Zeuxapta seriola* también se identificó en **seriola** cultivada en Grecia el trematodo hemático *Paradeontacylix* sp. (**Fig. 8**). Hay poca información sobre la biología de este parásito y prácticamente nada sobre su ciclo de vida. Se ha diseñado y probado un prototipo de colector pasivo para la detección y cuantificación del nivel de infestación de monogéneos parásitos en **seriola** durante su cultivo en tanques.

Figura 8. *Diplectanum sciaenae* de reproductores de **corvina** (imagen interior) y una infección de *Paradeontacylix* spp. en las agallas de reproductores de **seriola** de jaulas marinas (foto grande) (fotos del HCMR).

En relación con **halibut**, la producción de cápsidas proteicas de Necrosis Neuronal Vírica (VNN) ha progresado bien, y se ha logrado la expresión en *E. coli*, en plantas de tabaco y en *Leishmania*. Sin embargo, las células bacterianas no glicosilan la proteína expresada, como sí lo hacen los eucariotas superiores. Expresando la cápsida proteica de nodavirus recombinantemente en diferentes sistemas debiera ser posible determinar si las modificaciones post-transcripcionales influyen la antigenicidad, y con ello afectando su capacidad para inducir protección cuando empleadas como antígenos en vacunas.

Socioeconomía

El análisis realizado sobre el contexto macro-ambiental ha indicado que la mayor parte de los países de la UE disponen de una política de fomento del consumo de pescado y que el consumo de pescado está en crecimiento en la mayoría de los Estados miembros de la UE. Este crecimiento sólo es posible a expensas del menor consumo de otras fuentes de proteínas, dado que el mercado de proteína ha estado estable en los últimos años. Los países del sur consumen más pescado fresco entero, mientras que los países del norte prefieren pescado elaborado. Las preferencias de los consumidores sobre pescado de acuicultura tienden a converger hacia la comodidad y hacia productos frescos estandarizados, tales como filetes, porciones y comida elaborada. En el norte de Europa, los compradores industriales de materia prima colaboran de cerca con sus proveedores de confianza para el desarrollo de nuevos productos, mientras que en el sur los mercados pueden denominarse como de venta, significando que los proveedores a menudo inician la oferta de nuevos productos. Para su acercamiento a los compradores industriales de materia prima, los acuicultores deberían poder ofrecer información completa sobre el proceso productivo completo.

La encuesta a consumidores ha identificado tres segmentos de consumidores: (1) consumidores “tradicionales implicados” (29 %): que conocen relativamente más sobre pescado y que compran productos de pescado tradicionales; (2) “innovadores implicados” (36 %): que conocen relativamente más sobre pescado y que tienen una mente más abierta para adquirir productos nuevos a base de pescado y (3) “ambiguos indiferente” (35 %): que conocen relativamente menos sobre pescado y que están menos dispuestos a comprar nuevos productos de pescado. Basado en las primeras averiguaciones más de un tercio de los consumidores en los cinco países pertenecen al segmento de los “innovadores implicados” y podrían, por ello, ser potenciales compradores de nuevas especies.

Un total de doce productos han sido seleccionados desde un total de 41 conceptos para productos de valor añadido a partir de las especies de DIVERSIFY, basados en sus diferentes niveles de complejidad tecnológica y procesado, y tomando en consideración la idoneidad de cada una de las especies bajo estudio:

- (1) Filetes congelados de pescado (corvina) en varias recetas,
- (2) Hamburguesas de pescado (corvina) con forma de pez (**Figura 9**),
- (3) Plato preparado listo para comer, con pescado y ensalada (**Figura 9**),
- (4) Filete de pescado fresco (lucioperca) con diferentes especias y marinados,
- (5) Tartar listo para comer (lucioperca) con salsa de soja incorporada.
- (6) Paté para untar (lucioperca),
- (7) Filetes finos ahumados (lisa) (**Figura 10**),
- (8) Filetes de pescado listo para usar (lisa) en aceite de oliva (**Figure 10**),
- (9) Filete de pescado fresco (lisa) con diferentes especias y marinados “saludables”,
- (10) Filete de pescado congelado (seriola) especiado o marinado,
- (11) Tartar de pescado listo para usar y con salsa de soja incorporada,
- (12) Filete de pescado fresco (seriola) para asar en sartén (**Figura 11**).

Las características intrínsecas (propiedades sensoriales) y extrínsecas (información aportada) de los productos/conceptos seleccionados fueron contrastadas ante consumidores en cinco países (Francia, Alemania, Italia, España y Reino Unido). Las propiedades extrínsecas fueron evaluadas para los doce nuevos productos desarrollados, mientras que, por razones prácticas, los atributos intrínsecos fueron contrastados para seis de ellos ((2), (3), (6), (7), (8) u (12)). Un informe completo con los resultados de esta evaluación puede ser consultados en www.diversifyfish.eu.

Figura 9. Hamburguesas de pescado (corvina) con forma de pez y plato elaborado con corvina y ensalada listo para comer (foto de IRTA).

Figura 10. Filetes ahumados finos (lisa) y filetes de pescado elaborados y en aceite de oliva (lisa) (foto de CTAQUA).

Figura 11. Filete fresco (*seriola*) para asar en sartén (foto CTAQUA).

Todos los resultados obtenidos hasta el momento han sido presentados en conferencias científicas así como en reuniones de coordinación anual. La próxima reunión anual del proyecto tendrá lugar en Barcelona el próximo mes de enero de 2017 (<http://www.diversifyfish.eu/2017-annual-coordination-meeting-jan.html>).

Reconocimientos



Co-funded by the Seventh
Framework Programme
of the European Union



Este Proyecto ha recibido financiación desde el Séptimo Programa Marco de la Unión Europea para investigación, desarrollo tecnológico y demostración (KBBE-2013-07 single stage, GA 603121, DIVERSIFY).