



New species for EU aquaculture

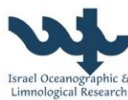
Manual técnico – Lisa capitán (*Múgil cephalus*)



Líder de la especie: Dr. Bill Koven (National Center for Mariculture (NCM), IOLR, Eilat, Israel)

Organizador del seminario: Dr. Aldo Corriero (University of Bari (UOB), Bari, Italy)

Otros científicos participantes: Dr. Constantinos Mylonas (HCMR, Greece), Dr. Ken Leber (Mote, USA), Dr. Donatella Crosetti (ISPRA, Italy), Dr. Sherif Sadek (ACO, Egypt), Dr. Dario Vallainc (IMC, Italy), Dr. Alicia Estevez (IRTA, Spain), Dr. Hanna Rosenfeld (NCM, IOLR, Israel), Dr. Iris Meiri-Ashkenazi (NCM, IOLR, Israel), Mr. Dor Israeli (NCM, IOLR, Israel), Dr. E. Gisbert (IRTA, Spain), Dr. Antonella Rosa (UNICA, Italy), Dr. R. Robles (CT-AQUA, Spain), Dr. Thanassis Krystallis (AU, Denmark, HRH, Greece)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

IRTA
RESEARCH & TECHNOLOGY
FOOD & AGRICULTURE

ctaqua
CENTRO TECNOLÓGICO
DE LA ACUICULTURA



HELLENIC RESEARCH HOUSE

IMC
International
Marine Centre



MOTE MARINE LABORATORY & AQUARIUM



ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	3
REPRODUCCIÓN Y GENÉTICA	4
TRATAMIENTOS HORMONALES PARA LA SINCRONIZACIÓN DE LA MADURACIÓN Y LA INDUCCIÓN DE FREZA	4
EFECTOS DE LA CAUTIVIDAD EN LA PRIMERA MADURACIÓN SEXUAL DE PECES SALVAJES Y PRODUCIDOS EN HATCHERY.....	5
NUTRICIÓN	6
MEJORA DE LOS PRODUCTOS DE ENRIQUECIMIENTO, DE DESTETE Y DE DIETAS PARA REPRODUCTORES.....	6
CRÍA LARVARIA.....	11
INFLUENCIA DEL TIPO ALGAL Y SU CONCENTRACIÓN EN EL RENDIMIENTO LARVARIO.....	11
DESTETE DE LISA CAPITÁN	12
ENGORDE.....	13
EFECTO DE DIFERENTES DIETAS DE DESTETE SOBRE EL RENDIMIENTO Y SALUD	13
CRECIMIENTO CON DIETA ESPECÍFICA, BAJO DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES Y GEOGRÁFICAS EN ISRAEL, GRECIA Y ESPAÑA	14
MERCADO, PERCEPCIÓN DEL CONSUMIDOR, NUEVOS PRODUCTOS Y MODELOS DE NEGOCIO	16
REFERENCIAS	18



Introducción



La cría de lisas se ha practicado durante siglos, pero la producción de esta fuente de proteína animal potencialmente valiosa en Europa ha sido pequeña y no intensiva (Nash y Koningsberg, 1981; Pillay, 1993). Es una especie de eurihalina, que se encuentra en todo el mundo (Oren, 1981) y es un teleosteo omnívoro de crecimiento rápido que puede criarse en el amplio rango geográfico y de temperatura de la cuenca mediterránea (Crosetti, 2015). Como es detritívoro en la naturaleza, se ha almacenado en estanques de peces para mejorar la calidad de los sedimentos y evitar el agotamiento del oxígeno (Milstein et al., 1991). Por lo tanto, puede ser un excelente candidato para la mejora de la acuicultura en estanques de tierra, lagunas costeras y Salinas desiertas que existen en todos los países mediterráneos de la UE.

Durante los meses de otoño e invierno, los adultos migran al mar en grandes agregaciones para desovar. Cuando los juveniles tienen entre 16 y 20 mm, migran a aguas costeras y estuarios, donde se pueden recolectar para operaciones acuícolas desde finales de agosto hasta principios de diciembre. La mayoría de los alevines de lisa capitán utilizados en la acuicultura comercial se recolectan en el medio silvestre, especialmente en el Mediterráneo oriental y meridional, Arabia Saudita y los estados del Golfo y el sudeste asiático. La lisa se cultiva generalmente de manera semi-intensiva en estanques de policultivos que pueden incluir carpa común, carpa china, carpa plateada, tilapia del Nilo, orejera y lubina europea. Si bien se ha informado que el crecimiento es mayor en el agua de menor salinidad, se pueden criar con éxito en agua dulce, agua salobre y agua de mar.

La producción comercial a gran escala de *Mugil cephalus* en monocultivo aún está en su infancia. En Italia, Israel y Egipto se ha informado el desove inducido y la producción de alevines en una escala limitada para la acuicultura. Las hembras juveniles producidas en criadero han crecido hasta 1.9 kg en 2 años en un alimento granulado que contiene harina de pescado (P4. HCMR). El desarrollo de un alimento libre de harina de pescado reducirá el costo de la producción de pescado y será más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. Esto significa que la lisa sería más aceptable para un público consumidor cada vez más consciente que exige la sostenibilidad y un menor impacto ambiental. Además, la acuicultura de lisas tiene la ventaja de proporcionar no solo pescado y filetes enteros a precios asequibles, sino también huevas de pescado (bottarga), un producto de alto valor (> 100 € kg⁻¹), cuyo mercado se está expandiendo alrededor del Mediterráneo. Por lo tanto, la lisa tiene un potencial económico considerable como una especie que proporciona una fuente económica de proteína de alta calidad sostenible, diversificación de productos y un producto de valor agregado como bottarga.

El mercado de lisas está bien establecido en el Mediterráneo, donde tan solo Egipto consumió más de 129,000 TM en 2015 (Soliman et al. 2015). Además, es probable que el mercado europeo de la lisa aumente en los próximos años debido a la demanda de familias inmigrantes establecidas y de nuevos inmigrantes procedentes del norte de África, Oriente Medio y Asia. Actualmente, la industria es una acuicultura basada en la captura, que depende casi exclusivamente de la captura de alevines silvestres (aproximadamente 1.000.000.000). Ahora se reconoce que este enfoque reduce severamente la pesca natural y es insostenible cuando se espera la regulación de esta práctica en un futuro cercano. Sin embargo, el crecimiento futuro de la acuicultura de lisas está limitado por una serie de cuellos de botella, que se abordarán en DIVERSIFY. En primer lugar, el control del ciclo reproductivo y la mejora de la

calidad del huevo a través del manejo y la nutrición de los reproductores es necesario no solo para la producción de larvas robustas, sino también para producir bottarga de alto valor. En segundo lugar, el desarrollo de un protocolo de cría de larvas es necesario para reducir las mortalidades tempranas, la dispersión de tamaño y el aumento de la sincronía metamórfica, lo que conducirá a un suministro de juveniles de alta calidad. Finalmente, se necesita el desarrollo de un alimento de crecimiento sostenible, económico y sin harina de pescado, que funcionaría bien en diferentes condiciones ambientales de temperatura, tipo de estanque y calidad del agua, ampliando así el rango geográfico de la acuicultura de lisas en Europa.

Reproducción y Genética

Tratamientos hormonales para la sincronización de la maduración y la inducción de freza. Hanna Rosenfeld, National Center for Mariculture, IOLR, Eilat, Israel

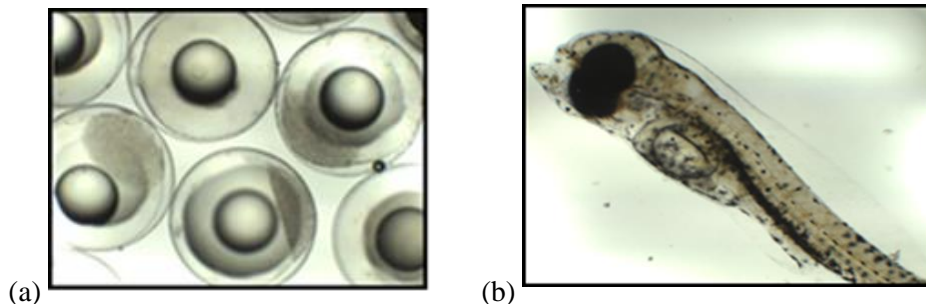


Figura 1. (a) Huevos en fase gástrula en lisa y (b) larvas que se alimentan por primera vez

- Los reproductores de lisas no se reproducen espontáneamente en cautividad, ya que tanto las hembras como los machos presentan disfunciones reproductivas.
- Con el objetivo de mejorar la vitelogénesis entre lisas cautivas, los efectos de las combinaciones de metoclopramida (un antagonista de los receptores D2 de dopamina; DA) con rFSH (FSH recombinante producida por levadura) o GnRH-EVAc (implantes para la liberación sostenida del análogo de GnRH) fueron probados.
- El tratamiento óptimo que consiste en DA + rFSH, dio lugar a 91% de hembras post vitelogénicas dentro del grupo de tratamiento (Tabla 1).
- La experimentación con machos de lisas cautivos evaluó: (a) los efectos a corto plazo de rFSH frente a rLH, y (b) el efecto de rFSH como único agente terapéutico versus uso de rFSH para cebar a los peces antes de la administración de MT-EVAc (Implantes para la liberación sostenida de metiltestosterona).
- El rFSH fue una hormona esteroideogénica potente durante las primeras etapas de la espermatogénesis. Estimuló tanto el crecimiento gonadal como la actividad esteroideogénica, mientras que el tratamiento comparable con rLH no tuvo efectos significativos. Las diferencias reconocidas entre los dos tratamientos parecen atribuirse a la capacidad de rFSH para estimular, en esta ventana de tiempo crítica, la circulación de los niveles de 11-ketotestosterona y, en consecuencia, inducir la expresión de LH hipofisaria.
- Todos los machos que se prepararon con rFSH y luego se sometieron a un implante MT-EVAc produjeron esperma. Además, el último grupo exhibió porcentajes relativamente más altos (66%) de hombres completamente espermadores en comparación con los grupos tratados con rFSH (33%) y control (24%).
- Para inducir el desove, las hembras de lisa completamente maduras y los machos se trataron con dos inyecciones consecutivas que consistieron en GnRH_a + DA con 22.5 h de diferencia.

- Los ensayos de inducción del desove dieron lugar a huevos y larvas de alta calidad y, posteriormente, a un gran número de juveniles robustos durante las temporadas reproductivas naturales (septiembre-noviembre) y desplazadas (enero-febrero).

Tabla 1. Presencia relativa de hembras post vitelogénicas entre los grupos de tratamiento.

	Control	DA	DA+GnRH	DA+rFSH
Exp. I	27%	58%	71%	
Exp. II	29%			91%

Efectos de la cautividad en la primera maduración sexual de peces salvajes y producidos en hatchery. Hanna Rosenfeld, National Center for Mariculture, Eilat, Israel; Aldo Corriero, University of Bari, Italy

- La maduración sexual avanzada y espontánea en condiciones de cautiverio puede facilitar la producción de huevos de lisa (bottarga) como un producto de alto valor. Por lo tanto, la tarea actual apunta a caracterizar el desarrollo puberal en lisas silvestres frente a criaderos producidos bajo condiciones de cautiverio.
- El tamaño de los peces producidos en el criadero de 6 años es igual al de los individuos salvajes de la misma clase de edad.
- Todas las lisas de 2 años analizadas todavía eran sexualmente inmaduras. Los análisis biométricos e histológicos mostraron que el crecimiento corporal y el desarrollo de gónadas de las lisas producidas en viveros de 2 años fueron ligeramente más rápidos que los especímenes capturados en la naturaleza.
- Las lisas de 3 años de edad exhiben patrones de desarrollo gonadal y crecimiento relacionados con el sexo (Fig. 2A).
- Las hembras y machos de lisa producidos en hatchery exhibieron una maduración gonadal mejorada en comparación con los peces criados en cautiverio capturados en la naturaleza (Fig. 2B), probablemente como resultado de la domesticación.

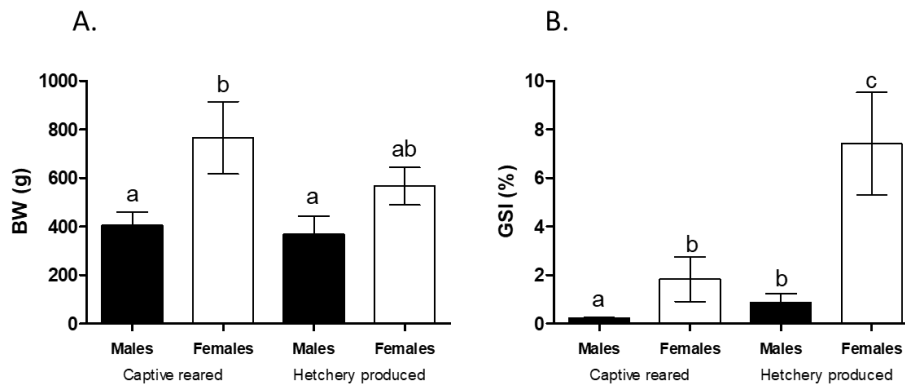


Figura 2. Peso corporal (A; BW) y Gonadosomatico (B; GSI) de lisas producidas en criadero de 3 años y criados en cautividad. Las diferentes letras sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre los grupos.

Nutrición

Mejora de los productos de enriquecimiento, de destete y de dietas para reproductores
 Bill Koven, Hanna Rosenfeld, National Center for Mariculture, IOLR, Eilat, Israel

Enriquecimiento de rotíferos con DHA para la cría de larvas.



Figura 3. Sistema experimental de 18 tanques de 1,5 m3 en el IOLR.

- El ácido docosahexaenoico de ácido graso poliinsaturado de cadena larga (LC-PUFA) docosahexaenoic (DHA; 22: 6n-3) promueve el crecimiento más eficazmente que los otros LC-PUFA (ácido eicosapentaenoico (EPA; 20: 5n-3) y ácido araquidónico (ARA 20: 4n-6) en larvas de peces marinos (Koven et al., 1993, Wu et al., 2002, Izquierdo y Koven, 2011).
- Se probaron tres tratamientos de enriquecimiento de rotífero DHA: bajo (L; 5,5%), medio (M; 12%) y alto (H; 20%) DHA, como porcentaje del total de ácidos grasos (TFA).
- Después de 15 dph (días después de la eclosión), todas las larvas se alimentaron con nauplios de Artemia enriquecidos con DHA al 5,5% de TFA a 20 dph, luego se ofreció una dieta de destete hasta 40 dph.
- No se observó ningún efecto del DHA en la dieta sobre el rendimiento de las larvas en términos de consumo de rotíferos (mastaxis / larva) y longitud (mm). Esto sugiere que 5,5% de DHA es suficiente.
- El tratamiento con DHA bajo en la dieta dio como resultado una supervivencia larvaria altamente significativa en comparación con los otros tratamientos con DHA superior a 40 dph (Fig. 4), que es 25 días después de que los tratamientos con rotíferos hayan cesado.
- Enfatiza la importancia de alimentar a DHA en la etapa de rotífero en la supervivencia en etapas posteriores de desarrollo.

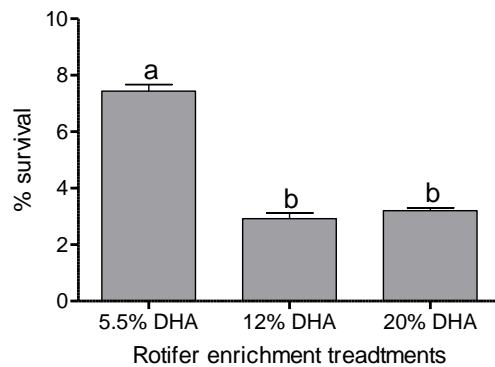


Figura 4. El efecto de alimentar los tratamientos de rotíferos con DHA bajo (L), medio (M) y alto (H) en el porcentaje (%) de supervivencia en 40 dph. Los valores de supervivencia que tenían letras diferentes fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$).



Figura 5. Juveniles de lisa en tanque de 6 m³ en IOLR

DHA en la dieta para cría de juveniles

- El requerimiento de DHA durante la etapa juvenil generalmente disminuye en comparación con los estadios de larvas y reproductores (Tocher, 2010), sin embargo, el DHA aún es esencial y necesario, especialmente si el pez sigue siendo estrictamente carnívoro.
- Las lisas se vuelven omnívoros en menos agua salina después de la metamorfosis y pueden tener cierta capacidad para sintetizar LC-PUFA (Zouiten et al., 2008), lo que puede afectar el requisito de DHA.
- Se probaron tres tratamientos con DHA (0,4, 0,8 y 1,2% de dieta DW) en peces de 138-222 dph (12 semanas), donde los peces crecieron al menos el 200%.
- No hubo efecto del DHA por encima del 0,4% de dieta DW sobre el crecimiento y la supervivencia (Fig. 6).
- Los juveniles de lisas en aguas de estuarios menos salinos pueden tener cierta capacidad para sintetizar DHA y otros ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga a partir de ácidos grasos poliinsaturados de cadena más corta, lo que puede afectar su requerimiento dietético.

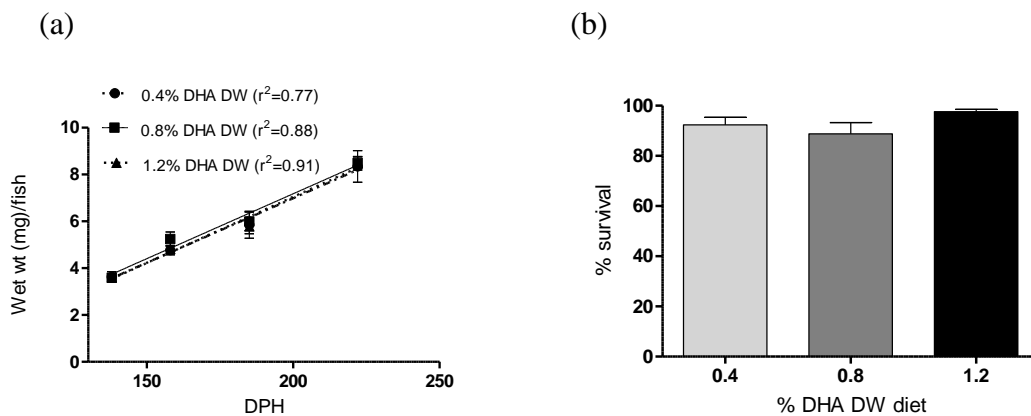
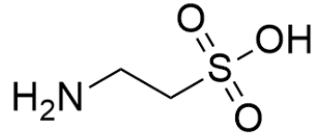


Figura 6. El efecto del DHA en la dieta sobre (a) el crecimiento (mg) y (b) la supervivencia (%).

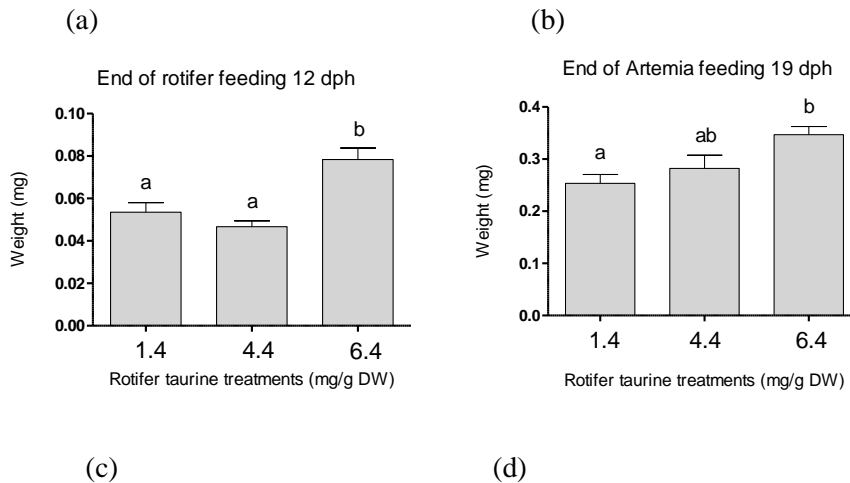


Taurine

Figura 7 Molécula de taurina que siempre está en forma libre y no es parte de una proteína intacta.

Enriquecimiento de rotíferos y Artemia con Taurina

- La taurina es un ácido β -amino sulfónico involucrado en la síntesis de sales biliares, la defensa antioxidante, la osmorregulación celular y contribuye a la función visual, neural y muscular (Fang et al., 2002; Omura e Inagaki, 2000).
- No está claro si los peces omnívoros tendrían capacidad de síntesis de taurina.
- Los resultados de Diversify mostraron que solo los rotíferos enriquecidos con taurina (600 mg / l; 6.4 mg / g de rotífero DW) tienen un efecto significativo y de gran alcance sobre el crecimiento de larvas (12 y 19 dph) y juveniles (44 dph) (Fig. 8).
- La artemia no enriquecida tiene niveles naturales considerables de taurina. Por lo tanto, no se demostró ningún beneficio adicional de la alimentación de Artemia enriquecida con taurina a las larvas de lisas.



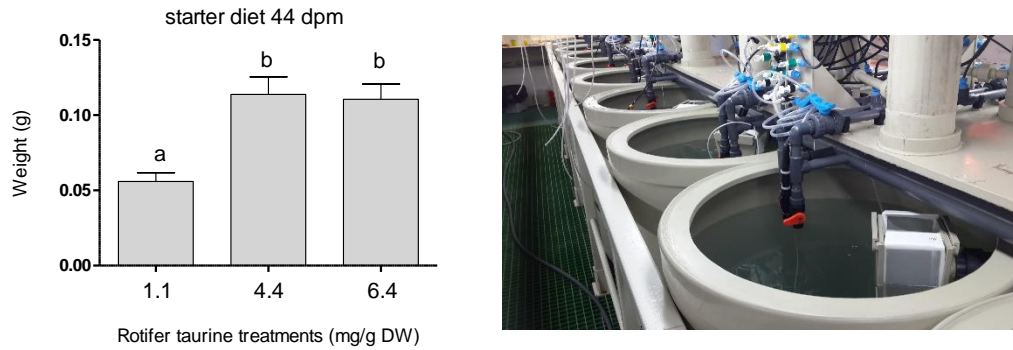


Figura 8 (a) El efecto de la alimentación de tratamientos de taurina rotatoria a larvas de lisas de 3-12 dph sobre el peso larvario en larvas de lisas grises de 12 y 19 dph y en juveniles de 44 dph. Los valores de barra que tienen letras diferentes fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$). (d) El sistema experimental de 400 l utilizado para estos estudios.

Taurina en la dieta para el preengorde de juveniles

- Probadas cuatro dietas extruidas de 1 mm de diámetro que contenían diferentes niveles de taurina (0, 0.5, 1.0 y 2.0% de dieta DW) en lisas con 126-174 dph durante 48 días, donde los peces crecieron al menos el 100%.
- Los resultados mostraron que los juveniles de lisa tienen un requerimiento mínimo de 0.5% para la taurina en la dieta (Fig. 9), que está dentro del rango de los requerimientos de taurina medidos en una variedad de especies marinas.
- Los resultados sugieren que el requerimiento general de taurina podría ser superior al 0.5%, pero parte de este requerimiento puede satisfacerse mediante la síntesis endógena de este nutriente.

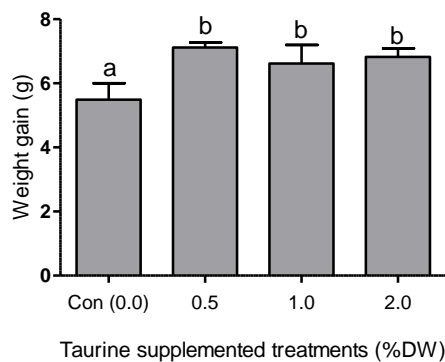


Figura 9. El efecto de las dietas taurinas (control-0, 0.5, 1.0 y 2.0% DW dieta) sobre el aumento de peso promedio (g). Los valores de taurina que tenían letras diferentes fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Dietas de reproductores

- Los peces criados en cautiverio pueden exhibir una disfunción reproductiva que se puede superar con terapias hormonales, la modulación de los parámetros ambientales y el suministro de una dieta de reproductores efectiva (Mylonas et al., 2010), que debe imitar la composición corporal de los reproductores en la naturaleza (Izquierdo et al. , 2001; Rodríguez-Barreto et al., 2014).
- Los resultados mostraron que las gónadas de los reproductores de lisa adultos y silvestres diferían en los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados de los grupos n-3 y n-6.
- Las diferencias fueron particularmente marcadas en EPA en ambos sexos y DHA en machos salvajes en comparación con cohortes cautivos.
- El efecto de reemplazar el aceite de soya (VO) con aceite de pescado (FO) en las dietas de reproductores de lisas aumentó significativamente el porcentaje de incubación de huevos (Fig. 10a).
- Las larvas de los reproductores de FO, independientemente de la exposición a la salinidad, demostraron una inflación del 100% de la vejiga natatoria a 5 dph, donde no hubo inflación de la vejiga nadada en los peces de los reproductores VO, independientemente de la salinidad (Fig. 10b).
- Las lisas silvestres adultas mostraron grandes ovarios maduros y se encontraban en la etapa de ovocitos más avanzada, mientras que las lisas producidos en viveros mostraron signos de una actividad reproductiva reducida.

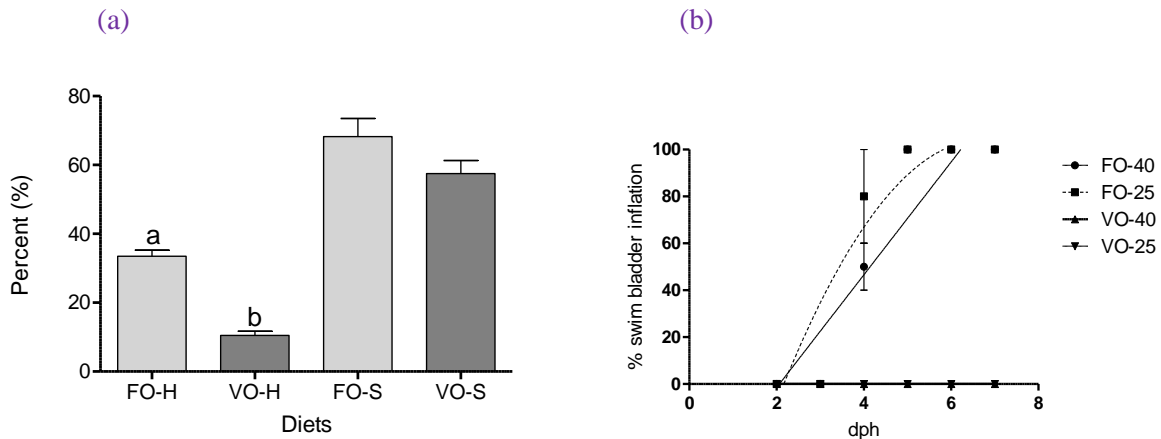


Figura 10 El efecto de las dietas de reproductores FO (aceite de pescado) y VO (aceite vegetal) en (a) porcentaje de eclosión (H) y supervivencia (S) al final del día de eclosión (T0). Los valores porcentuales que tienen letras diferentes fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$). (b) La tasa de aumento de la inflación de vejiga natatoria en larvas de 2-6 dph durante la privación de alimentos en 25 y 40 de agua de mar. Las líneas de regresión de la inflación de la vejiga natatoria en las larvas de FO fueron muy significativamente diferentes ($P < 0.0001$) de las líneas de regresión de las larvas VO pero no significativamente ($P > 0.05$) diferentes entre sí.

Cría larvaria

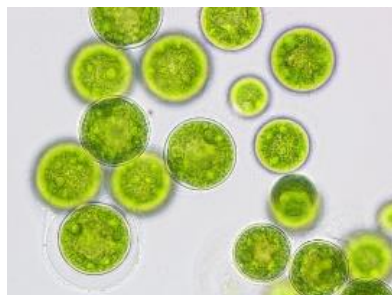


Figura 11 Células de Nannochloropsis

Influencia del tipo algal y su concentración en el rendimiento larvario

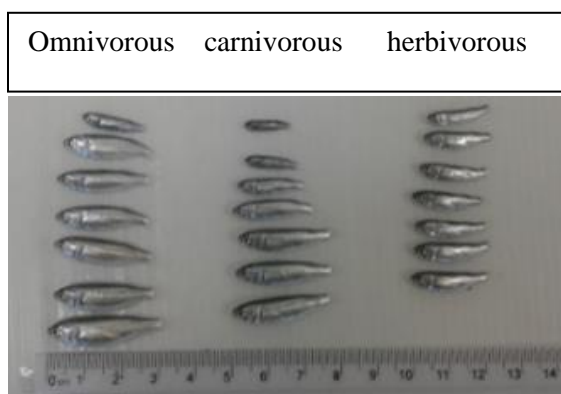
Bill Koven, National Center for Mariculture, Eilat, Israel

- Se probó la influencia del tipo de algas y la turbidez (Tabla 2) en la ingestión de rotíferos de larvas, el rendimiento y la ontogenia de enzimas del tracto digestivo.
- La ingestión de rotíferos con larvas mejora con la turbidez producida por las algas hasta 1.2 NTU.
- Maximizar la alimentación con rotíferos tiene efectos a largo plazo en la supervivencia en larvas y juveniles más viejos.
- Ontogenia de enzimas digestivas de base genética. Pero la composición de la dieta puede influir en la actividad específica de la lipasa y las proteasas alcalinas totales.
- La edad tardía del cambio carnívoro-herbívoro está respaldada por una actividad de amilasa que aumenta constantemente (25-79 dph).
- 61-79 dph de lisa (capacidad de tamaño de los juveniles de lisas que se desplazan a los estuarios) para digerir proteínas y aumentos de almidón. Permite explotar microalgas y macroalgas ricas en almidón, así como organismos bentónicos.
- Durante la cría de larvas se recomienda el uso de algas (Nannochloropsis oculata o Isochrysis galbana) para producir una turbidez de 1.2 NTU en los tanques de cría de lisas. La arcilla blanca que produce la misma turbidez no es tan efectiva como la "ecologización con algas".

Tabla 2 Los tratamientos de microalgas con sus concentraciones (células / ml), designaciones y turbidez (NTU).

Treatments	Designation	Turbidity (NTU)
Control (no microalgae)	Control	0.26 ± 0.01 ^a
Isochrysis galbana A (0.0144 x 10 ⁶ cell/ml)	Iso A	0.77 ± 0.01 ^b
Nannochloropsis oculata A (0.2 x 10 ⁶ cells/ml)	Nanno A	0.75 ± 0.01 ^b
Isochrysis galbana A (0.0288 x 10 ⁶ cell/ml)	Iso B	1.18 ± 0.02 ^c
Nannochloropsis oculata A (0.4 x 10 ⁶ cells/ml)	Nanno B	1.20 ± 0.02 ^c

Destete de lisa Capitán

**Figura 12** Diferencias de tamaño en juveniles de lisas alimentadas con una dieta omnívora, carnívora o herbívora.

- Las larvas de lisas grises son carnívoros estrictos que se alimentan de zooplancton. Después de la metamorfosis, los juveniles cambian gradualmente a una dieta herbívora / omnívora mientras buscan estuarios menos salinos con mayor productividad primaria de micro y macroalgas.
- Los jóvenes lisas fueron destetados de la Artemia viva a una dieta seca y preparada de 24-37 dph.
- Un estudio anterior indicó que el período de destete se solapa con el cambio trófico de carnivoría a omnivoría.
- El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la alimentación de una dieta carnívora, herbívora u omnívora en la lisa juvenil.
- La dieta omnívora se comportó mejor en términos de longitud, peso seco (Fig. 13) y biomasa del tanque.
- La dieta herbívora produjo peces más pequeños (<100 mg) y peces menos grandes (200-400 mg).
- La dieta omnívora y carnívora produjo peces más grandes (300-400 mg).
- Los resultados mostraron que la dieta herbívora retrasa la maduración intestinal.

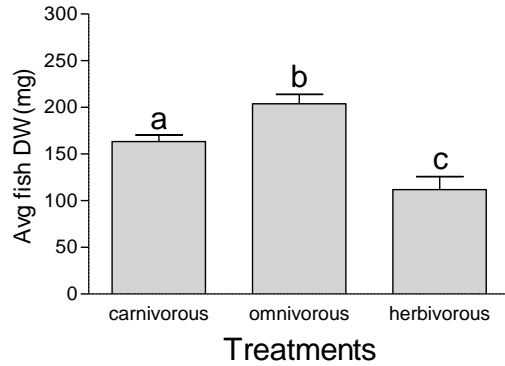


Figura 13 Efecto de las dietas carnívoras, omnívoras y herbívoras sobre el peso seco (DW)

Engorde

Figura 14 Tanques forrados de PVC para engorde de lisas en el IOLR con redes para detener la depredación por aves.



Efecto de diferentes dietas de destete sobre el rendimiento y el estado de salud.

Enric Gisbert, IRTA, Spain

- El objetivo fue evaluar un protocolo de destete de presas vivas a dietas inertes con diferentes niveles de sustitución de harina de pescado (proteína vegetal (PP) 0, PP50 y PP75%) con una mezcla de diferentes fuentes de proteínas vegetales (gluten de maíz, gluten de trigo y concentrado de proteína de soja).
- Los resultados no mostraron un efecto significativo de sustitución de la harina de pescado ($P > 0.05$) durante el destete (días 0-30) y el período de crecimiento temprano (días 30-60) para alevines de lisa (Tabla 3).
- En este ensayo, se ofrecieron alimentos hasta que la saciedad aparente y la palatabilidad no se vieron afectadas negativamente por el nivel de inclusión de PP en las dietas.
- La actividad de las enzimas digestivas pancreática e intestinal no se vio afectada por los niveles de sustitución de FM en las dietas.
- La inclusión de ingredientes de PP no afectó la integridad, la salud ni la funcionalidad intestinal.
- Los resultados mostrados indicaron que las dietas PP50 y PP75 eran 15.5 y 23.6% más baratas que la dieta FM, lo que se debió principalmente a la menor inclusión de harina de pescado de alta calidad (LT 70) en las dietas.

Tabla 3. Peso corporal final húmedo (BW, mg), longitud estándar (SL, mm), factor de condición de Fulton (K), tasa de crecimiento específica en BW (% / día) y supervivencia (%) de crías silvestres de lisa (*Mugil cephalus*) destetados en dietas con diferentes niveles de sustitución de harina de pescado (FM, sin sustitución de harina de pescado; PP50, 50% de sustitución de harina de pescado con fuentes de proteína vegetal; PP75, 75% de sustitución de harina de pescado con fuentes de proteína vegetal). Los datos se presentan para las dos fases distintas en que se dividió el estudio: destete de alevines con las dietas mencionadas anteriormente (días 0-30) y la fase de crecimiento temprano (días 30-60).

Day 30 (end of the weaning)					
	BW (mg)	SL (mm)	K	SGR _{BW} (% day ⁻¹)	S (%)
FM diet	390 ± 15	2.5 ± 0.01	2.64 ± 0.06	1.9 ± 0.1	78.6 ± 5.1
PP50 diet	385 ± 12	2.4 ± 0.02	2.72 ± 0.05	1.8 ± 0.1	73.4 ± 3.1
PP75 diet	375 ± 18	2.4 ± 0.02	2.72 ± 0.05	1.9 ± 0.1	71.1 ± 4.2
Day 60 (end of the trial)					
	BW (mg)	SL (mm)	K	SGR _{BW} (% day ⁻¹)	S (%)
FM diet	707 ± 17	3.2 ± 0.02	2.17 ± 0.05	2.1 ± 0.05	74.6 ± 3.1
PP50 diet	661 ± 10	3.1 ± 0.02	2.18 ± 0.04	1.9 ± 0.07	70.4 ± 4.2
PP75 diet	681 ± 20	3.2 ± 0.02	2.17 ± 0.03	1.8 ± 0.09	69.1 ± 3.1

Crecimiento con dieta específica, bajo diferentes condiciones ambientales y geográficas en israel, grecia y españa

Bill Koven (IOLR, Israel), Yannis Kotzamanis (HCMR, Greece), Rocio Robles (CTAQUA, Spain)

- IOLR sembró lisas F2 (8.23 g) en dos tanques de cemento (19.0 m²) y uno de polipropileno (3.5 m²) en densidades de 55, 29 y 286 peces / m² y alimentación diaria (2% de la biomasa del tanque) alimentación de IOLR (IRIDA) la fórmula del alimento se basa en la fórmula IOLR).
- Los ensayos israelíes, griegos y españoles demostraron que la disminución de la densidad de peces aumentó el peso promedio.
- IOLR encontró que el efecto de alimentar la dieta IRIDA extruida a 4 y 6 peces / m² de peces F2 (aproximadamente 108 g) no mostró diferencias en el aumento de peso húmedo promedio, mientras que IOLR almacena 10 y 12 peces / m² de peces salvajes (aproximadamente 44,8 g) demostraron que los peces de menor densidad crecieron mejor y reflejaron una distribución de tamaño más estrecha (Figs. 8).
- CTAQUA en España (estanques de tierra) demostró un efecto de densidad en el peso final húmedo del pescado. Las SGR para los 0.5 y 1.0 peces / m² fueron 0.83% y 0.73% / d, respectivamente, después de un período de crecimiento de 533 días. Se encontró un mayor porcentaje de peces más pequeños en el tratamiento con 1.0 peces / m² en comparación con 0.5 peces / m², mientras que se encontró un mayor porcentaje de peces más grandes en el tratamiento con 0.5 peces / m² en comparación con 1.0 peces / m².
- La FCR se mejoró con la dieta IRIDA extruida (3.0), que reemplazó la harina de ave con harina de pescado en la dieta, en comparación con la dieta granulada de IOLR (3.5).
- HCMR en Grecia que probó el efecto de densidad de la cría de alevines silvestres a 4 y 6 peces / m² (ca 21 g) no encontró diferencias significativas entre los tratamientos en la supervivencia, el rendimiento del crecimiento y la distribución por tamaño, lo que coincidió en gran medida con el ensayo IOLR que utilizó las mismas densidades. Sin embargo, los peces griegos exhibieron solo una ganancia de 30 g / pescado durante el período de alimentación de 14 meses.

- El efecto de densidad de la supresión del crecimiento aumenta la FCR y es un obstáculo importante para el monocultivo exitoso de esta especie (Fig. 16).
- El alimento extruido parece ser superior al alimento granulado, pero se necesita más investigación para mejorar el FCR y el rendimiento de crecimiento de la actual dieta de lisas, mientras que las alimentaciones diarias múltiples pueden aumentar el rendimiento y reducir la distribución de grandes tamaños.



Figura 15 La participación de Grecia, España e Israel en las pruebas de crecimiento de densidad en función de las instalaciones de cultivo y la ubicación geográfica; pesaje de lisas en Grecia, captura de lisas en España y el uso de tanques de cemento en Israel.

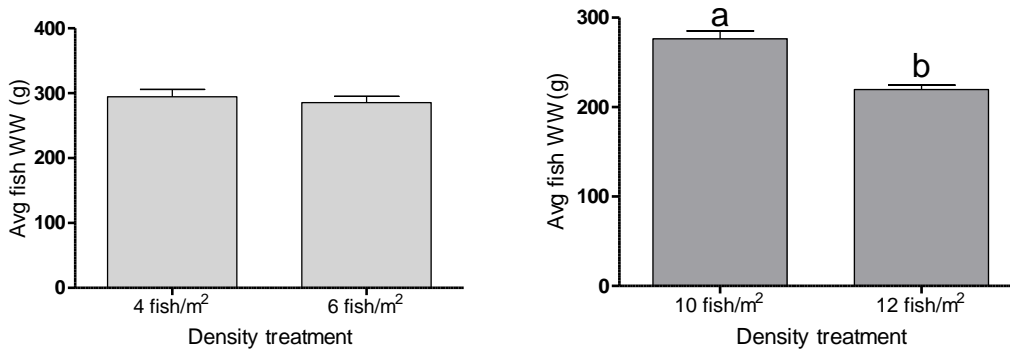


Figura 16. El efecto de los tratamientos de siembra israelíes (a) 4 y 6 peces / m² y (b) 10 y 12 peces / m² sobre el peso promedio de los peces. N = 86, 58 de los 4 y 6 tratamientos de peces / m², respectivamente y N = 177, 200 de los tratamientos de 10 y 12 peces / m², respectivamente. Los valores promedio de peso húmedo (PW) de los peces con letras diferentes fueron significativamente diferentes (P <0.05).

Mercado, Percepción del consumidor, nuevos productos y modelo de negocio

Gemma Tacken, Wageningen University and Research, The Netherlands

La investigación socioeconómica en DIVERSIFY incluye aclaraciones del enfoque de desarrollo de mercado aplicado sobre la percepción de los productos de la acuicultura, evaluación de la demanda del mercado, preferencias del consumidor, desarrollo de nuevos productos (Fig. 17), valor agregado y desarrollo del mercado. Los estudios se han llevado a cabo en los cinco mercados pesqueros más grandes de Europa: Francia, Alemania, Italia, España y el Reino Unido.

Análisis de mercado

Machiel Reinders, Wageningen University and Research, The Netherlands

- El análisis de mercado demostró que los compradores (es decir, los minoristas) en los cinco países encuentran muy difícil posicionar las 6 nuevas especies (por ejemplo, lisas) en relación con las especies actuales en el mercado.
- Las especies como la lisa son desconocidas como productos de la acuicultura, así como las capturas silvestres.
- Los compradores están abiertos a recibir nuevas especies en las siguientes condiciones:
 - o El producto debe ser cultivado de forma sostenible,
 - o El producto debe estar disponible como un producto fresco (sur de Europa) y como un producto congelado (especialmente Alemania),
 - o El producto debe ser fácil de preparar y / o listo para comer y
 - o El producto debe tener un precio competitivo.

Desarrollo de nuevos productos

Marija Banovic, MAPP Centre, Department of Management, Aarhus University, Denmark; Rocio Robles, CTAQUA, España.

- La creación conjunta con los consumidores identificó las ideas de productos más prometedoras para los nuevos productos de pescado por país investigado.
- También se han identificado recomendaciones para el desarrollo de nuevos productos de especies de peces seleccionadas, los impulsores más importantes y las barreras para la elección de las nuevas ideas de productos.

Caracterización sensorial de nuevas especies de peces y aceptación por parte del consumidor del desarrollo de nuevos productos.

Luis Guerrero, IRTA, Spain; Rocio Robles, CTAQUA, Spain

- Las nuevas especies de peces deben introducirse adecuadamente para crear una diversificación en el mercado actual.
- Se examinaron los parámetros sensoriales, de composición, de textura instrumental y las propiedades somáticas de DIVERSIFY cinco especies de peces emergentes con fines de caracterización.
- En cuanto a los parámetros de composición, el contenido de grasa fue uno de los aspectos discriminatorios más relevantes entre las especies, mientras que la dureza fue una de las más diferenciadoras cuando se trató con textura.
- Se describió una mayor cantidad de seriola con sabor amargo, la lucioperca se asoció con un sabor terroso y la lisa se caracterizó por un sabor amargo. La firmeza sensorial era claramente distintiva para el cherne, mientras que la corvina está relacionado con la textura jugosa.
- Las especies en este estudio exhibieron una amplia gama de características físico-químicas y sensoriales que muestran su potencial para ser explotadas aún más al diseñar nuevos productos.

- En una prueba de aceptación del consumidor, se demostró la influencia de tener la información del producto por adelantado en el grado de aceptación del consumidor (Fig.18).
- En el caso de Italia, el filete de lisa conservado en aceite de oliva y el filete ahumado de lisa mostraron un patrón de aceptación diferente.
- El pescado en aceite de oliva cumple con las expectativas del consumidor, ya que es un método de conservación bien conocido para el pescado. El pescado ahumado mejoró las expectativas del consumidor.



Figura 18. Ejemplo de la elaboración de algunos de los productos. a) Filetes de lisa en una mezcla de salazón antes de ahumarlos; b) Filetes de lisas en bandejas de ahumado; c) Ollas de vidrio con piezas limpias y homogéneas de filetes de lisa; d) Llenado de envases de vidrio con aceite de oliva; e) Botellas con filete de lisa y aceite de oliva listos para cocinar.

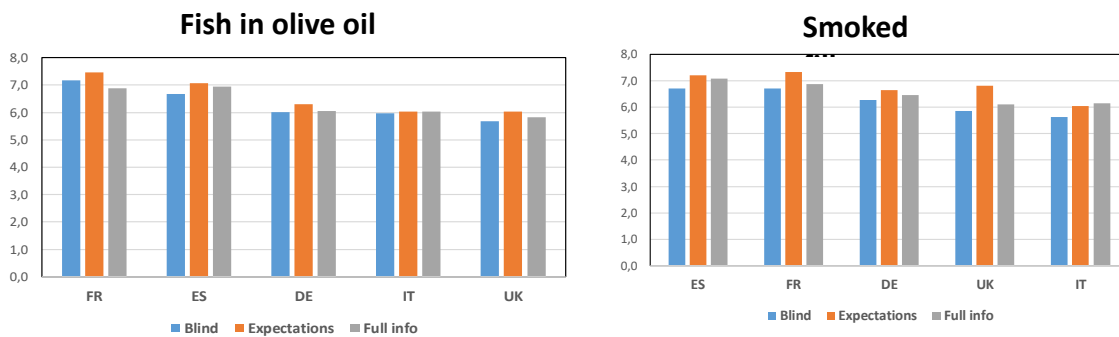


Figura 18. Resultados de las pruebas de aceptación de los consumidores de nuevos productos de lisa elaborados en 5 países europeos. Los consumidores no fueron informados sobre el producto (barra azul), luego, al conocer el producto que se iba a probar, se les preguntó sobre sus expectativas una vez informados sobre los productos (barra naranja) y finalmente tuvieron la información completa antes de probar el producto (barra gris). En Italia, el pescado en aceite de oliva cumplió con las expectativas (gráfico de la izquierda); el filete ahumado tuvo una mayor aceptación cuando los consumidores tenían información completa del producto.

Referencias

- Crosetti, D., 2015. Current State of Grey Mullet Fisheries and Culture. *Biology, Ecology and Culture of Grey Mulletts (Mugilidae)*, 398–450.
- Fang, Y.Z., Yang, S., Wu, G. 2002. Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition* 8, 872–879.
- Izquierdo, M and Koven, W. 2011. Lipids. In: *Larval Fish Nutrition*. pp. 47-82, G.J. Holt (ed). Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons, Inc. U.K. 435pp.
- Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H., and Tacon, A.G.J. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture* 197, 25-42.
- Koven, W., Van Anholt, R., Lutzky, S., Ben Atia, I., Nixon, O., Ron, B., Tandler, A. 2003. The effect of dietary arachidonic acid on growth, survival, and cortisol levels in different-age gilthead sea bream larvae (*Sparus aurata*) exposed to handling or daily salinity change. *Aquaculture* 228, 307-320.
- Milstein, A., Alkon, A., Avnimelech, Y., Kochba, M., Hulata, G., Schroeder, G. 1991. Effects of manuring rate on ecology and fish performance in polyculture ponds. *Aquaculture* 96, 119-138
- Mylonas, C.C., Fostier, A. and Zanuy, S. 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165, 516-534.
- Nash, C.E., Koningsberg, R.M., 1981. Artificial propagation. In: Oren, O.H. (ed.), *Aquaculture of Grey Mulletts*, Cambridge University Press, pp. 265-312.
- Omura, Y., Inagaki, M. 2000. Immunocytochemical localization of taurine in the fish retina under light and dark adaptations. *Amino Acids* 19, 593–604.
- Oren, O.H. 1981. *Aquaculture of Grey Mulletts*, Cambridge University Press, 506 pp.
- Pillay, T.V.R. 1993. *Aquaculture. Principles and Practices*. Fishing News Books, Oxford, UK, 575 pp.
- Rodríguez-Barreto, D., Jerez, S., Cejas, J.R., Martín, M., Acosta, N.G., Bolaños, A. and Lorenzo, A. 2014. Ovary and egg fatty acid composition of greater amberjack broodstock (*Seriola dumerili*) fed different dietary fatty acids profiles. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.* 116, 584-595
- Soliman, N., Yacout, D. 2016. *Aquaculture in Egypt: status, constraints and potentials*. *Aquaculture International* 24,
- Tocher, D. R. 2010. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. *Aquaculture Research*, 41: 717-732.
- Wu, F.-C., Ting, Y.-Y., Chen, H.Y. 2002. Docosahexaenoic acid is superior to eicosapentaenoic acid as the essential fatty acid for growth of grouper, *Epinephelus malabaricus*. *J. Nutr.* 132, 72–79.
- Zouiten, D., Khemis, I. Ben, Besbes, R., Cahu, C. 2008. Ontogeny of the digestive tract of thick lipped grey mullet (*Chelon labrosus*) larvae reared in “mesocosms.” *Aquaculture* 279, 166–172.

Directora de disseminación: Dr Rocio Robles, CT AQUA, r.robles@ctaqua.es

Coordinador del proyecto: Dr Constantinos C Mylonas, HCMR, mylonas@hcmr.gr



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



Este proyecto de 5 años (2013-2018) ha recibido fondos del Séptimo Programa Marco de la Unión Europea para investigación, desarrollo tecnológico y demostración (KBBE-2013-07, etapa única, GA 603121, DIVERSIFY). El consorcio incluye a 38 socios de 12 países europeos, entre ellos 9 pymes, 2 grandes empresas, 5 asociaciones profesionales y 1 ONG de consumidores, y está coordinado por el Centro Helénico de Investigación Marina de Grecia. Se puede obtener más información en el sitio del proyecto en "www.diversifyfish.eu".