

CIMA | CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS.
CONSELLERÍA DO MEDIO RURAL E DO MAR
Memoria 2012



ÍNDICE

EL CENTRO	1 Presentación
	2 Estructura y funciones
	3 Personal
	4 Servicios
INVESTIGACIÓN	5 Acuicultura
	Proxecto Iberomare: Centro Multipolar de Valorizaçao de Recursos e Resíduos Marinhos.
	Caracterización de la calidad del pescado de crianza.
	Subproyecto: Caracterización de la calidad del pescado de crianza.
	Nutrición y alimentación de paralarvas y subadultos del pulpo de roca (<i>Octopus vulgaris</i>).
	Desarrollo de Sistemas de Cultivos Multitróficos Integrados (AMTI) en una planta de cultivo de peces aplicables a la acuicultura galega.
	Optimización del cultivo intensivo de la almeja e identificación de marcadores genéticos para el seguimiento de las repoblaciones.
	Cultivo en criadero, preengorde en batea y análisis de la diversidad genética de la coquina <i>Donax trunculus</i> en Galicia.
	Optimización del cultivo y manejo del erizo de mar.
	Desenvolvimento do cultivo e avaliación da diversidade xenética da ameixa rubia <i>Venerupis rhomboides</i> en Galicia.
	6 Patología
	Establishing the scientific bases and technical procedures and standards to recover the European flat oyster production through strategies to tackle the main constraint, bonamiosis.
	Caracterización de la situación sanitaria del litoral español relativa a la infección por virus herpes en moluscos bivalvos y evaluación del impacto de la enfermedad.
	Perkinsosis de la almeja: expresión proteínica en los hemocitos y plasma del hospedador y en el parásito durante su interacción.

Identificación de marcadores proteicos como indicadores de contaminación ambiental en la almeja fina (*Ruditapes decussatus*) y en el berberecho (*Cerastoderma edule*).
Estudio de la alteración patológica denominada “granulomatosis” que afecta a los berberechos de Galicia.

- 7 Procesos oceanográficos costeros
Las biotoxinas marinas en las zonas de cultivo de mejillón, con especial atención a las toxinas emergentes: presencia en el mejillón y en el sedimento, desarrollo de métodos de detección y evaluación de la utilidad del sedimento para el análisis de riesgo.
- 8 Recursos marinos
Repoblación de especies marinas de interés comercial. Subproyecto I.– Repoblación de especies de interés comercial en la costa gallega.
Evaluación del crecimiento estacional y anual de navaja (*Ensis arcuatus*) y longueirón (*Ensis siliqua*) y longueirón vello (*Solen marginatus*) en los diferentes ambientes productivos de Galicia. Seguimiento de estado reproductivo-gametogénico de estas especies.
Análisis preliminar de la problemática de disminución de la producción de almeja rubia (*Venerupis rhomboides*) en la Ría de Vigo.

DIVULGACIÓN

- 9 Artículos en revistas SCI
- 10 Artículos en revistas no SCI
- 11 Libros
- 12 Ponencias y paneles
- 13 Edición de publicaciones

ASESORAMIENTO

- 14 Informes
- 15 Reuniones
- 16 Otros
 - 16.1. Asesoramiento. Otros
 - 16.2. Patentes
 - 16.3. Revisión de Artículos en Publicaciones Científicas

FORMACIÓN

- 17 Tesis de doctoramiento
 - 17.1. Dirección/Tutorización de tesis
 - 17.2. Participación en Tribunales de tesis
 - 18 Cursos
 - 18.1. Cursos impartidos
 - 18.2. Asistencia a cursos
 - 19 Seminarios y talleres
 - 20 Estancias
-

	20.1. Estancias del personal del CIMA en otros centros
	20.2. Estancias en el CIMA
	20.3. Estudiantes en prácticas
	20.4. TFM: Máster interuniversitario gallego de
acuicultura	20.5. Becarios FP 2º grado
CUENTAS	
	21 Gastos
	22 Fuentes de financiación

Durante 2012 el Centro de Investigacións Mariñas (CIMA) continuó su labor de investigación científica y tecnológica en temas marinos, un trabajo cuyos resultados se muestran en la presente memoria anual de actividades.

El CIMA depende de la Consellería do Medio Rural e do Mar, está constituido por el Centro de Investigacións Mariñas de Corón, en Vilanova de Arousa (Pontevedra), y el Centro de Cultivos Mariños de Ribadeo (Lugo). La función básica de estos centros es el desarrollo de investigaciones encaminadas a conseguir una gestión racional y eficiente de los recursos marinos renovables en el ámbito geográfico de competencia de la Administración de Galicia.

El CIMA actúa como organismo asesor de la administración pesquera gallega en las cuestiones de su competencia que demandan los diferentes sectores productivos a través de las direcciones generales y oficinas territoriales de la Consellería do Medio Rural e do Mar. También, mediante becas, se ocupa de la formación de nuevos investigadores (con tutorías y dirección de tesis doctorales) y de técnicos de laboratorio. La difusión de la investigación se realiza a través de la asistencia y participación en reuniones científicas de diverso carácter (congresos, seminarios, foros, workshops, etc.) y en numerosas publicaciones científicas de diferentes ámbitos.

Esta es la memoria anual número 14 de la serie que comenzó a publicarse en el año 1999. Este año la estructura o formato de la memoria cambió con respecto a la de los años anteriores, para adaptarse a la Orden del 20 de mayo de 2008 por la que se establecen los modelos a los que deberán adaptarse las memorias que editen los distintos departamentos de la Xunta de Galicia, organismos autónomos, agencias, fundaciones, entidades y empresas en que tiene participación mayoritaria la Xunta de Galicia.

El contenido de la memoria sigue manteniendo básicamente los mismos apartados que las memorias previas, por ser la manera más fácil de presentar y resumir la actividad llevada a cabo por los investigadores y técnicos de estos centros de trabajo.

La actividad científica del CIMA se reparte en cuatro áreas:

Área de Recursos Marinos

El objetivo es conocer la biología, ecología y dinámica de población de las especies marinas con interés comercial para mejorar la gestión sostenible de los recursos marinos vivos.

Área de Acuicultura

Su objetivo es desarrollar y mejorar los procedimientos de cultivo de las especies marinas consideradas de interés comercial. El ámbito de investigación abarca dos grandes líneas: cultivo de moluscos y cultivo de peces.

Área de Patología

El objetivo es estudiar las alteraciones patológicas que afectan a los moluscos bivalvos con interés comercial, para establecer estrategias eficaces de lucha que permitan minimizar los efectos patogénicos.

Área de Procesos Oceanográficos Costeros.

El objetivo del área es el conocimiento de los aspectos de la oceanografía relacionados con la producción de los recursos pesqueros y marisqueros de Galicia. Las líneas de investigación se relacionan principalmente con los episodios de toxicidad originados por el fitoplancton.

Director: Guerra Díaz, Alejandro
director.cima@cimacoron.org

Gerente: Barreiro Piñeiro, José
xerencia@cimacoron.org

Centro de Investigacións Mariñas de Vilanova de Arousa

Investigadores/as

Dr. Blanco Pérez, Juan Carlos
juan.blanco@cimacoron.org
Dra. Cao Hermida, Asunción¹
asun@cimacoron.org
Dra. Carballal Durán, M^a Jesús
maria.carballal@cimacoron.org
D. Cerviño Eiroa, Antonio
cervi@cimacoron.org
D. de Coa Martín, Alberto
decoa@cimacoron.org
Dr. Fuentes González, José Miguel
jfuen@cimacoron.org
D. García Fernández, Antonio
anton@cimacoron.org
Dr. Guerrero Valero, Salvador
salvadorg@cimacoron.org
Dr. Iglesias Estepa, David¹
iglesias.david@cimacoron.org
Dña. Linares Cuerpo, Fátima
flinares@cimacoron.org
Dra. López Gómez, M^a del Carmen
clopez@cimacoron.org
Dr. Montes Pérez, Jaime
montes@cimacoron.org
D. No Couto, Edgar
no.edgar@cimacoron.org
Dña. Outón Caamaño, M^a José
mjouton@cimacoron.org

Dña. Pérez Acosta, Carmen
cpacosta@cimacoron.org
Dña. Ramilo Álvarez, Andrea*
ramilo.andrea@cimacoron.org
D. Santos Piñeiro, Ignacio
isantos@cimacoron.org
Dr. Villalba García, Antonio
villalba@cimacoron.org

Investigadores/as contratados/as en prácticas

D. Fernández Boo, Sergio
Dña. Martín Morales, Eva
Dña. Ruíz Pérez, Maite

Becaria titulada superior

Dña. Rodríguez de la Ballina, Nuria

Analistas de laboratorio

Dña. Buceta Barros, Ana Isabel*
Dña. Busto Loureiro, Beatriz*
D. Fariña Iglesias, Juan Antonio
D. Fernández Abuín, Isidro*
Dña. Fernández Besada, Mercedes
D. Giráldez Rivero, Ramón
Dña. Gregorio Chenlo, M^a Victoria
Dña. Mariño Cadarso, M^a Carmen
Dña. Martín Sánchez, Helena
Dña. Martínez Verde, Gemma

Dña. Miranda Bamio, Mercedes
Dña. Otero Otero, María*
Dña. Paz Márquez, Marta
Dña. Pazos Sieira, Gema*
D. Rodríguez Rodríguez, Ángel Manuel*

Auxiliares de laboratorio

Dña. Campaña Ferro, Emilia
Dña. Cores González, M^a José
Dña. Meléndez Ramos, Isabel
Dña. Penas Pampín, Elena

Becarios/as de FP 2º grado

Dña. Alves Garaña, Raquel
Dña. García Alves, Lara
Dña. González Cid, Ana Isabel
Dña. González García, M^a del Mar
Dña. Pérez González, Lourdes
Dña. Rodríguez Tamargo, Paula
Dña. Vilar Fernández, Dolores

Encargado de mantenimiento

D. López Ares, Hermes
mantemento@cimacoron.org

Jefe de negociado administrativo

D. García Paz, Gonzalo
gonzalo@cimacoron.org

Centro de Cultivos Mariños. Ribadeo

Responsable de planta

Dra. Martínez Patiño, Dorotea
mptea@cimacoron.org

Investigadores/as

Dra. Cerviño Otero, Ana*
anacervi@cimacoron.org
Dña. Fernández Álvarez, Aurora
auroraf@cimacoron.org
Dña. Louzán Pérez, Andrea*
andrealp@cimacoron.org
Dra. Nóvoa Vázquez, Susana
snovoa@cimacoron.org
Dña. Ojea Martínez, Justa
justaom@cimacoron.org

Sistemas de información

D. Carballal Fortes, Félix Manuel
informática.cima@cimacoron.org
D. Miguéns Ramos, Juan Luis
informática.cima@cimacoron.org

Biblioteca

Dña. Álvarez Francisco, M^a Esther
biblioteca.cima@cimacoron.org
Dña. Mouriz Pantín, Rosa M^a

Auxiliares administrativos

D. Lago Torrado, José
jlago@cimacoron.org
D. Álvarez Araujo, Pedro Pablo
alvarez.pedro@cimacoron.org

Subalternos-ordenanzas

D. Agra Carregal, Luís Manel
D. Cubiella Granda, Rubén
D. Martínez Crespo, José Manuel
D. Rey Corredoira, Paulino

Limpiadores/as

Dña. Diz Boga, M^a Isabel
D. García Gamallo, Luis

Investigadores/as contratados en prácticas

D. Aranda Burgos, José Andrés
aranda.jose@cimacoron.org
Dña. Fernández Pardo, Alejandra
fernandez.alejandra@cimacoron.org

Analistas de laboratorio

D. Álvarez Llamas, Luís Manuel
Dña. Bouzamayor Yáñez, M^a Victoria

Auxiliares de laboratorio

Dña. Cotarelo Jardón, M^a José
D. Páez Pérez, Francisco Javier
Dña. Ruíz Misioné, Mercedes

Becarios/as de FP 2º grado

D. Piñeiro Bellas, Jesús
Dña. Pol Martínez, Encarnación
Dña. Santomé Santos, M^a Rocío

Oficial 1º de mantenimiento

D. Fernández Escudero, Antonio

Oficial administrativa

Dña. Neira Páez, Concepción
conchitanp@cimacoron.org

Administrativa

Dña. Cruzado Estévez, Ana
cruzado.ana@cimacoron.org

Subalterna

Dña. Loureiro Rodríguez, Mercedes

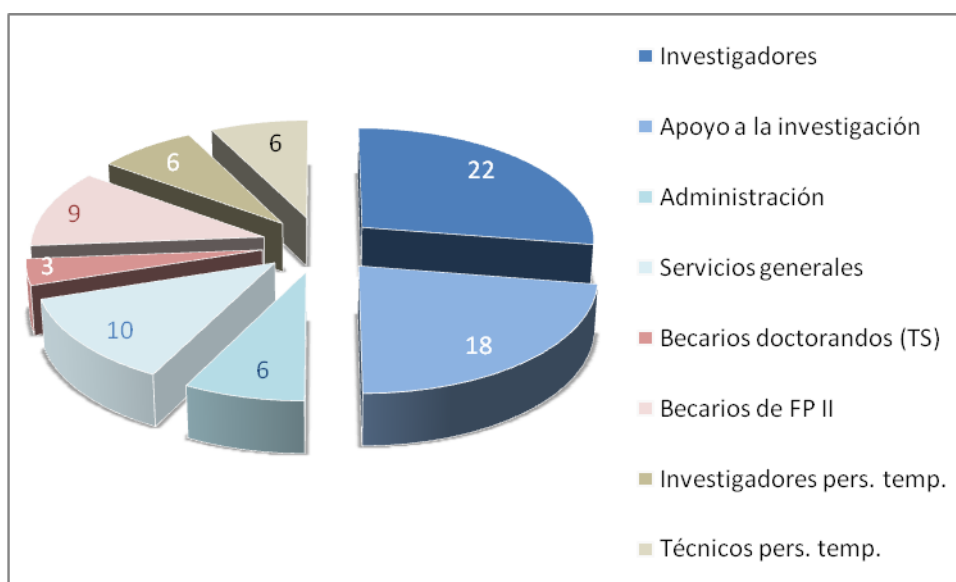
Limpiadora

Dña. Fernández Goás, Carmen

* Personal laboral temporal vinculado a
proyectos de investigación

Distribución del personal del CIMA por centros de trabajo

PERSONAL		CORON	RIBADEO	TOTAL
DE PLANTILLA	Investigadores	18	4	22
	Apoyo a la investigación	13	5	18
	Administración	4	2	6
	Servicios generales	7	3	10
EN FORMACIÓN	Becarios doctorandos (TS)	1	2	3
	Becarios de FP II	6	3	9
PERSONAL TEMPORAL EN PROYECTOS	Investigadores pers. temp.	4	2	6
	Técnicos pers. temp.	6	0	6



Biblioteca

El fondo bibliográfico está compuesto por más de 1500 volúmenes y 160 publicaciones periódicas de las que 57 se reciben actualmente.

Sala de lectura. El acceso es público pero de carácter restringido (presta servicio a usuarios internos y a usuarios externos autorizados).

Horario de lunes a viernes: 9 a 14 horas.

Salón de conferencias

Con capacidad para 84 personas. El acceso es público pero de carácter restringido (presta servicio a usuarios internos y a usuarios externos autorizados).

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**TÍTULO:**

Proyecto Iberomare: Centro Multipolar de Valorização de Recursos e Resíduos Marinhos.

INICIO: 2009

FINALIZACIÓN: 2012

ENTIDAD FINANCIADORA:

FEDER. Programa de Cooperación Transfronteriza España-Portugal 2007-2013

RESUMEN

Tras la realización de los experimentos de preengorde y engorde de lenguado en los que se probaron dietas basadas en un alto porcentaje (78%) de sustitución de harina de pescado por proteínas vegetales fabricadas por Sparos Lda., con un contenido proteico de 57% y dos niveles de lípidos: 9 (PP-9) y 18% (PP-18), se demostró que los peces alimentados con PP-9 presentan un mejor crecimiento que con PP-18 y similar a los alimentados con la dieta comercial (Skretting).

Asimismo, se comprobó que en las dos fases de crecimiento del lenguado, con las dietas señaladas, los niveles de lípidos del músculo de los peces alimentados con la dieta comercial son significativamente más altos (3% peso fresco) que en los alimentados con dietas vegetales (1-2%) existiendo diferencias significativas en la deposición lipídica en músculo entre la dieta

EQUIPO**INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

IGAFA: Rodríguez Villanueva, J.L.

INVESTIGADORA:

CIMA: Linares Cuerpo, F.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

CIMA: Cores González, M.J.; Paz Márquez, M.

IGAFA: Otero, M.

comercial y la de bajo nivel lipídico (PP-9). Por el contrario, el nivel de lípidos del hígado se incrementó significativamente cuando se utilizaron dietas vegetales, siendo más altos que con la dieta comercial llegando a obtenerse valores del 22% (peso fresco) de lípidos en la fase de engorde.

Durante el año 2012 se completaron los análisis en la fase de engorde en los diferentes tejidos (músculo, hígado, piel e intestino). En lo referente al contenido de ácidos grasos en las dos fases de crecimiento testadas, el principal grupo depositado en el músculo fueron los poliinsaturados (PUFA) que representaron entre el 44-46% del total seguidos por los saturados (27-30%) y los monoinsaturados (MUFA) entre el 24-27%. Existen diferencias significativas en el porcentaje de los grupos de ácidos grasos en los tejidos de los ejemplares alimentados con las diferentes dietas. Así, el contenido de MUFAs supone el 27% del total de ácidos

grasos en las dietas vegetales frente al 23% del control y el contenido de PUFAs es ligeramente más alto en las dietas de alto contenido lipídico (46%). En el hígado, el contenido de MUFA es muy alto (30-40% del total de ácidos grasos) en los peces alimentados con dietas vegetales debido especialmente al contenido de ácido oleico.

En lo que a los PUFA se refiere, los resultados obtenidos en ambas fases de crecimiento nos muestran que el contenido de ácido eicosapentaenoico (EPA) presenta los valores más altos en los tejidos de los peces alimentados con la dieta control respecto a los que son alimentados con dietas vegetales. La tasa DHA/EPA en las dos fases de crecimiento es más alta (5-6) en el músculo de los ejemplares alimentados con dietas vegetales que en el de los alimentados con la dieta control (2). No hay diferencias en el nivel de PUFAW3 en el músculo de los juveniles con las dietas probadas variando entre el 29-35% del total de ácidos grasos. En la fase de engorde aunque el nivel de PUFA es más alto con la dieta control debido a los altos niveles de EPA, sin embargo no existen diferencias en los niveles de DHA en los ejemplares alimentados con las diferentes dietas. Los PUFAW6 presentan valores más altos porcentualmente en todos los tejidos analizados cuando los ejemplares son alimentados con dietas vegetales.

Los análisis sensoriales realizados mostraron que los peces de todos los tratamientos presentaban similares características de textura, olor y sabor.

Se confirma que en el engorde de lenguado senegalés, utilizando dietas de bajo contenido graso, es factible la utilización de fuentes proteicas vegetales como sustitución de las harinas de pescado, obteniéndose buenos resultados de crecimiento y calidad organoléptica. Sin embargo, el impacto del incremento de la deposición lipídica en el hígado inducido por

las fuentes vegetales debe ser objeto de posteriores estudios.

En el año 2012 se llevó a cabo un experimento de sustitución en la fase de preengorde del lenguado de la proteína vegetal con dos macroalgas: *Ulva* y *Undaria* utilizando como dieta control un pienso con un porcentaje del 78% de proteína vegetal. El experimento se realizó por triplicado en 9 tanques (3 tanques/dieta) en sistema de recirculación con 77 ejemplares por tanque con un peso medio inicial de $22,75 \pm 0,11$ que duró cinco meses. Los pesos finales de los ejemplares fueron de $59,51 \pm 2,84$, $61,97 \pm 1,45$ y $61,12 \pm 2,89$ gramos con la dieta control y con las de sustitución con *Ulva* y *Undaria* respectivamente, no existiendo diferencias significativas en el crecimiento de los ejemplares con las tres dietas probadas.

En cuanto a la composición bioquímica, los niveles de lípidos y proteínas totales alcanzados en el músculo de los ejemplares alimentados con las tres dietas no presentan diferencias significativas al finalizar el experimento suponiendo los lípidos el 2% y las proteínas el 17-18% del peso fresco. En lo referente a ácidos grasos el % de PUFA W6 sobre el total de ácidos grasos es ligeramente más alto (11-12%) con la dieta control y con *Undaria* frente al 10% obtenido con la dieta con *Ulva*. En el hígado se obtienen valores de lípidos más altos (8%) en los ejemplares alimentados con la dieta control frente a los valores obtenidos cuando se utilizan las dietas con macroalgas (6-7%) y en proteínas se obtienen valores más elevados con la dieta control (13%) frente al 9% con las dietas con macroalgas. El porcentaje de PUFAW3 es ligeramente más alto en el hígado de los ejemplares alimentados con la dieta control y con *Undaria* (30% del total) frente a los alimentados con la dieta con *Ulva*.

Los primeros resultados de la alimentación de lenguado senegalés con dietas alternativas en que se sustituyen

ingredientes vegetales por macroalgas (*Ulva* y *Undaria*) indican que a nivel de crecimiento, composición bioquímica y análisis sensorial no existen diferencias significativas en los diferentes tejidos analizados con los ejemplares alimentados con la dieta control.

No obstante y dado que el experimento se realizó en la fase de preengorde del lenguado sería conveniente para obtener resultados fehacientes realizar experimentos con estas dietas en la fase de engorde y hasta que los peces alcanzaran la talla comercial.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Caracterización de la calidad del pescado de crianza.

Subproyecto: Caracterización de la calidad del pescado de crianza.

INICIO: enero, 2008

FINALIZACIÓN: junio, 2012

ENTIDAD FINANCIADORA:

Plan Nacional de Cultivos Marinos.

JACUMAR. Convenio entre la CPAM y el IEO-Vigo

EQUIPO

INVESTIGADOR PRINCIPAL:

IEO-Vigo: Peleteiro Alonso, J.B.

Proyecto coordinado por la CA de Andalucía

INVESTIGADORES/AS:

CIMA: Linares Cuerpo, F.

IGAFA: Rodríguez Villanueva, J.L.

IEO-Vigo: Álvarez-Blázquez, B.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

CIMA: Cores González, M.J.; Paz Márquez, M.; Pazos Sieira, G.

IEO-Vigo: Gómez Ceruelo, C.; Lago Rouco, M.J.; Pérez Rial, E.

RESUMEN

A mediados de 2010, y ya que algunas de las actividades previstas en el proyecto no se habían concluido, se presentó la solicitud de una prórroga de seis meses sin dotación económica. Esta prórroga fue aprobada con fecha 30 de noviembre de 2011. La Comunidad Autónoma de Galicia ha cumplido con todos los objetivos propuestos a lo largo del proyecto, aunque se consideró interesante completar los datos de crecimiento de besugo en jaulas. Por otra parte no fue posible concluir las actividades de la CA de Cantabria ante la imposibilidad de conseguir rodaballos salvajes para terminar la actividad nº4 y dado que en Galicia existían mayores posibilidades de obtener rodaballos salvajes, se asumió esa actividad. Esta tarea se continuó a lo largo de la prórroga en el 2012. En función de estos cambios, las actividades realizadas en el Subproyecto de la Comunidad Autónoma de Galicia durante la prórroga concedida para el año 2012 fueron las siguientes:

1. Análisis sensorial con un panel de consumidores.

Las propiedades sensoriales constituyen un elemento clave en el proceso de elección y consumo de un alimento por parte de los

consumidores (Guerrero, 2003). Con el fin de poder valorar el efecto del origen del pescado (extractivo o crianza) y de otros aspectos en los que previamente, mediante el análisis sensorial descriptivo con catadores entrenados, se hayan detectado diferencias sensoriales apreciables, se efectuó un estudio de aceptabilidad para cada una de las especies objeto del estudio.

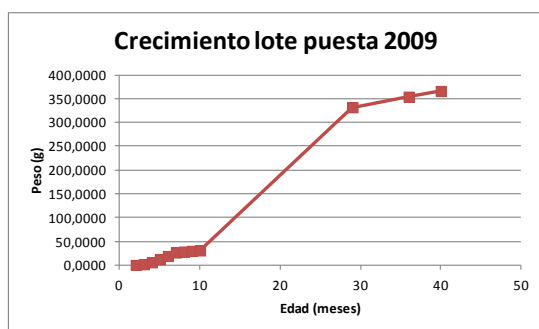
Resultados:

Se completó esta actividad en la parte correspondiente a las pruebas sensoriales del rodaballo (Comunidad de Cantabria). Dado que no fue posible conseguir los ejemplares necesarios de rodaballo en el Cantábrico, se enviaron rodaballos desde Galicia, con los que en principio se realizaron los ensayos de entrenamiento, pero no hubo posibilidad de continuar con las otras dos catas, debido a la entrada de temporales que dificultaron la pesca. Esta actividad se retomó a lo largo del primer semestre del año 2012.

La principal dificultad para completar esta actividad fue conseguir cantidades suficientes de pescado fresco para enviar a los tres centros en donde se realizaban los

análisis sensoriales. Para ello fue preciso esperar a que se iniciara la temporada de pesca de rodaballo en Galicia que es estacional.

En función de esto, en el mes de febrero y ante la posibilidad de disponer de pescado salvaje suficiente, se realizaron tres envíos de 12 rodaballos, cuatro a cada uno de los tres paneles de expertos correspondientes a las comunidades de Canarias, Murcia y Cataluña en las siguientes fechas: 14/02/2012, 21/02/2012 y 28/02/2012. Esta actividad finalmente se llevó a cabo con éxito y se pudo completar la ronda de análisis sensoriales de las cuatro especies.



2. Evolución de los cambios producidos al utilizar fuentes alternativas en la elaboración de los piensos.

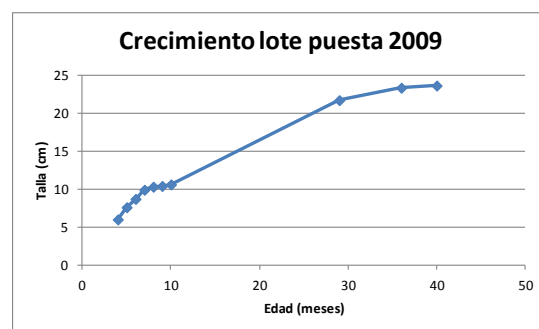
Esta actividad se comenzó en octubre del año 2009 debido fundamentalmente al ritmo de crecimiento de esta especie, que necesita dos años como mínimo para alcanzar el tamaño comercial. Aprovechando la oportunidad que nos brindaba la prórroga, esta actividad se prolongó hasta los 40 meses, en que se alcanzó un tamaño próximo a los 400 gr.

Para realizar esta actividad, se utilizaron jaulas rectangulares de 4x4 m de lado y 8 m de profundidad, propiedad de la Consellería

do Medio Rural e do Mar (Xunta de Galicia). Las pruebas se hicieron por triplicado alimentando los peces con dos tipos de pienso: PP y FM, ambos elaborados para este experimento por la empresa Sparos S.A.

Resultados:

Los resultados de esta actividad, que en Galicia se realizó con el besugo, fueron presentados en la reunión final del proyecto que se celebró en Las Palmas de Gran Canaria (7/8 de marzo de 2012), junto con las jornadas que se prepararon en la citada ciudad para la presentación de los resultados del proyecto al sector de la acuicultura.



Además debido a la relevancia de esta actividad dentro del proyecto, se preparó un informe independiente, donde se recopilaron todos los trabajos de engorde realizados en el proyecto con las cuatro especies, en las 7 comunidades autónomas participantes.

Los resultados de crecimiento (talla y peso) de besugo se muestran en la Figura 1. Actualmente se mantiene este lote para renovación de stock de reproductores, ya que se constató el estado fluyente de los machos y la madurez de alguna de las hembras.

Figura 1. Crecimiento medio (talla y peso) de besugo (puesta 2009).

Se recogieron además, muestras de ejemplares de la puesta del año 2009 para estudios comparativos de crecimiento de besugo de crianza y salvaje. Para ello se

realizan muestreos biométricos y extracción de otolitos para su posterior análisis. El peso medio fue de 366.24 gramos y la talla media de 23.6 cm. Se identificaron

sexualmente, siendo el 47.06% hembras, el 29.5% machos y el 23.5 indiferenciados; los índices gonadosomáticos fueron 0.181, 0.082 y 0.266 respectivamente.

Diseminación:

Además de las diversas comunicaciones a congresos y publicaciones en revistas científicas y de divulgación que se generaron a lo largo del proyecto y que fueron citadas en los sucesivos informes de actividades, se organizaron unas jornadas de difusión de los resultados del proyecto en Las Palmas de Gran Canaria, con el fin de dar a conocer al sector los resultados más relevantes del proyecto.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Nutrición y alimentación de paralarvas y subadultos del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*).

INICIO: 2010

FINALIZACIÓN: 2013

ENTIDAD FINANCIADORA:

Plan Nacional de Cultivos Marinos.
JACUMAR

EQUIPO

INVESTIGADOR PRINCIPAL DEL SUBPROYECTO CA GALICIA:

IEO-Vigo: Iglesias Estévez, J.
Responsable Plan Nacional CA Galicia:
Linares Cuerpo, F.

INVESTIGADORES/AS:

CIMA: Linares Cuerpo, F.
IEO-Vigo: Sánchez Conde, J.;
Domingues, P.; Otero, J.J.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

CIMA: Cores González, M. J.; Paz
Márquez, M.; Pazos Sieira, G.
IEO-Vigo: Lago Rouco, M.J.

RESUMEN

El objetivo prioritario de este proyecto es conseguir presas vivas alternativas o complementarias de la *Artemia*, que cubran los requerimientos nutricionales de las paralarvas de pulpo (*Octopus vulgaris*). En el año 2012 se realizaron las siguientes actividades:

1. Obtención de zoeas de decápodos (cangrejos autóctonos, nécora, buey, etc.). La empresa Remagro S.L., donde se estaban realizando gran parte de los experimentos descritos, era comercializadora de crustáceos por lo cual a lo largo del año había abundancia de decápodos de nécora (*Necora puber*), buey de mar (*Cancer pagurus*), centolla (*Maja brachydactyla*), cangrejo (*Carcinus maenas*) y bogavante (*Homarus gammarus*) seleccionados en el proyecto como presas para el cultivo de paralarvas de *Octopus vulgaris*.

En 2012 el cierre de la cetárea perteneciente a dicha empresa ha hecho imposible la obtención de reproductores capaces de suministrar las zoeas necesarias para llevar a cabo los experimentos previstos en dichas instalaciones, por lo que los mismos han

tenido que desarrollarse en las instalaciones de la Planta de Cultivos del Oceanográfico de Vigo. En los meses de mayo y junio de 2012, se dispusieron hembras ovadas de *Maja brachydactyla*, procedentes de cetáreas del área de Vigo, en tanques redondos de 1000 L provistos de circuito abierto y se realizó un control del desarrollo embrionario de las puestas, siguiendo el mismo protocolo utilizado en el año 2011. Las hembras eran

separadas en función del estado embrionario de las mismas en 3 tanques. Así, en el tanque 1 se estabularon las hembras en estado I y las correspondientes al estadio final (estado III) en el último de los tanques, con el fin de obtener un aporte continuo de zoeas. Una vez completadas las puestas se procedió a la renovación de los stocks de centollas.

Una vez eclosionadas, las zoeas previo conteo del número estimado aportado se suministraban directamente al tanque de paralarvas de pulpo estabuladas en el IEO de Vigo. Las puestas fueron continuas, coincidiendo con el experimento de cultivo de paralarvas.

El experimento de cultivo de centolla (*Maja brachydactyla*) comenzó el 6 de junio del año 2011 en las instalaciones de la empresa Remagro S.L., y continúa en la actualidad con 18 ejemplares (10 machos y 8 hembras) destacando la escasa mortalidad de las centollas a partir de los 100 días de vida y el rápido crecimiento de las mismas en la fase de engorde. El alimento suministrado consistió en: mejillón fresco (*Mytilus galloprovincialis*), lirio congelado (*Micromesistius poutassou*), erizo (*Paracentrotus lividus*) y macroalgas. Los parámetros físico-químicos (temperatura y O₂) obtenidos durante la estabulación de las centollas fueron medidos durante el experimento. De los 18 ejemplares estabulados, cinco hembras han realizado ya la muda terminal. Una vez que se produzca su maduración en cautividad se podrá completar por primera vez el ciclo de esta especie bajo condiciones de cultivo y se procederá a la publicación de este importante proceso de cultivo.

Al no financiar JACUMAR este proyecto el año 2013, todos los ejemplares fueron trasladados desde la empresa REMAGRO S.L. hasta las instalaciones de la Planta de Cultivo del IEO de Vigo.

2. Obtención de zooplancton del medio natural y de los afloramientos artificiales en los tanques exteriores. El objetivo fue analizar la viabilidad de la obtención de zooplancton procedente del medio natural a través de la filtración del mismo para aporte alimenticio de los cultivos de paralarvas de pulpo. La situación geográfica de la empresa Remagro S.L. parecía la idónea para la obtención a través de la toma principal de agua de una gran cantidad y variedad del mismo, al estar situada en un lugar donde las corrientes juegan un papel muy importante.

El zooplancton fue capturado mediante un filtro especial (UNIK®) instalado en la toma de agua principal de la empresa Remagro S.L. Se realizaron captaciones aleatorias, durante los meses de mayo a junio del

2012, del agua de mar procedente del tanque de cabecera que suministra agua a la empresa, la cual pasa previamente por un filtro donde quedan retenidas las partículas más gruesas, agua captada directamente del mar. Se probaron dos tipos de aros, cuyos filtros tenían una luz de maya de 200 y 1000 µm, para seleccionar posibles presas que tuviesen un tamaño adecuado para la alimentación de las paralarvas. El volumen de agua correspondiente a la filtración fue de 21'6 m³/día.

Las muestras, una vez recogidas y procesadas, fueron conservadas en frío hasta su traslado al IEO de Vigo para su posterior identificación. Las especies obtenidas en este experimento pertenecen a los siguientes grupos: cladóceros, anfípodos, misidáceos, ciliados, copépodos, larvas de gasterópodos, larvas de cirrípedos, poliquetos, larvas de decápodos, apendicularias y especies de fitoplancton (diatomeas). La empresa Remagro S.L. tiene en sus instalaciones grandes tanques rectangulares exteriores en los que producen regularmente afloramientos fitoplanctónicos y zooplanctónicos con el fin de alimentar a las larvas de ostras y almejas de su criadero, por ello se probó otro método de recolección de zooplancton que consistió en filtrar agua procedente de los mismos. Un volumen determinado de agua era filtrado a través de un tamiz de 25 µm y a continuación se realizó un análisis cualitativo (especies zooplanctónicas presentes) y cuantitativo (individuos por metro cúbico) de la muestra a lo largo de la primavera y el verano.

Como ocurrió en el año 2011, en las distintas filtraciones realizadas se encontró gran cantidad de materia orgánica lo cual supuso un problema a la hora de seleccionar el zooplancton presente como aporte alimenticio a los cultivos, ya que la misma terminaba sedimentando en el fondo de los tanques de paralarvas produciendo problemas en el cultivo de las mismas al

descomponerse. En las captaciones realizadas en el año 2012 se corroboró finalmente que, a pesar de que los organismos de zooplancton existentes poseían unas características bioquímicas óptimas para el cultivo larvario del pulpo, su escasez tanto en el agua de la toma principal como en los afloramientos exteriores impide cosechar una cantidad suficiente como para poder llevar a cabo el cultivo larvario a escala industrial. En consecuencia, se concluye que uno de los objetivos del proyecto, que consistía en utilizar el zooplancton bombeado para el cultivo larvario del pulpo se descarta como método viable de aplicación industrial.

3. Cultivo de paralarvas. En la empresa REMAGRO SL se llevaron a cabo en el año 2012 dos experimentos de cultivo de paralarvas en tanques de 1000L, en circuito abierto de agua. Paralelamente, y en las mismas condiciones, se llevaron a cabo dos experimentos en la Planta de Cultivos del IEO de Vigo hasta 15 días y un mes de vida. El rango de temperatura osciló entre los 18 y los 21°C utilizando para ello calentadores industriales normalmente usados en acuarios. La densidad larvaria fue de 10-15 ind./litro y se realizaron controles diarios de alimento, siendo la densidad de *Artemia* y zoeas suministradas de 0.3-0.6 ind/ml, aumentando o disminuyendo estas últimas en función de la escasez o abundancia de las mismas. Se utilizó fotoperíodo natural con sombra parcial y limpiadores de superficie. Se llevaron a cabo controles diarios de temperatura, oxígeno y concentración de alimento, y quincenales de calidad del agua de cultivo (pH, nitritos y amonio). Se realizaron muestreos de talla, peso seco y recogida de muestras para análisis bioquímicos al principio, medio y al final de los experimentos. Los pesos secos medios obtenidos en los distintos experimentos son los siguientes: a día 0 de vida $0,36 \pm 0,02$ mg, a día 15 de vida $0,82 \pm 0,09$ en Remagro y $1,30 \pm 0,26$ y $1,41 \pm 0,11$ en el IEO, a día 30 de vida las larvas cultivadas en el IEO de

Vigo tenían un peso de $2,90 \pm 0,59$ mg, similar al obtenido en Remagro el año 2011, $3,00 \pm 0,56$ mg.

4. Análisis bioquímicos de presas y paralarvas. En lo referente a las presas se tomaron muestras de *Artemia* de 1 día enriquecida con *Isochrysis galbana* y con el fitoplancton utilizado en Remagro: procedente de las bolsas de cultivo interior de la nave y del obtenido por “bloom” artificial en el exterior, así como de las zoeas de centolla (*Maja squinado*) utilizadas en la alimentación de las paralarvas cultivadas en el Centro Oceanográfico de Vigo. Asimismo se tomaron muestras de zoeas de diferentes crustáceos: de nécora (*Necora puber*) y buey de mar (*Cancer pagurus*) con el fin de conocer la composición bioquímica de las mismas y su posible utilización como presas. Además se tomaron muestras de *Artemia* adulta de 8 días de vida enriquecida con *I. galbana* en el IEO y con la mezcla de fitoplancton de la empresa Remagro.

Las muestras de paralarvas del pulpo recogidas para la realización de los análisis bioquímicos son los que se detallan a continuación:

Experimento 1: Recogidas muestras a día 0 y 15.

Experimento 2: Recogidas muestras a día 0 y 15.

Experimento 3: Recogidas muestras a día 0 y 15.

Experimento 4: Recogidas muestras a día 0, 15 y 30.

Los análisis que se realizaron fueron: proteínas y lípidos totales, clases de lípidos (ésteres y ceras, triglicéridos, ácidos grasos libres, esteroides y fosfolípidos) y ácidos grasos de las muestras recogidas. El análisis de las presas nos indica que no existen diferencias significativas en el contenido de lípidos (% peso seco) cuando la *Artemia* es enriquecida durante 24 horas con *L. galbana* (Alg) y con la mezcla de especies (AM) o con el bloom utilizado en la

empresa Remagro (AB), variando entre 16-18% e inferior al 20% obtenido en la *Artemia* recién eclosionada (AC). El nivel de proteínas (% Peso seco) es por el contrario más alto en Alg y AM (43-47%), que en AB (38%). La *Artemia* recién eclosionada tiene un 49% de proteínas. En clases de lípidos se observa un descenso de triglicéridos (TAG) en el enriquecimiento de *Artemia* desde el 57% del total de lípidos en AC a niveles comprendidos entre el 25 y 36% enriquecida 24 horas, correspondiendo los valores más altos (36%) a AB y entre el 25-29% a Alg y AM. Por el contrario el porcentaje de fosfolípidos se incrementa desde el 10% en la AC al 25-31% en la enriquecida 24 horas. En lo referente a ácidos grasos, el porcentaje de PUFA de la *Artemia* recién eclosionada es más alto (52,5%) que el de la *Artemia* enriquecida (44-47%) representando los PUFAW3 entre el 35-39% del total de ácidos grasos. El porcentaje de saturados y monoinsaturados respecto al total de ácidos grasos es en general más alto en la *Artemia* enriquecida que en la recién eclosionada. El ácido graso 20:5n-3 (EPA) supone entre el 2-3% en la *Artemia* enriquecida, el 22:6 n-3 (DHA) es prácticamente inexistente y el 20:4 n-6 (ARA) el 2% del total.

En cuanto a la *Artemia* de 8 días alimentada con *Isochrysis galbana* (AIEO) y con la mezcla de fitoplancton (AR) no existen diferencias en el nivel de proteínas variando entre el 35-38%. Por el contrario, si existen diferencias significativas en el nivel de lípidos cuando es alimentada con *L. galbana* (17,8%) frente a la alimentada con la mezcla de fitoplancton (14,5%) debido fundamentalmente al nivel de TAG que representa el 17 y 9% del total de lípidos respectivamente y no existen diferencias significativas en el nivel de fosfolípidos. El nivel de PUFA es superior en la *Artemia* alimentada con *L. galbana* (48%) frente a la de la mezcla de fitoplancton (43%) debido fundamentalmente al alto contenido en PUFAW6 (21%) de la primera, frente al 8% de la segunda. El porcentaje de DHA sobre

el total de ácidos grasos es también más elevado en el caso de la *Artemia* alimentada con *L. galbana* (3%) frente al 1% cuando es alimentada con la mezcla de fitoplancton.

Existen diferencias significativas en el nivel de lípidos y proteínas de los diferentes tipos de zoeas, siendo las zoeas de nécora las que presentan un nivel más alto de lípidos (14%) frente al 9-10% de lípidos obtenido en las zoeas de centolla y buey. El nivel de proteínas es también más alto en las zoeas de nécora (43%), seguido por las de centolla (33%) y las de buey (27%). En todos los casos las zoeas de crustáceos presentan un nivel de lípidos inferior a la *Artemia* enriquecida y el nivel de proteínas de las zoeas de nécora es similar a la *Artemia*. En clases de lípidos las zoeas de centolla y nécora presentan un nivel más elevado de TAG (17-20% total) frente al 9% de las zoeas de buey. El nivel de fosfolípidos más elevado corresponde a las zoeas de centolla (42%), seguido por las de buey (38%) y las de nécora (31%). Como se puede observar estos niveles son más elevados que los obtenidos en los diferentes tipos de *Artemia* enriquecida 24 horas donde varía entre el 25 y 31% del total de lípidos. Por el contrario el nivel de TAG supone en la *Artemia* enriquecida entre el 25-36% mientras que en las zoeas de crustáceos oscila entre el 9,5 y el 20%.

Las zoeas de crustáceos analizadas presentan algunas diferencias en la composición de ácidos grasos, así los PUFA W3 son significativamente más altos en las zoeas de buey (ZB) representando el 43% de los ácidos grasos frente al 38% de las zoeas de nécora (ZN) y de centolla (ZC) y la tendencia contraria se produce en los PUFA W6 que suponen el 7% del total en ZN y ZC y el 4,5% en ZB. El nivel de EPA supone el 25% en ZB, 24% en ZN y el 20% en ZC y las zoeas que alcanzan un nivel más elevado de DHA son las de centolla, donde suponen el 17% del total, seguidas por las de buey con el 14% y las de nécora con el 11%. El ARA supone el 6% de los

ácidos grasos en ZN y ZC y el 4% en ZB. El conjunto de los PUFA varía en las diferentes zoeas entre el 47-49% del total, los ácidos grasos saturados el 23-26% y los monoinsaturados entre el 27 y el 28%.

Se puede observar como aunque en el porcentaje de PUFA sobre el total de ácidos grasos no existen diferencias entre la *Artemia* enriquecida y las zoeas de crustáceos, si existen notables diferencias en los niveles de EPA, DHA y ARA, que representan en la *Artemia* enriquecida el 2-3% (EPA), 0-0,2% (DHA) y 2% (ARA), frente a los niveles mucho más elevados de las zoeas de crustáceos con niveles comprendidos entre 20-25% (EPA), 12-17% (DHA) y 4-6% (ARA).

En lo que se refiere a la composición de las paralarvas, los resultados de clases de lípidos y ácidos grasos están siendo procesados, pero los primeros resultados obtenidos de lípidos y proteínas nos indican

que las paralarvas de día 0 tienen un nivel de proteínas de 41-42% y 14-16% de lípidos, a día 15 de vida las proteínas varían entre el 38-45% y los lípidos entre el 11-17% y a día 30 de vida las paralarvas de pulpo tienen un nivel de proteínas entre el 40-45% y el nivel de lípidos del 11-12%. Estos niveles con pequeñas diferencias son similares a los obtenidos en los cultivos larvarios realizados el año 2011 en que las paralarvas de día 30 de vida presentaban un nivel de proteínas del 45% y 10% de lípidos. El peso seco de las paralarvas obtenidas (3 mg) a día 30 de vida fue similar en los 2 años citados.

Al no disponer de financiación JACUMAR para la anualidad 2013, no podrán realizarse los experimentos previstos de cultivo de paralarvas con las diferentes presas descritas y caracterizadas a nivel nutricional, con la finalidad de comprobar el efecto de éstas sobre la supervivencia y la calidad de las paralarvas de pulpo.

ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Desarrollo de sistemas de cultivos multitróficos integrados (AMTI) en una planta de cultivo de peces aplicables a la acuicultura galega.

INICIO: julio, 2012

FINALIZACIÓN: diciembre, 2014

ENTIDAD FINANCIADORA:

Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia
Código: PGIDIT-CIMA 12/05

EQUIPO

INVESTIGADOR PRINCIPAL:

Guerrero Valero, S.

INVESTIGADORES:

CIMA: Carballal Durán, M.J.; Cerviño Eiroa, A.; Fernández Besada, M.; Linares Cuerpo, F.; Pérez Acosta, C.
IGAFA: Andrés Rivas, M.C.; Lastres Couto, M.A.; Rodríguez Villanueva, J.L.

UDC: Cremades Ugarte, J.

IEO: Salinas Morondo, J.M.

RESUMEN

La acuicultura multi-trófica integrada (AMTI) incorpora especies de diferentes niveles tróficos en el mismo sistema, conectados por nutrientes y transferencia de energía, creando un mini-ecosistema sostenible. El término “multitrófica” se refiere a la incorporación de especies de diferentes niveles tróficos en el mismo sistema, a diferencia de los policultivos tradicionales, en los que simplemente se cultivan diferentes especies, muchas de ellas del mismo nivel trófico. La palabra “integrada” en AMTI se refiere al cultivo intensivo de diferentes especies conectadas por nutrientes y transferencia de energía a través del agua, pero no necesariamente en el mismo lugar.

En los sistemas AMTI los subproductos del cultivo de una especie se convierten en aportes (fertilizantes, alimento y energía) para otra especie. Idealmente, los procesos biológicos y químicos se equilibran a través de la selección y proporciones apropiadas de diferentes especies que proveen diferentes funciones al sistema integrado.

El principal antecedente de la AMTI en Galicia es la ejecución del proyecto del Plan nacional de cultivos marinos (Jacumar)

titulado: “Acuicultura integrada: Experiencia piloto para el desarrollo de sistemas de cultivo multitróficos (2008-2011)”, que ha finalizado su parte experimental en diciembre de 2011. Los resultados más relevantes de este proyecto se pueden obtener consultando la página web: <http://www.acuiculturaintegrada.com/proyecto/>.

Con la acción se persiguen dos objetivos concretos: por un lado, desarrollar a escala piloto un sistema de AMTI en mar abierto en el que se integren al menos tres niveles tróficos representativos de los tres tipos de acuicultura: la de alimentación (peces), la de extracción orgánica (moluscos) y la de extracción inorgánica (macroalgas). Se planteó utilizar para este primer estudio las instalaciones existentes en el Igafa. Se trabajará con besugo, mejillón, almeja y la macroalga kombu de azúcar.

Los beneficios de la integración serán evaluados mediante la comparación de la productividad de los distintos eslabones integrados en relación a las cifras de referencia, así como por el estudio analítico final de los moluscos y macroalgas tanto a nivel patológico como bioquímico (proteína, lípidos totales y ácidos grasos omega 3).

Por otra parte, se pretende validar la utilización de *Saccharina latissima* como biofiltro.

- Metodología de análisis de muestras y resultados del primer muestreo de bivalvos. Se desarrolla el engorde simultáneo en AMTI (pez+molusco) y de forma tradicional, partiendo del mismo lote de semilla, de una especie de almeja y mejillón, en ambos sistemas, hasta que la semilla de almeja alcance el tamaño de siembra y que el mejillón alcance el tamaño comercial, es decir, un ciclo completo que sería de 1 a 2 años, dependiendo de la especie de almeja, y de 9 meses hasta alcanzar el tamaño comercial, en el caso del mejillón. Asimismo se han realizado analíticas de patología y de bioquímica de la almeja y el mejillón.

Se inició la experiencia el día 03/10/2012 con mejillón de desdoble seleccionado y encordado a mano, situando tres cuerdas de tres metros en la batea de moluscos y otras tres cuerdas en la jaula de peces que se suspenden en ambos sitios con la misma orientación. El mejillón que fue colocado a una densidad de 706 individuos/m, forma parte de una población de rango comprendido entre 62,98 y 32,89 mm de longitud.

- Metodología de análisis patológico. Se evaluarán los parásitos y alteraciones patológicas asociadas a cada especie de molusco en los dos tratamientos descritos, al principio y final de los experimentos. Se analizarán un total de 30 individuos de cada especie y muestra.

- Metodología de análisis bioquímico de proteínas, lípidos y ácidos grasos. Se realizarán análisis de proteínas, lípidos totales y ácidos grasos al principio y al final

de los experimentos de las especies de moluscos y macroalgas.

Se tomarán 10 ejemplares de cada especie cultivada en los dos sistemas descritos, AMTI y cultivo tradicional, al principio y al final de los experimentos.

- Metodología de mantenimiento y análisis de biomasa en jaula de peces. En el primer año se trabajará con besugo y se calculará el índice de conversión y biomasa total instantánea mediante muestreos periódicos, de la cantidad de pienso suministrado a los peces y de la variación de biomasa a lo largo del tiempo de experimentación.

- Metodología de análisis de muestras de macroalgas en circuito abierto en tierra. Las experiencias se realizarán en las instalaciones al aire libre anexas a la planta de cultivo de peces del Igafa. Para ello se utilizarán cinco tanques troncocónicos de 300 litros de capacidad. El régimen de iluminación será el natural. Para garantizar el necesario movimiento de las algas se establecerá un régimen hidrodinámico continuo mediante inyección de aire. Para completar el estudio, se utilizarán plantas juveniles de *Saccharina latissima* (Linnaeus, 1758) Lane, Mayes, Druehl & Saunders (Laminariales, Phaeophyta) obtenidas a partir del banco de germoplasma de la Planta de Cultivo de Algas del IEO en Santander, por el procedimiento de cultivo de gametófitos en *free-living* (Pérez *et al.*, 1992). Los controles de biomasa se realizarán semanalmente después de 15 minutos de escurrida en oscuridad y protegida contra la deshidratación en agua de mar de Merck y, posterior lectura en cubeta con espectrofotómetro Spectroquant® Nova 60.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Optimización del cultivo intensivo de la almeja e identificación de marcadores genéticos para el seguimiento de las repoblaciones.

INICIO: 2008

FINALIZACIÓN: 2011 (prórroga sin financiación)

ENTIDAD FINANCIADORA: JACUMAR.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

EQUIPO

INVESTIGADORA PRINCIPAL:

Martínez Patiño, D.

Proyecto coordinado por la CA de Galicia

INVESTIGADORES/AS:

Aranda Burgos, J.A.; Cerviño Otero, A.; da Costa González, F.; Fernández Pardo, A.; Nóvoa Vázquez, S.; Ojea Martínez, J.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

Álvarez Llamas, L.M.; Bouzamayor Yáñez, M.V.; Cotarelo Jardón, M.J.; Páez Pérez, F.J.; Ruíz Misioné, M.

BECARIOS/AS:

Piñeiro Bellas, J.; Pol Martínez, E.; Santomé Santos, R.

RESUMEN

Este proyecto estuvo coordinado por la CA de Galicia y contó con la participación de grupos de investigación de las CC.AA de Andalucía, Asturias, Cantabria y Cataluña.

Su objetivo principal fue la optimización del cultivo intensivo de la almeja en criadero. Para ello el proyecto se dividió en dos subproyectos con los consiguientes objetivos:

- Subproyecto 1. Optimización del cultivo de la almeja en criadero.
- Subproyecto 2. Identificación de marcadores genéticos para el seguimiento de las repoblaciones.

En el subproyecto 1 se planteó la optimización del cultivo de la almeja fina, *Ruditapes decussatus*, abordando diferentes puntos clave como son:

- Determinar los criterios de calidad de las puestas: selección de reproductores, optimización del acondicionamiento y la inducción a la puesta.

- Pruebas de alimentación en cultivos larvarios: perfil bioquímico de las microalgas.
- Identificación de la flora microbiana asociada a mortalidades presentes en las diferentes fases de cultivo: control integral del criadero, circuito de agua, fitoplancton, reproductores y cultivos larvarios.

En el subproyecto 2, se abordó:

- Identificación de marcadores genéticos en la almeja: marcadores microsatélite, caracterizados por mostrar un polimorfismo elevado.
- Caracterización genética de los bancos naturales.
- Comparación de la variabilidad genética de los bancos naturales y de la semilla obtenida de progenitores procedentes del medio natural.
- Seguimiento de la incidencia de las repoblaciones en el medio natural.
- Conocer la dinámica de reproducción de los reproductores

en el criadero, mediante análisis de paternidades, con el fin de aportar pautas a seguir en el manejo de la semilla producida.

En el desarrollo del presente proyecto se realizó un estudio exhaustivo de las diferentes fases de cultivo de la almeja fina. La mejora de algunos aspectos claves nos han llevado a la unificación de los protocolos de cultivo por parte de los distintos grupos participantes, ya que se han conseguido logros importantes en el cultivo de una especie que reviste especial complejidad.

A continuación pasamos a detallar los trabajos realizados y los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto.

Para llevar a cabo el cultivo de almeja en criadero, se recogieron reproductores maduros en el medio natural, entre mayo y agosto, o bien en otra época del año y se acondicionaron hasta conseguir su madurez. No se observaron diferencias en la calidad de las puestas obtenidas por uno u otro método.

Con las técnicas de acondicionamiento empleadas en este proyecto, se consiguió adelantar la época de puesta respecto al medio natural, con lo que se amplió el período de obtención de desoves en el criadero desde 4 a 7 meses.

Para garantizar el éxito del acondicionamiento, los reproductores debían estar por lo menos en la fase de inicio de la gametogénesis. Este período de acondicionamiento fue más corto a mayor índice de condición y mayor presencia de carbohidratos en los reproductores.

Los dos factores que más influyeron en el acondicionamiento fueron en primer lugar la temperatura y luego la alimentación.

Los componentes bioquímicos que más se movilaron durante el acondicionamiento fueron los lípidos y los carbohidratos; los primeros aumentan su concentración y los segundos la disminuyen. Estos valores se vieron afectados por la composición bioquímica del fitoplancton, que variaba respecto a la época del año, incluso cuando el cultivo se realizó en una cámara isoterma en condiciones controladas.

Los mejores resultados en los cultivos larvarios se obtuvieron cuando en la dieta suministrada estaba incluida la microalga *Chaetoceros muelleri* u otra alga con un perfil bioquímico similar.

El consumo de fitoplancton por parte de las larvas aumentaba a medida que se acercaba la metamorfosis y en la fijación disminuyó hasta valores similares a la segunda semana de cultivo.

Las larvas D que presentaban un mayor contenido en lípidos totales, alcanzaban mayor supervivencia en el cultivo larvario.

En el subproyecto 2, se identificaron 25 microsátélites polimórficos, que aportaron los marcadores genéticos necesarios para el desarrollo del proyecto y para futuros estudios. Se optimizaron dos PCR múltiplex que permitieron examinar simultáneamente 6 y 8 loci microsatélite, reduciendo el coste económico y el tiempo de los análisis genéticos.

Los análisis realizados pusieron de manifiesto la existencia de una diferenciación genética significativa entre las localidades estudiadas.

La semilla obtenida, mostró una reducción de la variabilidad genética respecto a los reproductores y al banco natural de donde procedían y en la mayoría de los casos también una diferenciación genética significativa, debido a la dinámica de reproducción de los reproductores en el criadero.

Los análisis de paternidades basados en microsatélites identificados en este proyecto han permitido identificar cambios genéticos producidos durante el proceso de cultivo en criadero.

Estos cambios genéticos se debieron principalmente a una contribución desigual

de los reproductores tanto a nivel individual como por parejas.

Los estudios de nivel de variabilidad y diferenciación genética del banco natural antes y después de repoblar indicaron que la semilla producida en el criadero persiste en el medio natural después de la siembra.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Cultivo en criadero, preengorde en batea y análisis de la diversidad genética de la coquina *Donax trunculus* en Galicia.

INICIO: Diciembre, 2010.

FINALIZACIÓN: diciembre, 2013.

ENTIDAD FINANCIADORA:

Xunta de Galicia.

Dirección Xeral de Investigación,
Desenvolvemento e Innovación.

EQUIPO

INVESTIGADORA PRINCIPAL:

Nóvoa Vázquez, S.

Proyecto coordinado.

INVESTIGADORES/AS:

Cerviño Eiroa, A.; Fernández Pardo, A.; Guerra Díaz, A.; Louzán Pérez, A.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

Álvarez Llamas, L.M.; Bouzamayor Yáñez, V.; Cotarelo Jardón, M.J.; Páez Pérez, J.; Ruíz Misioné, M.

BECARIOS/AS:

Piñeiro Bellas, J.; Pol Martínez, E.; Santomé Santos, R.

RESUMEN

Este proyecto coordinado ha sido financiado por la Xunta de Galicia dentro del programa sectorial de investigación aplicada e I+D en el Área de Medio Marino. Consta de tres subproyectos:

Subproyecto 1. Análisis genético, llevado a cabo por el grupo XENOMAR de la Universidad de A Coruña (UDC).

Subproyecto 2. Preengorde en batea, desarrollado por la empresa Ameixa de Carril S.L.

Subproyecto 3. Cultivo larvario y postlarvario, llevado a cabo por el Centro de Cultivos Mariños de Ribadeo (CIMA).

El objetivo principal, es contribuir a la recuperación y aumento de producción de la coquina *Donax trunculus* en Galicia y para ello, se han abordado y desarrollado dentro de los tres subproyectos, actividades encaminadas a cubrir los objetivos propuestos y específicos dentro de cada uno de ellos.

El **subproyecto 3** llevado a cabo por el **CIMA**, ha desarrollado las siguientes tareas:

a) Acondicionamiento para obtener desoves con antelación a su período natural

de puesta y así, adelantar la salida de semilla, facilitando su adaptación al medio natural. Se compararon localidades, temperaturas y el momento inicial. En esta anualidad, se realizaron 3 experiencias en las que se variaron: el mes de inicio (noviembre, enero y febrero), la temperatura (combinación de 21°C-17°C y 17°C todo el acondicionamiento) y el origen de los progenitores (Vilarrube y Abrela). Las pruebas se hicieron con 130-145 individuos en tanques de 200L y la alimentación fue diaria basándose en una dieta mixta de fitoplancton cultivado en sistema continuo. Para evaluar el estado de desarrollo gonadal, se realizaron muestreos cada 2 semanas separando la gónada del resto del cuerpo del individuo para estudio histológico. La escala para determinar las fases de madurez gonadal de la coquina, basada en la descrita por Martínez et al. (1993), es la siguiente: **E0**. Reposo sexual, **E1**. Inicio del desarrollo gametogénico, **E2**. Gametogénesis avanzada, **E3**. Madurez y puesta, **E4**. Postpuesta (Vago, 2008). Se calcula también el siguiente índice de condición gonadal: $ICG = \frac{\text{Peso fresco gónada}}{\text{Peso fresco concha}} \times 100$. En las siguientes tablas, se muestran los

resultados obtenidos en los muestreos acondicionados:
realizados a los progenitores

Tabla I. Primer acondicionamiento. Proporción de individuos en función de su estado de madurez gonadal en los muestreos realizados a los progenitores procedentes de dos localidades (noviembre y a una temperatura inicial de 21°C y final de 17°C).

Procedencia	1er Muestreo (10/11/11)	2º Muestreo (29/11/11)	Muestreo final (23/12/11)
VILARRUBE	15% E0 80% E1 5% E2 I.C.G - 10,6	55% E1 45% E2 I.C.G - 7,9	46,7% E1 33,3% E2 <u>20% E3</u> I.C.G - 10,5 Superv.:
ABRELA	10% E0 90% E1 I.C.G - 6,8	95% E1 5% E2 I.C.G - 6,5	73,3% E1 20% E2 6,7% E3 I.C.G - 8 Superv.: 20%

Tabla II. Segundo acondicionamiento. Proporción de individuos en función de su estado de madurez gonadal en los muestreos realizados a progenitores procedentes de Vilarrube (enero y a una temperatura de 17°C a lo largo de toda la prueba).

Procedencia	1er Muestreo (12/01/12)	2º Muestreo (27/01/12)	Muestreo final (16/02/12)
VILARRUBE	66,7% E1 33,3% E2 I.C.G - 7,8	14,3% E1 57,1% E2 35,7% E3 I.C.G - 6	6,7% E2 <u>93,3% E3</u> I.C.G - 7 Superv.: 49%

Tabla III. Tercer acondicionamiento. Proporción de individuos en función de su estado de madurez gonadal en los muestreos realizados a progenitores procedentes de Vilarrube (febrero y a una temperatura de 17°C a lo largo de toda la prueba).

Procedencia	1er Muestreo (24/02/12)	2º Muestreo (08/03/12)	Muestreo final (26/03/12)
VILARRUBE	39,3% E1 57,1% E2 3,6% E3 I.C.G - 6,7	20% E1 33,3% E2 46,7% E3 I.C.G - 5,9	<u>100% E3</u> I.C.G - 8,7 Superv.: 62%

Con estos experimentos realizados se puede concluir que: la maduración gonadal es más rápida en progenitores que parten con mayor índice de condición (en este caso, Vilarrube); se selecciona 17°C como temperatura óptima para un acondicionamiento largo o para mantener a los progenitores en criadero durante un tiempo largo y, noviembre, podría ser ya un

mes óptimo de acondicionamiento para lograr adelantar las puestas y que la semilla salga al medio natural en los meses de primavera.

b) Desarrollos larvarios: pruebas de densidad, ajuste de protocolo de cultivo.

Para la obtención de desoves, se mejoraron las técnicas de inducción manteniendo a los progenitores en seco durante períodos de

por lo menos 8 horas y se les aplicaron *shocks* térmicos (15°C y 18°C como temperatura máxima). Una vez obtenidas las puestas, se trasladan a tanques con temperatura 21±1°C y la aireación fue constante; la alimentación se basó en una dieta mixta microalgal cultivada en sistema continuo. Los resultados obtenidos en estas pruebas confirman los datos del año anterior: la duración aproximada del cultivo larvario de la coquina es de un mes y llegan a la fijación en 23-30 días con unas tallas de alrededor de 300 µm (retenidas en malla de 200 µm). Además, se realizaron pruebas de cultivo a diferentes densidades para evaluar la influencia de este parámetro, se ensayaron 3, 5 y 10 larvas por mililitro. Las densidades de 3 y 5 larvas por mililitro, parecen crecer más rápido y sus porcentajes de supervivencia fueron de un 18% y un 25% respectivamente fijando ambas, a los 25 días de cultivo. La densidad de 10 larvas/mililitro, fija a los 27 días de cultivo y su porcentaje de supervivencia fue de un 28%. Por lo tanto, con la densidad de 5 larvas/ml se obtienen buenos resultados, sin excluir una densidad inicial de 10 larvas/ml, cuando las circunstancias del criadero o de la puesta lo exijan.

c) Cultivo postlarvario: comparación entre sistemas de cultivo. Se ensayaron dos sistemas de cultivo postlarvario: un sistema de cultivo abierto frente a otro cerrado. Entre ambos sistemas la diferencia fundamental es que, en el abierto, existe una entrada y salida constante de agua y fitoplancton. La experiencia se inició con semilla de 0,7 mm que tenía 50 días de cultivo y duró hasta los 100 días. La semilla cultivada en el sistema abierto consiguió una talla de 2,3 mm mientras que, la cultivada en el sistema cerrado, fue de 1,8 mm. La supervivencia fue algo superior en el sistema de cultivo cerrado (92%) frente a un 74% en el sistema abierto.

Durante este período, el desarrollo del **subproyecto 1**, correspondiente al **grupo**

de XENOMAR (UDC), se centró en la construcción de una nueva genoteca para aumentar el número de loci polimórficos con el fin de diseñar y optimizar PCR multiplex que nos permitirán analizar de manera rápida y eficaz los individuos de las diferentes localidades, los progenitores y la semilla obtenida y enviada al preengorde. Para ello, se realizaron las siguientes tareas:

a) Recepción de muestras: en el período anterior se obtuvieron muestras de varias localidades gallegas: Corrubedo, Vilarrube (Valdoviño), Altar (Foz) y ría de Corme y Laxe y durante este año se incrementaron las muestras con individuos de: Barqueiro y Vicedo, lo que permite disponer actualmente de seis localidades. Se realizó la extracción a partir de tejido fresco de músculo aductor siguiendo el método desarrollado para bivalvos en nuestro grupo (Fernández-Tajes y Méndez, 2007).

b) Construcción de la segunda genoteca: se construyó una nueva genoteca (la primera se construyó el año pasado) enriquecida para los motivos microsatélite GATA y ACC siguiendo el protocolo descrito por Billote *et al.* (1999) con las modificaciones descritas en Martínez *et al.* (2009) y se encontraron 91 clons (30.23% de éxito) que contenían por lo menos un motivo microsatélite.

c) Diseño de cebadores, amplificaciones por PCR y evaluación del polimorfismo: una vez identificados los microsatélites se diseñaron cebadores complementarios a las regiones flanqueantes empleando el programa Primer 3 (Rozen y Skaletsky, 2000). Se probaron un total de 68 parejas de cebadores, de las cuales 18 no amplificaron, 19 mostraron un patrón monomórfico, 20 un patrón complejo y 11 resultaron ser loci polimórficos.

Los 11 loci polimórficos identificados se nombraron como sigue: GDT17, GDT43, GDT46, GDT86, GDT108, GDT174,

GDT199, GDT273, GDT285, GDT323 y GDT371. Ninguno de los loci analizados presentó desequilibrio de ligamento. Únicamente cuatro loci se encontraron en equilibrio H-W tras la corrección secuencial de Bonferroni (GDT43, GDT199, GDT323 y GDT371). Los 7 loci en desequilibrio H-W (GDT17, GDT46, GDT86, GDT108, GDT174, GDT273, GDT285) presentaron valores de Fis que indican una deficiencia de heterocigotos. Además, el programa MicroChecker sugirió la presencia de alelos nulos en estos 7 loci y también en GDT371.

d) Diseño y optimización de PCR multiplex: las PCR multiplex se diseñaron con el programa Multiplex Manager v1.1 (Holleley y Geerts, 2009). Para eso se emplearon los loci polimórficos con patrones de amplificación interpretables identificados a partir de la construcción de las dos genotecas.

e) Progenitores y semilla: se recibieron un total de 400 ejemplares de semilla, pertenecientes al lote de progenitores de Vilarrube que recibimos del grupo de Ribadeo (CIMA) en la anterior anualidad. Además, recibimos de la empresa Ameixa de Carril SL una muestra de 100 ejemplares de semilla procedente del preengorde en batea. De esta forma se incrementó notablemente el número de descendientes disponibles para una mejor evaluación genética.

Los marcadores desarrollados en estas dos anualidades permitirán analizar la diversidad genética de los progenitores empleados y de la semilla obtenida, así como el grado de diferenciación genética respecto a la población natural de la que proceden los progenitores.

En relación al **subproyecto 2 de Preengorde en batea**, desarrollado por la empresa Ameixa de Carril S.L., en este año se llevaron a cabo tareas como el estudio de las condiciones óptimas de preengorde de la coquina en batea (estabulación de la semilla, control de parámetros de crecimiento y ambientales y calendario de las operaciones de desdoble) y la implantación de nuevos sistemas de preengorde (instalación del sistema de aire forzado y modificación de la batea, labores de limpieza del sistema, mejora y adaptación del mismo).

Siguiendo con el trabajo del año anterior, se instaló un sistema de flujo forzado de agua en cubos de plástico blancos de 50 L. El cultivo presentó algunas dificultades, tales como la pérdida de la verticalidad debido a la fuerza de la marea, caída de algunos cubos al fondo del mar por los temporales e inadecuado funcionamiento de las bombas de achique. En consecuencia, se hicieron una serie de modificaciones: se instalaron en el pasillo central de la batea 3 tanques de agua, con capacidad de 1.700 L cada uno (Fotografía 2). Estos tanques se llenan de agua del mar con una bomba de 380 V y alimentan unos cubos de plástico dispuestos por encima del nivel del mar y por debajo del nivel de los tanques de agua (Fotografía 3). Este sistema mejoró el anterior en el abastecimiento continuo de agua con alimento a la semilla. Evitando el continuo reemplazo de las bombas, se garantiza la verticalidad, que favorece la colocación de la semilla para aprovechar toda la superficie del cubo y la seguridad del sistema en cuanto a la pérdida de cubos. Actualmente, se está probando una nueva modificación que mejoraría las labores de manejo y limpieza de la semilla.



Además, se hicieron pruebas de cultivo de semilla en sistemas tradicionales en los que el flujo del agua es pasivo, para poder comparar los resultados de crecimiento y determinar cuál es el sistema idóneo para el cultivo de coquina en batea. Estos sistemas son el cultivo suspendido en bolsas dentro de una jaula o el cultivo en linternas. Con los diferentes sistemas, se hicieron pruebas de crecimiento de semilla de coquina que provienen del subproyecto 3. Los datos

preliminares muestran un lento crecimiento, sobre todo en los meses de invierno, en los que, además, el porcentaje de mortalidad es muy alto debido a la baja temperatura del agua y problemas con la salinidad. Se observa un mayor crecimiento en los cubos y en las linternas, que en las bolsas, aunque los datos no son concluyentes y aún se están recogiendo.

LOTE	UNIDADES	MÉTODO	TASA DE CRECIMIENTO
1	39.274	CUBO/BOLSA	114,375 / 24,375
2	67.687	CUBO/LINTERNA	1,63 / 4,65
3	92.685	CUBO	2,88
4	110.184	CUBO/LINTERNA	0 / 0
5	69.535	LINTERNA	12,35

Se realizaron grandes avances en la estructura, por lo que pensamos que el año que viene, mejorando la época de inicio del

cultivo y otros factores como la talla inicial, podremos obtener resultados más concluyentes.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Optimización del cultivo y manejo del erizo de mar.

INICIO: junio, 2010

FINALIZACIÓN: diciembre, 2013

ENTIDAD FINANCIADORA:

Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR)

EQUIPO

INVESTIGADOR COORDINADOR:

Catoira Gómez, J.L.

INVESTIGADORES:

Da Costa González, F.; Martínez Patiño, D.; Nóvoa Vázquez, S.; Ojea Martínez, J.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

Álvarez Llamas, L.M.; Bouzamayor Yáñez, M.V.; Cotarelo Jardón, M.J.; Páez Pérez, F.J.; Ruíz Misioné, M.

BECARIOS:

Pol Martínez, E.; Piñeiro Bellas, J.; Santomé Santos, R.

RESUMEN

Es un proyecto coordinado en el que participan varias comunidades autónomas: Andalucía, Asturias, Canarias, Cantabria, Cataluña, Galicia y Murcia. El coordinador del proyecto es un investigador de la Xunta de Galicia, perteneciente a la Consellería do Medio Rural e do Mar (Catoira Gómez, J. L.). La investigadora principal del subproyecto de la CA de Galicia pertenece al CIMA (Ojea Martínez, J.). Además del CIMA en el subproyecto de Galicia participa la USC, por parte de esta entidad el investigador principal es el Dr. M. Rey Méndez.

Aunque el proyecto tenía una duración hasta finales de 2013, hubo que darlo por finalizado en diciembre de 2012, por falta de financiación de JACUMAR. Durante su desarrollo se trabajó en las líneas de cultivo en criadero, centrada en la optimización del proceso de cultivo y la línea de preengorde, de juveniles.

El proyecto se dedicó a trabajar con la especie *Paracentrotus lividus*, aunque se han hecho experiencias de cultivo con otras

dos especies: *Echinus esculentus* y *Esphaerechinus granularis*.

Paracentrotus lividus

Desoves y fecundación

Una de las tareas a realizar fue la determinación de los criterios de calidad de las puestas. Para abordar esta tarea se realizó una experiencia en la que se comparó la calidad de los desoves en relación al tiempo que los reproductores permanecen estabulados en el criadero. Del mismo lote de reproductores se obtuvieron tres desoves con un intervalo de un mes entre cada uno de ellos. Los dos primeros por inducción y el último fue un desove espontáneo. La supervivencia de las larvas hasta la fijación fue disminuyendo en cada desove y también disminuyeron los porcentajes de composición bioquímica en proteínas, carbohidratos y lípidos de los óvulos.

Cultivos larvarios

Para mejorar el rendimiento en el cultivo larvario, una de las tareas a realizar es la identificación de la flora bacteriana asociada a este cultivo. Se empieza por controlar la

carga bacteriana que presentan los reproductores usados para la obtención del desove. Después de controlar los reproductores, se hace el seguimiento de la carga bacteriana asociada al cultivo larvario empezando por los óvulos; de los cuales se hace una siembra directa en las placas. Después de la fecundación los huevos se incuban durante tres días y a partir de aquí se coge una muestra semanal tanto del agua de cultivo para hacer siembras en las placas como la siembra directa de las propias larvas.

Los resultados obtenidos en cuanto a la carga bacteriana asociada a los cultivos está dentro de unos límites que se pueden considerar normales en los cultivos en criadero. El próximo año se repetirá la experiencia para contrastar los datos y comprobar si los resultados se repiten en otros desarrollos larvarios.

Se realizaron experiencias de cultivo larvario con diferentes densidades de cultivo para determinar cuál es la densidad de cultivo óptima. En enero, las densidades utilizadas para el cultivo larvario fueron de 2, 1 y 0,5 larvas/ml. La transformación media de huevo a larva fue de 70,11%, 78% y 41,33% respectivamente para estas densidades.

La supervivencia larvaria media hasta fijación, fue aumentando al disminuir la densidad de cultivo: 6,6% en el cultivo de densidad alta (2 lv/ml), 33,65% en el cultivo de media densidad (1 lv/ml) y 66,22% en el cultivo de baja densidad (0,5 lv/ml).

En marzo se cultivaron a 1,5; 1 y 0,5 lv/ml. Al igual que sucedía en la experiencia anterior, el porcentaje de supervivencia aumentó al disminuir la densidad de cultivo: desde 13,3% a la densidad de 1,5 lv/ml, 42% a la densidad de 1 lv/ml y 46% a la densidad más baja de 0,5 lv/ml.

En mayo, en el cultivo larvario se usaron densidades de cultivo de 1 y 0,5 lv/ml y se

ensayaron dos tipos de dieta, una dieta mixta de *Isochrysis*, *Monochrysis* y la diatomea *Phaeodactylum* y una dieta mono específica sólo con *Phaeodactylum*. La supervivencia más alta se consiguió con la densidad de 0,5 lv/ml y dentro de esta densidad la supervivencia de las larvas alimentadas con la dieta mixta fue más alta que las alimentadas sólo con *Phaeodactylum*.

A finales de 2012 (septiembre y octubre) se llevaron a cabo dos experimentos de cultivo larvario y postlarvario que formaron parte de un trabajo de fin de máster (TFM) presentado por una alumna del Máster Oficial Interuniversitario en Acuicultura de la Universidad de Santiago de Compostela. El trabajo se tituló "Cultivo de erizo de mar común, *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)" y se experimentó el efecto de dos dietas y dos densidades de cultivo larvario sobre la supervivencia de las larvas.

Los juveniles de erizo producidos en el criadero, entre 2010-2011 se emplearon fundamentalmente para dos destinos:

- Se entregaron 6.250 juveniles a otras CC.AA participantes en el proyecto (Andalucía y Cantabria), que no realizaron cultivo de erizos pero necesitaban los juveniles para sus experimentos de crecimiento, marcaje y repoblación.

- Dentro de la propia CA de Galicia se entregaron a diferentes Cofradías de Pescadores para hacer repoblaciones en el medio natural (desde Espasante a Ribadeo, 49.000 erizos) y para hacer estudios de crecimiento en batea. (2.500 erizos, cofradía de Cangas).

Echinus esculentus

Se presentó un trabajo titulado "Primeras experiencias del cultivo en criadero del erizo comestible europeo, *Echinus esculentus* (Linnaeus, 1758)", en el XV Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das

Rías Galegas celebrado en O Grove, Pontevedra, 2012.

Control de crecimiento en criadero de juveniles de erizo.

Los juveniles se mantienen en tanques con circuito abierto y se vacían dos veces por semana para su limpieza y alimentación con macroalgas. La tasa media de crecimiento fue de 1,5 mm y 8,29 gr por mes.

Cálculo de la cantidad de macroalgas necesarias para preengordar juveniles de erizo en criadero.

Se realizó una experiencia con dos tanques de preengorde de erizos, controlando la cantidad de macroalgas suministradas para obtener una estimación de la cantidad de algas necesarias para su crecimiento. Las macroalgas (*Laminaria* y *Saccorhiza*) son recogidas en la playa durante la bajamar y conservadas en sal. El control se realizó durante dos meses (desde julio a septiembre). Dos veces por semana se vacían los tanques para limpieza y suministro de algas.

	Inicio		Macroalgas (gr)	Final	
	Talla (mm)	Peso (gr)		Talla (mm)	Peso (gr)
			11.500 gr (192 mgr/día/erizo)		
Tanque 1	14,28	1,39		16,61	1,89
Tanque 2	12,11	0,83	9.900 gr (165 mgr/día/erizo)	13,82	1,19

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Desenvolvemento do cultivo e avaliación da diversidade xenética da ameixa rubia *Venerupis rhomboides* en Galicia.

INICIO: diciembre, 2009

FINALIZACIÓN: diciembre, 2012

ENTIDAD FINANCIADORA:

Dirección Xeral de Investigación, Desenvolvemento e Innovación. Consellería de Economía e Industria. Xunta de Galicia.
Código: 09MMA030508PR

EQUIPO

INVESTIGADORA PRINCIPAL:

Martínez Patiño, D.

INVESTIGADORES/AS:

Aranda Burgos, J.A.; Cerviño Otero, A.;
Fernández Pardo, A.; Montes Pérez, J.;
Ojea Martínez, J.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

Álvarez Llamas, L.M.; Bouzamayor
Yáñez, M.V.; Cotarelo Jardón, M.J.;
Páez Pérez, F.J.; Ruíz Misioné, M.

BECARIOS/AS:

Piñeiro Bellas, J.; Pol Martínez, E.;
Santomé Santos, R.

RESUMEN

El proyecto consta de dos subproyectos coordinados entre el equipo de investigación del Centro de Cultivos Mariños (CIMA) de Ribadeo y el equipo de investigación de genética XENOMAR de la Universidad de A Coruña. Se abordó el desarrollo de las técnicas de cultivo en criadero (subproyecto I) y el análisis de la diversidad genética (subproyecto II) en la almeja rubia *Venerupis rhomboides*, con el fin de aumentar la producción de forma sostenible y evitar efectos perjudiciales en la composición genética de las poblaciones naturales.

Los resultados obtenidos en el subproyecto I, en relación a los objetivos planteados se detallan a continuación:

Estudio del ciclo gametogénico de la especie

A lo largo de 18 meses se realizaron muestreos en el medio natural de individuos de almeja rubia de talla comercial procedentes de Cangas (ría de Vigo). Se hicieron también muestreos puntuales de otras poblaciones en bancos naturales de diferentes localizaciones: Aguiño (ría de

Arousa), Barallobre (ría de Ferrol) y Finisterre. Una muestra de cada una de las poblaciones fue enviada al grupo del subproyecto II para evaluar la diversidad genética y la diferenciación poblacional a lo largo de la costa gallega.

Con el estudio histológico de la gónada en la población de Cangas se observa heterogeneidad de estadios en los distintos muestreos, ya que no toda la población se encuentra en el mismo estadio, pero sí siempre hay predominio de alguno. Los muestreos puntuales realizados en las otras poblaciones confirman los resultados obtenidos en la población de Cangas. Así, se puede afirmar que la almeja rubia presenta un ciclo reproductivo anual con un amplio período de madurez y puesta. Aunque a lo largo del año presenta siempre individuos en este estadio, es en los meses de otoño e invierno cuando la mayoría de la población está en madurez y puesta. Durante el verano, la mayoría están en el estadio de inicio de la gametogénesis y en gametogénesis avanzada.

Una de las características que se observan en esta especie es la presencia de

paquetes musculares interfoliculares a lo largo de todo el ciclo y la ausencia de células vesiculares intrafoliculares, cuya función es la acumulación de reservas, en esta especie se complementa con el gran desarrollo del tejido muscular en la gónada, indicando que éste podría jugar un papel importante en la acumulación de reservas que serán utilizadas en la formación de los gametos masculinos y femeninos. Se ha estudiado el ciclo gametogénico separadamente entre machos y hembras, no encontrando asincronía entre ambos. Además, tampoco se ha encontrado asincronía folicular dentro de un mismo individuo, encontrando todos los folículos en el mismo estadio de desarrollo. Por último, como característica diferenciadora de la almeja fina y japonesa, y al igual que ocurre en la babosa, en esta especie no se observa un estadio de reposo entre la postpuesta y el inicio de la gametogénesis.

Se estudió también la composición bioquímica mayoritaria de las gónadas y del resto de la víscera, y los índices de condición gonadal y visceral, con el fin de obtener un patrón de variación estacional del contenido de reservas en esta especie.

De los resultados de los análisis bioquímicos obtenidos y del análisis estadístico se deduce que los índices de condición (gonadal y visceral), la cantidad de carbohidratos en gónada y en víscera y la cantidad de lípidos en víscera, tienen un comportamiento similar en cuanto a su variación temporal, indicando que siguen el mismo patrón de evolución a lo largo del año, es decir, los valores mínimos los presentan durante los meses de invierno y primavera y los máximos son durante verano y otoño. Por otro lado, la cantidad de proteínas en gónada y en víscera evolucionan de igual manera a lo largo del año y de forma distinta al del resto de componentes, presentan los valores más altos en los meses de invierno y primavera y, los más bajos, en verano y otoño. Los lípidos en gónada tienen un

comportamiento similar a lo largo de los meses estudiados, no presentan variación temporal por lo que, es también diferente al del resto de componentes.

Estudio de la patología y microbiología de la especie en el medio.

Estudio patológico: Se analizaron varios lotes de reproductores de almeja con el fin de estudiar su estado patológico, la principal patología detectada fueron los organismos tipo rickettsia. Una característica de estos organismos detectados en este trabajo sobre almeja rubia, es que se localizan principalmente en branquia, cuando en otras especies de almeja y otros moluscos, además de localizarse en branquia, también se suelen encontrar en otras partes del músculo, como por ejemplo la glándula digestiva. La prevalencia de estos organismos tipo rickettsia fue muy alta, aproximándose al 100% en todos los lotes. Diversos autores citan mortalidades en moluscos asociadas a organismos tipo rickettsia.

Otros organismos detectados fueron protozoos como la gregarina *Nematopsis* sp., que con prevalencias relativamente altas se detectan en todos los lotes estudiados, si bien su intensidad fue media-baja.

Estudio microbiológico: Se hizo un estudio de algunos reproductores en relación a su carga bacteriana y su relación con el éxito de los cultivos larvarios de los desoves obtenidos con esos reproductores. Para ello se hicieron siembras en agar marino para el recuento general de bacterias y en TCBS para el recuento de vibrios.

Con estos estudios no se puede relacionar la mayor o menor carga bacteriana inicial de los reproductores, con el peor o mejor desarrollo larvario. Actualmente se está trabajando con los aislados obtenidos de estas muestras, para seleccionar los más representativos en base a la caracterización

fenotípica combinada con el análisis de los datos recogidos. Con los aislados seleccionados se realizarán ensayos de patogenicidad para establecer su papel en los episodios de mortalidades e identificar los patógenos de almeja rubia en criadero.

Definir las condiciones de estabulación de los reproductores.

De las experiencias realizadas se pueden definir unas condiciones para su mantenimiento en el criadero sin que los reproductores pierdan calidad. Se estabulaba una cantidad de 3 kg aproximadamente en tanques rectangulares de fibra de vidrio de 100 L de capacidad. A los tanques se les suministraba un aporte continuo de agua de mar a temperatura ambiente con un flujo de 30-40 L/h y aireación constante. El agua de mar utilizada era previamente filtrada con filtros de arena. La alimentación de los reproductores fue diaria, con una dieta mixta a una ración de entre el 3 y el 6% del peso seco de las microalgas con respecto al peso seco de los reproductores. El fitoplancton utilizado fue el que se utiliza en el criadero a una escala intermedia, cultivo discontinuo en bolsas de 30 L y las especies empleadas fueron: *Tetraselmis suecica*, *Isochrysis galbana* y *Pavlova lutheri* dentro de las flageladas, y *Chaetoceros calcitrans*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira pseudonana* y *Phaeodactylum tricornutum* dentro de las diatomeas.

En estas condiciones se pueden mantener en el criadero alrededor de tres meses, consiguiéndose mejorar los índices de condición de los reproductores y aumentando el número de individuos en madurez. Con esto se podría obtener más cantidad de desoves del mismo lote de reproductores.

Inducción de la puesta y calidad de la misma.

Se obtuvieron desoves espontáneos de la mayor parte de los lotes de reproductores cuando llegaban al criadero. Las almejas eran recogidas en los bancos naturales por los mariscadores desde embarcaciones, con un rastro de vara. Se transportaban hasta el criadero en nevera portátil con unos cubitos de hielo, en aproximadamente 24 horas llegaban a la planta de cultivo, se introducían en agua de mar filtrada a temperatura ambiente (entre 15°C en invierno y 18°C en verano). El simple hecho de introducirlos en agua después de mantenerlos en seco el tiempo del traslado era suficiente para obtener desoves.

Estudio del desarrollo embrionario.

Fue imposible llevar a cabo este objetivo.

Cultivo larvario.

Como último objetivo de este subproyecto y partiendo de los resultados obtenidos en los anteriores objetivos, se consiguieron cultivar las primeras puestas de *V. rhomboides* en Galicia.

De los resultados obtenidos de todos estos cultivos se puede afirmar que la larva D tiene un tamaño medio de 95 µm y aproximadamente 8 días después del inicio del cultivo se observa la aparición de la larva umbonada, con una talla media de 130 µm. Entre los días 20 y 25 desde el inicio del cultivo aparecen las larvas pediveliger con una talla en torno a 200-250 µm, la supervivencia media del cultivo larvario, desde la larva D hasta la aparición de la larva pediveliger, fue del 40%, aunque se encontraron resultados muy variables, entre 73 y 15%. Entre los días 30 y 35 desde el inicio del cultivo, las larvas estaban totalmente transformadas, con una talla media entre 300 y 350 µm, y una supervivencia media desde la fijación del 60%. En la siguiente tabla se muestra la duración de las distintas fases larvarias, así como el tamaño de cada uno de los estadios.

	Huevo	Larva D	Umbonada	Pediveliger	Postlarva
Días	0	8	37	22	32
Tamaño	70 µm	95 µm	130 µm	220 µm	325 µm

CIMA² Memoria 2012

Con las experiencias realizadas a lo largo de los tres años de proyecto, se define el protocolo de cultivo de esta especie en criadero.

El cultivo larvario de *V. rhomboides* se puede realizar en tanques troncocónicos de 500 L de capacidad, con agua de mar filtrada y esterilizada por UV. Los tanques están provistos de aireación y la temperatura del agua de cultivo se mantiene a temperatura ambiente (entre 15°C en invierno y 18°C en verano). La densidad larvaria inicial en el cultivo es de entre 5 y 10 larvas/ml. La dieta que se debe suministrar a las larvas se compone, desde el primer día, por las microalgas flageladas *T. suecica*, *I. galbana*, *P. lutheri* y la diatomea *C. calcitrans*, cultivadas en matraces de 6 y 10 L.

Esta dieta se suministra con periodicidad diaria, comenzando la alimentación desde la larva D con una ración de 40 células/ μ l, aumentándola según las necesidades del cultivo hasta 80 células/ μ l. Cuando más del 50% de las larvas presentan pie, el cultivo se pone a fijar. Para ello se utilizan cilindros con fondo de malla con flujo forzado descendente, que se colocan en circuito cerrado en los mismos tanques del cultivo larvario. El cambio de agua de los tanques de cultivo se realiza cada dos días. Una vez que las postlarvas quedan retenidas en el tamiz de 300 μ m se consideran semilla y se trasladan a tanques de mayor volumen. La semilla se cultiva en tanques de 1.500 L de capacidad. En ellos se mantienen los cilindros en circuito abierto (18 l/h) con agua de mar a temperatura ambiente y con flujo forzado descendente. Cada dos días se realiza el cambio de agua del tanque. La alimentación es diaria, compuesta de una

mezcla de distintas microalgas cultivadas en bolsas. Además de las microalgas utilizadas para el cultivo larvario y postlarvario, en el caso de la semilla, se añade *P. tricornutum* y *S. costatum*.

Para la realización de los objetivos 4 y 5 del subproyecto II, se obtuvo una puesta controlada en el Centro de Cultivos de Ribadeo, enviándose posteriormente para su análisis genético tanto los reproductores como la semilla resultante de los mismos.

Cultivo en el medio natural.

Aunque en el proyecto inicial sólo se contemplaba el estudio del cultivo de esta especie en criadero, los buenos resultados obtenidos permitieron ampliar los objetivos del proyecto y estudiar su cultivo en el medio natural.

A partir de los datos obtenidos en esta primera experiencia, puede decirse que es perfectamente viable llevar a cabo el preengorde en el medio natural con semilla de almeja rubia obtenida en criadero, mediante la aplicación de técnicas de puesta inducida. Aplicando la tecnología de preengorde con el sistema de bolsas, en un período de 3 a 4 meses se consiguen tallas óptimas para efectuar la siembra en zonas submareales, con muy altas tasas de supervivencia (superiores al 95%).

Además, continuando el estudio de esta especie en el medio natural, en el mes de julio de 2011 se sembró una muestra de semilla de almeja rubia en una jaula en un banco submareal de Cangas. En seis meses la semilla pasó de 13 a 30 mm de longitud, con muy buenos resultados de supervivencia.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**TÍTULO:**

Establishing the scientific bases and technical procedures and standards to recover the European flat oyster production through strategies to tackle the main constraint, bonamiosis.

INICIO: mayo, 2010

FINALIZACIÓN: octubre, 2013

ENTIDADES FINANCIADORAS:

Unión Europea, 7º Programa Marco, *Grant agreement* no.: 243583.

Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia,
Código: PGIDT-CIMA 12/04

EQUIPO**COORDINADORA DEL PROYECTO:**

Fernández Otero, R. (CETMAR)

COORDINADOR CIENTÍFICO:

Villalba García, A. (CIMA)

INVESTIGADORES/AS:

CIMA: Cao Hermida, M.A.; Carballal Durán, M.J.; Fuentes González, J.M.; Iglesias Estepa, D.; No Couto, E.; Parada Encisa, J.M.; Ramilo Álvarez, A.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

CIMA: Fernández Abuín, I.; Giráldez Rivero, R.; Gregorio Chenlo, M.V.; Martínez Verde, G.; Meléndez Ramos, M.I.; Miranda Bamio, M.; Pazos Pazos, J.C.; Penas Pampín, E.; Rendo López, R.; Rodríguez Rodríguez, A.; Rúa Martínez, M.N.; Vilar Fernández, D.

BECARIOS/AS:

CIMA: Barreiro Martínez, L.; García Alves, L.; González García, M.M.; Marletta Vázquez, M; Pérez González, L.; Rodríguez de la Ballina, N.

RESUMEN

La producción de ostra plana *Ostrea edulis* en Europa se redujo notablemente en la primera mitad del siglo XX como consecuencia de la sobrepesca. La propagación de dos enfermedades, marteiliosis y bonamiosis, al comienzo de las décadas de 1970 y 1980, respectivamente, agravaron drásticamente

la caída de producción. Cinco asociaciones de productores de ostra plana, tres empresas, siete instituciones de investigación y un centro tecnológico, correspondientes a 6 países europeos (Irlanda, Holanda, Reino Unido Dinamarca, Francia y España), participan en este proyecto cuyo objetivo global es establecer

las bases científicas y técnicas, los procedimientos y estándares que permitan recuperar la producción de *O. edulis* mediante el desarrollo de estrategias para superar el principal obstáculo, la bonamiosis. La estructura del proyecto supone el reparto de tareas en 5 apartados. A continuación se resume la actividad del **equipo del CIMA** desarrollada hasta el momento en cada uno de los apartados.

1. Estandarización de diagnósticos y estudios sobre el ciclo de vida de *Bonamia ostreae*.

Se ha participado en un ejercicio de intercalibración de diagnóstico de *Bonamia ostreae* (protozoo causante de la bonamiosis) entre 3 laboratorios. Para ello se procesó una muestra de *Ostrea edulis* (n=60) que incluía cuatro clases de intensidad de infección con *B. ostreae*. En cada laboratorio se diagnóstico cada ostra mediante exámenes de improntas de corazón y cortes histológicos con microscopía óptica y pruebas de hibridación in situ y de PCR.

2. Interacción entre el parásito y los hemocitos de la ostra.

Los hemocitos son el componente celular más relevante del sistema inmunitario de los moluscos. A pesar de que una de sus funciones principales es destruir patógenos, el parásito *B. ostreae* se multiplica en el interior de los hemocitos, eludiendo los mecanismos de destrucción de patógenos con que cuentan éstos. El objetivo inicial de evaluar las diferencias entre los dos tipos hemocitarios de la ostra (granulocitos e hialinocitos) en la susceptibilidad al parásito tuvo que ser sustituido por un objetivo nuevo: comparar la expresión proteica entre ambos tipos hemocitarios cuando se enfrentan *in vitro* a varios inductores de respuesta inmunitaria. En el CIMA ya hemos puesto a punto los procedimientos de separación de granulocitos e hialinocitos a partir de muestras de hemolinfa y de separación de las proteínas citosólicas de cada tipo hemocitario mediante electroforesis bidimensional. Se han llevado

a cabo enfrentamientos *in vitro* de cada tipo hemocitario con 3 inductores, *Lipopolisacárido* (que simula el efecto inductor de bacterias), *Poly C* (que simula el efecto inductor de virus con doble cadena de ARN) y *Zymosan* (que simula el efecto inductor de hongos), con varias duraciones por inductor y con los correspondientes controles no enfrentados. Se están procesando las muestras de cada tratamiento para analizar la modulación de la expresión proteica por los inductores, con objeto de discernir el papel de cada tipo hemocitario en la respuesta inmune.

3. Bases genéticas de la tolerancia a la bonamiosis.

Se pretende conocer cómo *B. ostreae* modula la expresión génica de los hemocitos y analizar las diferencias de expresión génica entre estirpes de ostra con diferente susceptibilidad a la bonamiosis, mediante un enfoque genómico y otro proteómico, con el fin de encontrar genes/proteínas marcadores de resistencia a la bonamiosis. En el CIMA, ostras de 3 orígenes diferentes (una población danesa sin historial de enfrentamiento a la enfermedad, una estirpe derivada del programa de selección de estirpes resistentes a la bonamiosis desarrollado en el CIMA y un banco de la ría de Pontevedra con baja prevalencia de bonamiosis) se enfrentaron en laboratorio a *B. ostreae* con los correspondientes controles no enfrentados. El enfrentamiento se realizó por inmersión de las ostras durante 24 horas en vasos individuales con una suspensión de 300.000 células de *B. ostreae* en agua de mar aireada. Transcurridos 1, 30 y 90 días se tomaron muestras de hemolinfa y se separaron los hemocitos, que se enviaron al grupo ACUIGEN del Dpto. de Genética de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Santiago de Compostela. Con dicho material ACUIGEN ha construido una biblioteca con aproximadamente 9.000 secuencias génicas que se expresan en los hemocitos de ostra, de las que en torno a 5000 se han anotado con una función

conocida. Además ACUIGEN ha diseñado un oligo-microarray incorporando todas las secuencias génicas; su uso ha permitido identificar en torno a 300 genes implicados en la respuesta inmunitaria que se expresan de forma diferencial por la exposición al parásito. En la actualidad se está analizando cuáles de esos genes pueden ser utilizados como marcadores de resistencia al parásito. Por otro lado, en el CIMA se está desarrollando el enfoque proteómico, para lo que se ha puesto a punto la separación de las proteínas de la hemolinfa mediante electroforesis bidimensional. Se están analizando las diferencias en la expresión proteínica en hemolinfa entre ostras planas de estirpes con diferente susceptibilidad a la bonamiosis, que se mantuvieron en una zona afectada por la enfermedad. En la comparación se han incluido ostras de la especie *Crassostrea gigas*, que es resistente a la enfermedad, y ostras planas producidas en un programa de producción de estirpes resistentes de la empresa irlandesa *Atlantic Shellfish Ltd*. Ya se han aislado una serie de proteínas que se expresan de forma diferencial en función de la estirpe de ostra y del estado de salud con respecto a esta enfermedad. En la actualidad estas proteínas se están analizando para identificarlas y conocer cuál es su función, con vistas a determinar cuáles pueden considerarse marcadoras de resistencia.

4. Evaluación del beneficio que aportan los programas de selección genética de tolerancia a la bonamiosis. En el año 2012 se han producido un total de 12 cohortes de semilla de ostra plana entre los criaderos de la ECIMAT (Universidad de Vigo) y de la Cofradía de Pescadores de Noia. Las cohortes derivan de reproductores de 3 bancos, uno de ellos soporta una presión intensa de la bonamiosis desde principios de los 1980s, en la ría de Ortigueira, y otros dos están sometidos a una presión menor y más reciente, en las rías de Muros-Noia y de Pontevedra. Semillas de las 12 cohortes se

introdujeron a lo largo del verano de 2012 en una batea del polígono Cambados D (ría de Arousa) y semilla de 2 cohortes derivadas de reproductores de la ría de Muros-Noia se introdujeron en una batea de dicha ría. Con periodicidad trimestral se están realizando muestreos de cada cohorte en cada batea para estimar tasas de crecimiento y supervivencia, así como la condición sanitaria, con énfasis en la bonamiosis. Este seguimiento se prolongará hasta el final del verano de 2013, cuando se espera que todas las cohortes hayan superado el tamaño mínimo comercial. Se determinará si hay diferencias significativas en el rendimiento del engorde debidas al origen de las ostras o al lugar de cultivo. Por otra parte, el CIMA se encarga de realizar trimestralmente los análisis de la condición sanitaria de muestras recogidas en dos bahías francesas, correspondientes a un seguimiento similar al que se realiza en Galicia, con cohortes de ostra plana de dos orígenes franceses.

5. Caracterización básica de los bancos de ostra plana con interés comercial real o potencial, con vistas a establecer programas de recuperación. El equipo del CIMA está desarrollando un análisis cartográfico, demográfico y de dinámica poblacional de dos bancos de ostra plana, uno en la ría de Muros-Noia y otro en la ría de Ortigueira. Se han desarrollado muestreos en ambos bancos en dos campañas (2010 y 2012) para determinar la abundancia y estructura demográfica y se han realizado seguimientos de individuos mantenidos en bandejas para estimar tasas de crecimiento y supervivencias. Además se han registrado valores de parámetros ambientales. El CIMA está encargado de compilar toda la información cartográfica y demográfica correspondiente a 12 bancos de ostra plana repartidos en 6 países europeos asociándola a un sistema de información geográfica (GIS). Otra labor ha consistido en la realización de análisis para conocer la situación de 6 bancos de ostra plana gallegos y 2 franceses en relación

con la bonamiosis en dos momentos, otoño de 2010 y otoño de 2012. Además, de esos mismos bancos y fechas, se han procesado muestras y enviado al grupo ACUIGEN para

su integración en el análisis de la estructura genética de las poblaciones de ostra plana de Europa.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Caracterización de la situación sanitaria del litoral español relativa a la infección por virus herpes en moluscos bivalvos y evaluación del impacto de la enfermedad.

INICIO: enero, 2011

FINALIZACIÓN: diciembre, 2013

ENTIDADES FINANCIADORAS:

Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR), Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia

RESUMEN

Las pérdidas asociadas a la infección por virus herpes han sido descritas para varias especies de moluscos en todo el mundo, afectando principalmente a las larvas y semillas de la ostra rizada japonesa *Crassostrea gigas* en el periodo estival. Los episodios de mortalidad masiva de semilla de ostra rizada *C. gigas* registrados en Francia en los veranos desde el año 2008, así como en otros países europeos en 2009 y 2010, condujeron a la aprobación del Reglamento 175/2010 de la Unión Europea con el fin de controlar la expansión de la enfermedad causada por la variante μ var del virus herpes OSHV-1. Dada la carencia de información en España sobre la presencia y efecto de los virus herpes en las áreas de cultivo de moluscos y bancos marisqueros y considerando que la importación de *C. gigas* de áreas costeras francesas afectadas por el OSHV-1 ha sido una práctica extendida en varias CC.AA, con el consiguiente riesgo de introducción del patógeno, se planteó este proyecto, en el que se integran equipos de investigadores de Cataluña, Andalucía, Asturias, Ceuta y Galicia, para caracterizar

EQUIPO

COORDINADORA DEL PROYECTO:

Abollo Rodríguez, E. (CETMAR)

INVESTIGADORES:

CIMA: Villalba García, A.

INTECMAR: Darriba Couñago, S.; Pérez Bello, J.L.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

CIMA: Busto Loureiro, B.; Meléndez Ramos, M.I.; Penas Pampín, E.

BECARIOS:

CIMA: González García, M.M.; Vilar Fernández, D.

la situación sanitaria litoral de las CC.AA implicadas en lo referente a las infecciones por virus herpes, tanto en poblaciones de *C. gigas* como en otras especies de interés marisquero. Por parte de Galicia participan el CETMAR, el INTECMAR y el CIMA.

Intercalibración del diagnóstico del OSHV-1 μ var. El equipo del CIMA preparó el material necesario para un ejercicio de intercalibración del diagnóstico del OSHV-1, en el que participan tres laboratorios, IRTA de Sant Carles de la Ràpita (Cataluña), Centro Agua del Pino del IFAPA (Andalucía) y CIMA (Galicia). Se acordó un protocolo de diagnóstico común por PCR, que se ajusta al protocolo fijado en el Reglamento 175/2010 de la UE, usando la pareja de cebadores HERP F/R diseñados en el seno del proyecto, dado que la secuencia de los cebadores del Reglamento no se ha hecho pública. Los resultados mostraron mayor acuerdo intralaboratorio que interlaboratorio, proponiéndose cambios en el protocolo.

Incidencia de la infección por OSHV-1 μ var en el engorde de ostra rizada en

Galicia. Se está siguiendo la evolución del crecimiento, la supervivencia y la prevalencia de la infección por OSHV-1 μ var de un lote de semilla importado de Francia, a lo largo del engorde en sendas bateas de dos polígonos de cultivo de la ría de Arousa, GROVE A y CAMBADOS D. El engorde comenzó el 03/05/2012 y la talla media inicial fue de 10,4 mm. En el estudio se incluye también el seguimiento del engorde de dos lotes de semilla producida en un criadero gallego, uno recogido directamente del criadero (talla media de 8,9 mm) y el otro recogido tras un preengorde en un semillero flotante (talla media de 23,9 mm). Estos dos lotes se emplazaron en la batea del polígono GROVE A el 11/07/2012.

En la semilla procedente de Francia la mortalidad fue muy alta en los tres primeros meses en ambas bateas, O Grove y Cambados, superando el 80%; a partir de ese momento la tasa de mortalidad se redujo marcadamente y la mortalidad acumulada se estabilizó en torno al 85% tras 5 meses de engorde (Fig. 1). En el lote recogido en el criadero gallego, la mortalidad fue extremadamente alta, registrándose el 97% tras 22 días desde su emplazamiento en batea. En el caso de la semilla preengordada en el semillero flotante la mortalidad registrada tras los primeros 22 días fue del 26%, semejante a la de la semilla francesa en su primer mes; sin embargo, la tasa de mortalidad fue disminuyendo desde entonces y, así, la mortalidad acumulada aumentó de forma moderada, sin alcanzar el 50% tras 3 meses de engorde.

Los resultados de los análisis por PCR para la detección del OSHV-1 μ var en cada muestra se recogen en la Tabla 1. Todos los ejemplares de la muestra inicial de semilla de Francia, antes de su emplazamiento en batea, mostraron resultados negativos para OSHV-1 μ var; sin embargo, en la muestra del 30 de mayo un 97% de los individuos fueron positivos.

Desde entonces el porcentaje disminuyó en ambas bateas. En la muestra inicial de la semilla procedente del criadero gallego, antes de su emplazamiento en batea, el porcentaje de casos positivos de OSHV-1 μ var fue del 10%; en la muestra recogida el 2 de agosto sólo uno de los ejemplares estaba vivo, infectado por OSHV-1 μ var, mientras que la concha de los restantes 29 ejemplares estaba vacía; teniendo en cuenta la tasa de mortalidad tan alta que se registró al tomar esta muestra, cabe pensar que la prevalencia era cercana al 100%; el porcentaje de positivos fue menor en los meses posteriores, cuando apenas quedaban supervivientes. En el lote preeengordado en el semillero flotante el 96% de los individuos resultaron positivos antes del emplazamiento en batea; en los meses siguientes el porcentaje disminuyó. Por tanto, en cada lote de semilla, tras un máximo temprano de prevalencia del virus, a medida que la semilla infectada iba muriendo, la prevalencia disminuía entre los supervivientes.

Todos los lotes de semilla sufrieron una mortalidad inicial alta o muy alta, causada muy probablemente por el virus OSHV-1 μ var, aunque hubo diferencias en la magnitud de la mortalidad y en la duración de la tasa de mortalidad alta. Se sabe que la temperatura del agua (estacionalidad) y la edad de la ostra influyen en la gravedad de la infección, por lo que las diferencias en mortalidad entre lotes pudieron deberse a estos dos factores. Es muy probable que la semilla francesa adquiriese la infección tras su introducción en batea, aunque no se puede descartar completamente que el lote llegase de Francia con algún ejemplar infectado. El engorde de ostra rizada, incluso de lotes inicialmente libres del virus, puede verse afectado por mortandad masiva de semilla si se realiza en una zona afectada por el OSHV-1 μ var. No se detectaron diferencias reseñables en crecimiento, supervivencia o prevalencia del virus achacables a la localización (O Grove o Cambados) del engorde.

Otras líneas de investigación epidemiológica. Se están realizando los análisis de diagnóstico de muestras correspondientes a un estudio epidemiológico centrado en un área de cultivo de ostra rizada en el litoral asturiano,

así como de muestras de bancos asilvestrados de ostra rizada de las rías de Viveiro y O Barqueiro. El OshV-1 μ var está presente en el litoral asturiano pero no hay evidencia de su presencia en las dos rías gallegas mencionadas.

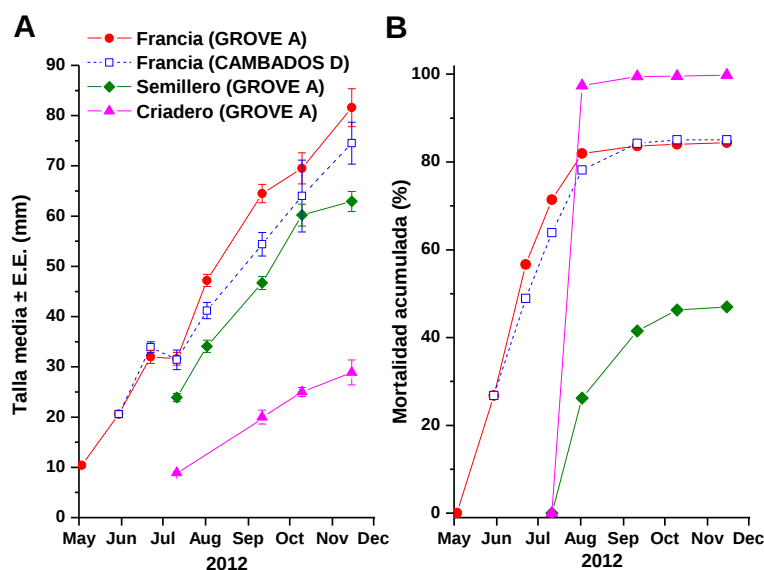


Fig. 1. A: Evolución de la talla media ($\pm$ error estándar) de cada lote de semilla de ostra rizada *Crassostrea gigas* durante el engorde. B: Evolución de la mortalidad acumulada (%) de cada lote de semilla durante el engorde.

Tabla 1. Porcentaje de individuos con diagnóstico positivo para la infección con OshV-1 μ var en las muestras correspondientes a cada lote de semilla.

Origen de la semilla	Polígono de cultivo	Fecha de muestreo						
		30/05	22/06	11/07	02/08	11/09	10/10	15/11
Francia	GROVE A	96,7	73,3	50,0	30,0	50,0	13,3	33,3
Francia	CAMBADO S D	96,7	81,8	84,2	43,3	56,7	26,7	20,0
Semillero flotante	GROVE A	NA	NA	96,4	70,0	76,7	46,7	46,7
Criadero	GROVE A	NA	NA	10,0	?*	13,3	25,0	14,3

* Tan sólo se analizó un ejemplar, que resultó positivo, debido a que los restantes 29 ejemplares de la muestra estaban muertos, con la concha cerrada y vacía.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**TÍTULO:**

Perkinsosis de la almeja: expresión proteínica en los hemocitos y plasma del hospedador y en el parásito durante su interacción.

INICIO: enero, 2012

FINALIZACIÓN: diciembre, 2014

ENTIDAD FINANCIADORA:

Ministerio de Economía y Competitividad. Código: AGL2011-30449-C02-01

EQUIPO**INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

Villalba García, A.

INVESTIGADORES/AS:

Cao Hermida, M.A.; Carballal Durán, M.J.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

CIMA: Buceta Barros, A.; Meléndez Ramos, M.I.; Penas Pampín, E.

BECARIOS/AS:

Fernández Boo, S.; Pérez González, L.

RESUMEN

Perkinsus olseni es un protozoo parásito de moluscos con una amplia distribución mundial, al que se ha responsabilizado de mortandades masivas de almejas en varios países. Este parásito está muy extendido por los bancos marisqueros de Galicia. La almeja japonesa, *Ruditapes philippinarum*, es una de las especies susceptibles. Esta almeja es un recurso marisquero importante en varios continentes; los países con mayor productor mundial son China, Corea del Sur, Japón, Italia, España, Francia, Irlanda y Reino Unido. La producción mundial de esta almeja aumenta año tras año, habiendo pasado de 350.000 toneladas en 1990 a 3,5 millones en 2010, según las estadísticas de la FAO. En Galicia la situación es similar, de forma que las estadísticas del total de ventas anuales en lonja reflejan un aumento progresivo desde las 285 toneladas en 1997 a las 3.200 en 2012 (www.pescadegalicia.com). *P. olseni* es una amenaza para la producción mundial de almeja japonesa, como lo prueba el declive de la producción coreana y las mortalidades altas registradas en países del sur de Europa asociadas a perkinsosis. Como consecuencia, *P. olseni* se incluyó en la lista de enfermedades de declaración obligatoria de la Organización Mundial de Sanidad Animal. Teniendo en cuenta que

las almejas no crecen en ambientes cerrados sino en medio abierto la lucha contra la enfermedad ha de basarse en impedir que el parásito se propague a zonas libres de la enfermedad y, en cuanto a las zonas ya afectadas, la producción de estirpes de almejas resistentes es una opción realista y prometedora para su uso en parques de cultivo o la repoblación de bancos marisqueros afectados. En este sentido, el conocimiento de las bases moleculares de la respuesta inmune del hospedador frente al parásito puede ser muy útil para definir criterios de selección de reproductores en programas de mejora genética para aumentar la resistencia de las almejas a la perkinsosis. En el sistema inmunitario de los moluscos bivalvos se integran un componente celular, cuyo componente principal son los hemocitos, y un componente humoral, constituido básicamente por moléculas presentes en el plasma de la hemolinfa.

El objetivo de este proyecto es analizar los efectos de la infección por *P. olseni* sobre la expresión proteica de los hemocitos y el plasma de la hemolinfa de la almeja japonesa. Se han implementado dos enfoques experimentales, con uno de ellos se exploran los efectos de la etapa inicial de

la infección, a través de infección experimental en el laboratorio, mientras que el otro aborda los efectos de la infección crónica, utilizando almejas infectadas de forma natural.

Infección experimental en laboratorio. En este experimento se utilizaron 80 almejas recogidas en una banco libre del parásito de la ría de Camariñas. De ellas, 40 se expusieron individualmente durante 24 horas a una suspensión de 106 zoosporas de *P. olsenii*; las zoosporas se habían obtenido previamente partiendo de almejas con infección intensa recogidas en un banco de O Grove (ría de Arousa). Tras la exposición, las almejas se mantuvieron durante 8 días en tanques con agua de mar esterilizada, aireada y con microalgas cultivadas como alimento. Las 40 almejas restantes, utilizadas como control, no fueron expuestas al parásito y se mantuvieron en las mismas condiciones que las expuestas. Tras los 8 días se extrajo hemolinfa del músculo aductor posterior de cada almeja. Se hicieron dos grupos de 20 almejas de cada tratamiento, mezclándose la hemolinfa de las almejas de un mismo grupo, resultando así dos réplicas por tratamiento. A continuación se separó la fracción celular (hemocitos) del plasma de la hemolinfa.

Infección en el medio natural. En este caso se utilizaron 200 almejas recogidas en un banco de la zona de O Grove muy afectado por el parásito. Tras extraer la hemolinfa de cada almeja, se separó individualmente la fracción celular (hemocitos) del plasma. Cada almeja se diagnosticó y se seleccionaron 42 almejas con infección intensa por *P. olsenii* y otras 42 almejas no infectadas. Las muestras de hemocitos y plasma se agruparon por grupos de 14 almejas, resultando así 3 réplicas de cada tratamiento.

En ambos enfoques experimentales, las proteínas presentes en las muestras de hemocitos y en las de plasma se separaron mediante electroforesis bidimensional,

produciendo 3 geles de cada réplica. Las marcas proteicas presentes en los geles resultantes de la separación se analizaron con el paquete informático PD Quest 8.4.0. Más de 500 marcas proteicas se distinguieron en los geles correspondientes a hemocitos, con un promedio de 570 marcas por gel, mientras que el número fue inferior en los geles de plasma, con un promedio de 281 marcas por gel. Considerando todas las réplicas de cada tratamiento, se elaboró un mapa sintético de referencia para cada tratamiento incorporando sólo las marcas proteicas presentes en todas las réplicas. Estos mapas de referencia incluían en torno al 40% del número total de marcas proteicas diferentes observadas en las réplicas de cada tratamiento (Tabla 1).

Los efectos del patógeno en la expresión proteica en el inicio de la infección fueron diferentes con respecto a infecciones crónicas. Así el promedio del número de marcas proteicas en los geles de hemocitos creció por exposición al parásito en el laboratorio con respecto al control pero disminuyó en las infecciones crónicas intensas (Tabla 1).

Las mismas tendencias se observaron en el caso de las proteínas plasmáticas. La comparación entre tratamientos mostró que, en el caso de la exposición en el laboratorio, el número de marcas proteicas comunes a almejas expuestas y no expuestas fue alto mientras que el número de marcas exclusivas de cada tratamiento fue muy bajo, tanto en hemocitos como en plasma. En el caso de la infección natural, el número de marcas exclusivas de cada tratamiento fue incluso menor, hasta el punto de que no se encontraron marcas proteicas exclusivas de tratamiento en el plasma (Tabla 1). Estos resultados sugieren que con la exposición al parásito se activa la síntesis de un número notable de proteínas mientras que cuando la infección progresa y alcanza niveles intensos, se inhibe la síntesis de un número elevado de

proteínas. Tras la comparación entre tratamientos, marcas proteicas comunes y exclusivas se han separado de los geles y están siendo analizadas para identificar la proteína correspondiente a cada marca y conocer su función.

Tabla 1. Resumen de los resultados del análisis de las marcas proteicas de cada tratamiento y de la comparación de almejas expuestas al parásito en laboratorio frente a almejas control y almejas con infección natural intensa frente a almejas no infectadas.

Enfoque experimental	Fracción de la hemolinfa	Tratamiento	Promedio del número de marcas proteicas	Número de marcas proteicas en los mapas de referencia	Comparación de infectadas frente a control	
					Marcas proteicas comunes a ambos tratamientos	Marcas proteicas exclusivas de cada tratamiento
Exposición en laboratorio	Hemocitos	Control	561	248	153	5
		Expuestas	596	252		3
	Plasma	Control	418	234	105	15
		Expuestas	360	143		10
Infección en el medio natural	Hemocitos	Control	592	278	176	1
		Infectadas	529	241		2
	Plasma	Control	189	54	46	0
		Infectadas	160	69		0

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Identificación de marcadores proteicos como indicadores de contaminación ambiental en la almeja fina (*Ruditapes decussatus*) y en el berberecho (*Cerastoderma edule*).

INICIO: 2009

FINALIZACIÓN: 2012 (concedida prórroga hasta abril del 2013)

ENTIDAD FINANCIADORA:

Consellería de Economía e Industria.
PGIDIT. Programa sectorial del Medio Marino, Xunta de Galicia.
Código: 09MMA008501PR

EQUIPO

INVESTIGADORA PRINCIPAL

Cao Hermida, M.A.

INVESTIGADORES:

Fernández Boo, S.; Hermida Prieto M.;
Villalba Garcia, A.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

Gregorio Chenlo, M.V.; Meléndez
Ramos, I.; Penas Pampín, E.

RESUMEN

Las rías gallegas, como lugares de intercambio de aguas entre los estuarios de los ríos y el océano, tienen un interés especial por ser zonas habitualmente usadas para el cultivo de moluscos. La almeja fina, *Ruditapes decussatus*, es una de las especies de mayor interés económico por su alta producción y su elevado precio. Las poblaciones de berberechos presentes en las rías gallegas corresponden principalmente a la especie *Cerastoderma edule* siendo el molusco comercial más abundante en los bancos intermareales de Galicia y una importante fuente de ingresos para la economía gallega.

El cultivo de moluscos bivalvos en zonas de poca profundidad del mar y cercanas a zonas urbanas, industriales y agrícolas puede provocar la acumulación en su organismo de metales, organoclorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, dioxinas, furanos, etc.

Los metales pesados se han asociado a una serie de modificaciones y adaptaciones fisiológicas en los moluscos, lo que les

permite su tolerancia y bioacumulación selectiva, tanto entre especies como entre los diferentes órganos. El incremento en la tolerancia a los metales pesados se asocia con la inducción de proteínas afines a los metales modificando la naturaleza y contenido de proteínas en los tejidos. Además de los efectos de estrés, los contaminantes tienen una serie de efectos negativos en los organismos y sus poblaciones, reduciendo la capacidad fagocítica y por lo tanto sus capacidades de defensa. La determinación de los contaminantes en los órganos de los moluscos es un indicador indiscutible de su presencia en el medio, en particular cuando sus concentraciones no son constantes o muy elevadas y su detección en agua o sedimentos se dificulta.

El principal objetivo de este proyecto es la evaluación toxicoproteómica de la almeja fina y el berberecho frente a diversos contaminantes presentes en el medio marino. Para ello se estudiará el análisis de la expresión de las proteínas presentes en el hepatopáncreas y músculo aductor de las especies *R. decussatus* y *C. edule* lo que nos permitirá entender las diferencias

en la susceptibilidad a contaminantes observadas en diferentes órganos de la almeja fina y del berberecho. Además, los cambios en la expresión de proteínas implicadas en mecanismos de defensa de la almeja y del berberecho frente a contaminantes, nos ayudará a monitorizar el estado de salud de los moluscos, facilitando el control y la protección tanto de la calidad del agua donde habitan como del producto final obtenido, permitiendo la evaluación de la calidad medioambiental. El estudio de los patrones de expresión proteica mediante morfometría geométrica en poblaciones control y poblaciones contaminadas, permitirá desarrollar un método diagnóstico para clasificar muestras desconocidas como contaminadas o no. El método también permite la identificación de las proteínas que contribuyen más a los cambios detectados entre los grupos. Estas proteínas, identificadas como asociadas a la contaminación, pueden ser empleadas como biomarcadores, siendo un criterio de uso potencial en programas de toxicología ambiental. Hasta el momento se desarrollaron las siguientes actividades:

Recogida y selección de muestras de *R. decussatus* y *C. edule*. Se recogieron muestras en tres zonas del litoral gallego: Lira-ría de Muros (zona libre de contaminación), Sarrido-ría de Arousa y Placeres-ría de Pontevedra (zonas contaminadas). Se realizó un único muestreo en cada una de las zonas seleccionadas, tomando la muestra en una única jornada en cada lugar de muestreo. Se recogieron 45 ejemplares de *R. decussatus* y 45 de *C. edule* en los bancos naturales anteriormente citados. Se procesaron 30 ejemplares de cada especie (10 de cada zona) por técnicas estándar de histología para detectar alteraciones patológicas serias que puedan interferir en la experimentación. Estos mismos ejemplares serán utilizados en el análisis proteómico. Para confirmar los niveles de contaminación en las almejas y los berberechos de las zonas seleccionadas se

realizaron análisis toxicológicos de 5 muestras de cada zona.

Análisis toxicológico e histológico. El contenido de metales pesados (Zn, Cd, Pb, Cu, Mn, Ni, Cr, Fe), metales no pesados (As), y organoclorados (PcBs, DDT, HCB) se determinaron en 5 muestras de cada zona. Posteriormente se realizó una representación gráfica de los valores medios de cada uno de los metales y organoclorados en cada una de las especies por separado. Observando los gráficos, se puede constatar que los resultados no eran los esperados, siendo además bastante heterogéneos. Respecto a los organoclorados, se observó que en general los valores de Placeres fueron superiores en ambas especies a la zona de Lira y Sarrido. Para evaluar las diferencias se realizó una ANOVA para testar diferencias en las medias entre zonas en cada especie por separado y posteriormente un análisis de Tukey por pares. En metales pesados, la diferencia en la media fue significativa para varios de ellos en las dos especies, no obstante no existió un patrón común para ningún metal en concreto, ni para ninguna zona. En el caso de organoclorados, en casi todos los casos, las ANOVA fueron significativas y en la comparación por pares Placeres resultó ser significativamente diferente a Lira y Sarrido.

El examen histológico de las 30 muestras analizadas (10 de cada zona) reveló la presencia de patógenos en almejas y berberechos de las tres zonas de estudio. En almejas de la zona de Lira, se puede destacar la presencia de colonias de tipo rickettsiano en el epitelio digestivo y alguna metacercaria en manto. En Placeres, destaca la presencia de *Perkinsus* y de quistes bacterianos en branquias que también aparecen en Sarrido junto con algún caso de *Nematopsis* sp. y Copépodos. En berberecho, se ha detectado la presencia de colonias de tipo rickettsiano y *Nematopsis* sp. en las tres

zonas, además en Placeres y Sarrido se puede destacar la presencia de quistes bacterianos en branquia y algún caso de neoplasia diseminada, mientras que en Lira se ha encontrado algún individuo con metacercarias.

Exposición controlada a los contaminantes. En la zona de Lira, se recogieron 60 ejemplares *R. decussatus* y 80 de *C. edule*. Estos ejemplares se trasladaron a Sarrido y Placeres, dejándolos en dicho lugar durante un año. Al cabo de ese período, se observó una mortalidad del 35% en Sarrido y del 23% en Placeres, mientras que en berberecho se encontró una mortalidad del 100%. Por lo tanto, sólo se procesaron 10 ejemplares de almeja fina de cada zona para histología y proteómica. Las muestras para el análisis de contaminantes fueron almacenadas.

Análisis de la expresión proteica en hepatopáncreas y músculo aductor de *R. decussatus* y de *C. edule*. Se realizó la separación de proteínas presentes en hepatopáncreas y músculo aductor de almeja fina y de berberecho mediante electroforesis bidimensional de alta resolución (2-DE). Se analizaron 216 geles correspondientes a 3 réplicas de 6 individuos para cada órgano, molusco y zona. La tabla 1 representa los resultados obtenidos en dicho análisis empleando el programa PDQuest 7.4.0.

El mayor número de spots detectados fue en hepatopáncreas de almeja mientras que en músculo de berberecho el número de spots detectados fue mucho menor. Se seleccionaron los spots con mayor intensidad en todos los casos y se enviaron un total de 45 spots a un servicio externo de secuenciación, a la espera de poder identificar alguna proteína que pueda ser empleada como marcador proteico.

Análisis estadístico de la expresión proteica. El estudio estadístico de las diferencias mostradas en los distintos geles

de las tres especies se abordó desde tres puntos de vista diferentes: cualitativo, cuantitativo y morfológico. Todos los análisis tomaron como punto de partida el gel sintético “High Máster” (HM), obtenido a partir de los geles “Máster” individuales de cada población.

El enfoque cualitativo se basa en la evaluación de la presencia o ausencia de los spots identificados en el HM en cada una de las distintas muestras. Para eso se construye una tabla de datos formada por ceros y unos, donde el uno significa la presencia de un spot y el cero la ausencia. Esta matriz de datos se sometió a un análisis de contingencia con el estadístico el chi-cuadrado, para intentar desvelar la presencia de algún patrón. El resultado resultó no significativo en todas las comparaciones entre todas las muestras.

El enfoque cuantitativo se basa en el estudio de las diferencia en intensidad (medidas en densidad óptica), en los spots presentes en todas las muestras. Con este objetivo se empleó un análisis discriminante multivariante, donde cada uno de los spots viene a ser una variable y su valor la intensidad. La metodología empleada fue de inclusión de variables “paso a paso”, de esta manera se pueden identificar aquellas variables (en este caso spots) más importantes para la diferenciación entre muestras. La gran utilidad del análisis discriminante es que la función obtenida, fruto de la combinación ponderada de las distintas variables, puede ser empleada para clasificar o discriminar una muestra problema. En el caso de las muestras de hepatopáncreas de almeja, se identificaron 4 spots con una capacidad de discriminación corregida del 77,8%. Esto quiere decir que aplicando esta función a una muestra nueva podría ser asignada correctamente a una de las tres poblaciones con casi un 80% de fiabilidad. En el caso de músculo de almeja las diferencias fueron incluso mayores, ya que con el mismo número de spots, la correcta

clasificación puede llegar al 100%. Todos estos spots fueron enviados a secuenciar. El fin último del análisis discriminante es por lo tanto doble: por una parte la posibilidad de identificar o diagnosticar muestras procedentes de entornos profundamente alterados o contaminados, y la identificación de los péptidos responsables de esta diferenciación para su posible uso como marcadores moleculares. Todo ello sin descartar el estudio básico de interacción de los elementos contaminantes con el proteoma de estas especies.

Por último, se está abordando el estudio morfológico, que consiste en la aplicación de técnicas de morfometría geométrica a los geles de proteínas. El estudio de la forma, que es el objetivo de la morfometría geométrica, se adapta en este caso para poder evaluar las diferencias en la posición de los distintos spots en las muestras estudiadas. Las técnicas empleadas permitirán descartar las diferencias debidas

a las variaciones en la carrera del gel, y centrarse en spots particulares o grupos de ellos, que tienen una posición diferenciada respecto de los otros. Se busca con esto las posibles modificaciones postrasduccionales en las proteínas que se pueden traducir en ligeras variaciones en la posición. Para esto, cada imagen del gel fue exportada como formato de imagen y tratada con el software TPSDig. Con la ayuda de este software cada spot es identificado como un “landmark” con una posición específica que viene definida por sus coordenadas bidimensionales. En estos momentos se está finalizando la identificación de todos los “landmarks” y posteriormente se realizará el análisis, en el que se intentarán identificar variaciones particulares en “landmarks” concretos, no debido a fenómenos comunes como el tamaño, la posición del gel o las características de la carrera. Estos spots podrán ser empleados también como marcadores moleculares.

Tabla1.- Análisis de los spots en los geles, incluyendo el número de spots comunes y exclusivos a cada zona, molusco y órgano y el número de spots enviados a secuenciar.

	Spots comunes	Spots exclusivos	Spots enviados a secuenciar
Lira almeja hepatopáncreas	254	36	4
Placeres almeja hepatopáncreas	218	21	3
Sarrido almeja hepatopáncreas	266	33	4
Almeja hepatopáncreas	108		3
Lira almeja músculo	123	12	2
Placeres almeja músculo	120	6	2
Sarrido almeja músculo	155	26	3
Almeja músculo	69		4
Lira berberecho hepatopáncreas	135	13	2
Placeres berberecho hepatopáncreas	116	3	3
Sarrido berberecho hepatopáncreas	129	18	3
Berberecho hepatopáncreas	35		4
Lira berberecho músculo	72	8	2
Placeres berberecho músculo	52	1	1
Sarrido berberecho músculo	74	5	2
Berberecho músculo	31		3

ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Estudio de la alteración patológica denominada “granulomatosis” que afecta a los berberechos de Galicia.

INICIO: febrero, 2012

FINALIZACIÓN: diciembre, 2013

ENTIDAD FINANCIADORA:

Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar.

Código: PGIDIT-CIMA 12/03

EQUIPO

INVESTIGADORA PRINCIPAL:

Carballal Durán, M. J.

INVESTIGADORES/AS:

CIMA: Ramilo Alvarez, A.; Villalba García, A.

CETMAR: Abollo Rodríguez, E.
Cofradía de Pescadores de Cambados: Mariño Balsa, J. C.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

CIMA: Meléndez Ramos, I.; Penas Pampín, E.

BECARIA:

Alves Garaña, R.

RESUMEN

La granulomatosis es una enfermedad de etiología desconocida que se caracteriza por la presencia de grandes focos de infiltración hemocitaria en varios órganos, principalmente en manto, gónada y digestivo. En el interior de los hemocitos de estos focos se observan células fagocitadas que pueden ser de un protista no identificado. Las lesiones que produce esta patología causan necrosis en los tejidos de los berberechos, y cuando son intensas afectan a grandes áreas lo que causa la muerte de la mayoría de estos individuos. Además, los berberechos con intensidades altas de granulomatosis tienen índices de condición fisiológica menores que los berberechos sanos, y una menor proporción de estadios gonadales de gametogénesis y madurez lo que supone una disminución de la capacidad reproductora (Iglesias, 2006).

La granulomatosis se observó por primera vez en el año 1997 en berberechos de la ría do Barqueiro que también estaban afectados por neoplasia diseminada, registrándose una alta mortalidad en estas poblaciones (Villalba et al., 2001). En 1999 se realizó un estudio de las patologías que

afectaban a los principales bancos naturales de berberechos de Galicia, encontrándose que algunos de ellos estaban afectados por esta patología (Carballal et al, 2001). Posteriormente, los estudios anuales realizados por el INTECMAR señalan la presencia de esta enfermedad en varios bancos de berberechos de Galicia. La granulomatosis fue detectada en el año 1999 en berberechos del Lombo do Ulla con una baja prevalencia e intensidad (informes internos, Xunta de Galicia).

En el año 2007, se inició el seguimiento patológico de los berberechos de este banco en el marco de la Acción de Investigación “Plan de actuación para la recuperación de los bancos marisqueros “Lombos de Ulla” y “O Bohído” ría de Arousa”. Los resultados de este estudio registran fuertes mortalidades a finales del año 2008 y durante 2009 y 2010 que fueron asociadas a la presencia de la granulomatosis y en menor medida a la de neoplasia diseminada. La enfermedad se detectó en berberechos de O Sarrido (datos

del CIMA e INTECMAR) en algunos meses con una alta prevalencia.

Estudio de la transmisión de la granulomatosis entre berberechos. Se hizo un primer experimento de transmisión de la enfermedad entre berberechos de una zona afectada (Lombos do Ulla) y otra libre de la enfermedad (Baiona). El estudio se realizó en tanques en circuito abierto y con aireación. En cada uno de los 3 tanques de transmisión se colocaron 50 berberechos de Lombos do Ulla y 50 berberechos de Baiona. Todos los berberechos adultos se marcaron con distinto color según el banco de origen. En cada uno de los 3 tanques de control se colocaron 100 berberechos de la zona libre de la enfermedad. Los tanques se examinaban diariamente, y los individuos muertos se procesaban por técnicas histológicas para detectar la presencia de granulomatosis. El experimento duró 70 días, al cabo de este tiempo todos los berberechos fueron procesados por técnicas histológicas para valorar la presencia de la enfermedad al microscopio óptico.

En la tabla 1 se muestran los resultados de las prevalencias de granulomatosis y los porcentajes de mortalidad al final del experimento. La enfermedad se transmitió a 6 individuos, aunque con una baja intensidad. El primer caso se detectó a los 58 días de inicio del experimento. En todos

los berberechos en que se transmitió la enfermedad a los pequeños granulocitomas, en los que se observaban las células no identificadas estaban siempre en el manto. La mortalidad fue mayor en los tanques de transmisión que en los tanques control, ya que los berberechos de Lombos do Ulla estaban muy afectados por la granulomatosis. Se realizarán más experimentos para confirmar la transmisión de la enfermedad y el desarrollo de la misma en los tejidos de los berberechos.

Evaluación de la granulomatosis en berberechos de O Sarrido. Se realizaron análisis histopatológicos para evaluar los berberechos del banco de Sarrido. Los resultados de las prevalencias de los parásitos y enfermedades más relevantes se muestran en la tabla 2. En junio de 2012 se detecta la presencia del parásito protista *Marteilia* sp. Este parásito no se detectó previamente en este banco. Su prevalencia se incrementó en los meses siguientes, detectándose una intensa mortalidad en los berberechos. Los otros parásitos y alteraciones patológicas que se detectaron en las muestras son comunes en O Sarrido y en otros bancos de berberechos de Galicia. Las prevalencias de granulomatosis y neoplasia descendieron con la presencia de *Marteilia* sp., probablemente porque los berberechos afectados por varias patologías mueren antes.

Tabla 1.- Prevalencias de granulomatosis en berberechos y porcentajes de mortalidad. TT1, TT2 y TT3: tanques de transmisión. TC1, TC2 y TC3: tanques control

Tanque	Prevalencia (Baiona)	Prevalencia (Lombos)	Mortalidad
TT1	4%	49%	61%
TT2	6%	51%	58%
TT3	2%	57%	72%
TC1	0%	-----	19%
TC2	0%	-----	17%
TC3	0%	-----	26%

Tabla 2.- Prevalencias de los parásitos y enfermedades más relevantes

Fecha	Granulomatosis	Neoplasia	<i>Marteilia</i> sp.	Metacercarias en el manto	Bolsas bacterianas
09-03-12	14%	40%	0%	30%	67%
05-06-12	3%	47%	33%	33%	60%
04-10-12	0%	6%	88%	30%	49%
14-12-12	3%	10%	77%	43%	57%

ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN**TÍTULO:**

Las biotoxinas marinas en las zonas de cultivo de mejillón, con especial atención a las toxinas emergentes: presencia en el mejillón y en el sedimento, desarrollo de métodos de detección y evaluación de la utilidad del sedimento para el análisis de riesgo.

INICIO: febrero, 2012

FINALIZACIÓN: febrero, 2014

ENTIDAD FINANCIADORA:

Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia

EQUIPO**INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

Blanco Pérez, J.

INVESTIGADORES/AS:

INTECMAR: Arévalo Bartolomé, F.;
Moroño Mariño, A.; Correa Jorge, J.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

CIMA: Mariño Cadarso, C.; Martín Sánchez, H.

INTECMAR: Muñiz, S.

BECARIA:

Martín Morales, E.

RESUMEN

Por un lado, se están detectando diversas toxinas en cantidades bajas pero con una notable persistencia en los mejillones cultivados, y por otro, se desconoce si algunas toxinas que aparecen con frecuencia y en abundancia en otros países están presentes en las costas de Galicia. Se hace necesaria, por tanto, una evaluación del riesgo de que se produzcan proliferaciones importantes de organismos productores de estas toxinas y de otras más conocidas, para lo cual se requiere un período de monitorización largo. Para solventar este problema, en este estudio se plantea iniciar el control de su presencia, desarrollando los métodos analíticos necesarios y estudiar la posibilidad de utilización de los sedimentos para evaluar el

riesgo histórico de alcanzar concentraciones elevadas de las citadas toxinas en la zona, desarrollando, si es necesario, técnicas específicas para este fin. El estudio de las toxinas en el sedimento aportaría además información sobre posibles re intoxicaciones de los bivalvos en épocas en las que no hay proliferaciones de fitoplancton tóxico, tanto por las toxinas emergentes como por las ya conocidas.

Durante el año 2012 se recopilaron materiales tóxicos para usar como referencia en el desarrollo de métodos (pinnatoxinas, espirólidos, gymnodimina, brevetoxina y otras toxinas). Se desarrollaron varios métodos para HPLC-MS/MS utilizando fases alcalinas para que

tengan la menor interferencia posible con los métodos de cuantificación de toxinas lipofílicas utilizadas en Intecmar y en nuestro laboratorio. El primero de los métodos es una multitoxina encaminada a detectar la mayor parte de las toxinas emergentes (espirólidos, pinnatoxinas, pteriatoxinas, palytoxina, gymnodimina, brevetoxina 2), además de las más comunes detectables en modo de ionización positiva (ácido okadaico, DTX2, azaspirácidos, pectenotoxinas). El segundo método se centró en las yessotoxinas, ionizables en modo negativo y con el que es posible detectar un buen número de análogos de la YTX.

Una vez establecido el primer método, se inició un control de la presencia de las toxinas emergentes en el mejillón y en el agua (por medio de muestreadores pasivos) no encontrándose hasta la fecha grandes concentraciones de ninguna de estas toxinas. Únicamente una presencia sistemática pero en concentración baja, de 13-desmetil espirólido C.

En las primeras prospecciones del sedimento se encontraron prácticamente las mismas toxinas que en el agua, incluso hasta una profundidad considerable en el mismo.

ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN**TÍTULO:**

Repoblación de especies marinas de interés comercial. Subproyecto I.— Repoblación de especies de interés comercial en la costa gallega.

INICIO: enero, 2012

FINALIZACIÓN: septiembre, 2014

ENTIDAD FINANCIADORA:

Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro.

Consellería do Medio Rural e do Mar.

Xunta de Galicia.

Código: PGIDIT- CIMA 12/01

EQUIPO**INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

No Couto, E.

INVESTIGADOR:

Iglesias Estepa, D.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

Martínez Verde, G.; Miranda Bamio, M.

BECARIA:

García Alves, L.

RESUMEN (Subproyecto I)

Por ser actividades desarrolladas en dominio público marítimo-terrestre y habitualmente apoyadas por la administración autonómica, las acciones y proyectos de las cofradías para la recuperación y la creación de zonas productivas para el marisqueo y la pesca precisan una adecuada evaluación, tanto de su oportunidad como de su ejecución y de los resultados obtenidos. Por otra parte, generalmente la carga de trabajo en la Administración para dar respuesta a los problemas y demandas del sector suele ser demasiado alta para abordar bien otros problemas de nueva aparición o que requieran un mayor análisis. La puesta en marcha de este subproyecto dentro de la acción de repoblación de especies con interés comercial, pretende ofrecer el apoyo

técnico necesario para la toma de decisiones en relación con los problemas de pérdida de producción de bancos, lo que requiere una amplia base de conocimientos de temática muy diversa. (Subp. I). Durante 2012 en el ámbito de este proyecto se desarrollaron actividades en diversas áreas:

Repoblación de especies marinas:

Durante 2012 no se realizaron actividades específicas de cultivo de rodaballo (*Scophthalmus maximus*) y bogavante (*Hommarus gammarus*) para su marcaje y suelta. Centrándose la actividad en la recuperación de individuos marcados en sueltas previas y en el análisis de los datos proporcionados por estas recapturas.

Con respecto al bogavante, se procedió al marcado y suelta en el mar de Lira de juveniles de bogavantes procedentes de las actividades formativas de los alumnos del IGaFA (Instituto Galego de Formación en Acuicultura). Desde junio de 2012 todas las cofradías con embarcaciones que pescan en el ámbito del área de suelta (Lira, Fisterra y Muros) cuentan con detectores de las marcas metálicas que se inyectan en las crías antes de las sueltas. Un hecho destacable es que este año se empezó a recapturar individuos con talla comercial, alguno con hasta 1000g de peso, 5 años y medio de edad y maduro sexualmente.

Con respecto al rodaballo, en 2012 se continuó con la recuperación en primavera de ejemplares liberados en años anteriores, con un peso de recaptura medio en torno a 1300 g (1,2 años en el mar, en torno a 2 años de vida).

Apoyo técnico e información sobre acondicionamiento de bancos marisqueros. Para valorar las acciones de regeneración de bancos marisqueros concedidas a través de las ayudas a proyectos colectivos iniciados la DXORM solicitó a las cofradías la presentación de informes técnicos sobre la situación de las áreas tras la ejecución de las actuaciones regulares (primavera y otoño-inverno) sobre la evolución del sustrato y las poblaciones de moluscos bivalvos comerciales en las zonas afectadas. Este equipo de recursos marinos del CIMA presta su apoyo técnico a las entidades y biólogos de zona para obtener y analizar los datos relacionados con las características del sustrato, llevando a cabo las siguientes actividades:

1. Elaboración de mapas batimétricos de alta resolución mediante sistemas informáticos de información geográfica (GIS).
2. Análisis granulométrico de muestras de sedimento, facilitadas por los técnicos de las entidades o bien tomadas por personal del CIMA.

Experiencias de estudio de evolución productiva y sedimentaria en zonas regeneradas. Durante 2012 se continúa la experiencia en los bancos intermareales de Pontedeume con la que se pretende observar la evolución del sustrato y de las poblaciones de bivalvos en una localidad, comparando, durante un período de tres años, zonas con sustrato corregido mediante el aporte de áridos gruesos con zonas adyacentes no enmendadas en una misma localidad. Con la experiencia se pretende estudiar las posibles diferencias:

1. En la evolución de características del sustrato (composición granulométrica, materia orgánica y el grado de compactación).
2. En la dinámica poblacional, analizando el crecimiento y la mortandad de la almeja japónica en cajas de confinamiento situadas cerca y en el mismo nivel mareal, con un juego de cajas en zona corregida y otro en zona fangosa sin corregir.
3. En la evolución de las poblaciones de bivalvos comerciales y su productividad, a partir de los resultados de los muestreos poblacionales ordinarios realizados semestralmente por el técnico de la cofradía.

Complementariamente, se está haciendo una monitorización de parámetros ambientales de interés, para lo que se colocó un registrador de temperatura y salinidad junto a las cajas de confinamiento y se introdujeron en el terreno testigos verticales de sedimentación para observar el régimen de deposición de finos en las diferentes zonas. Los resultados provisionales mostraron que, en lo relativo a las mortalidades y crecimientos en cajas de confinamiento, la nueva zona es viable para el cultivo de moluscos infaunales y que no hay diferencias considerables entre la zona regenerada y la de sustrato original, por lo que en este caso la actividad de regeneración supuso la creación de nuevas

zonas de cultivo con capacidad productiva que antes de la regeneración eran impracticables para el marisqueo a pie por la falta de consistencia del terreno.

Monitorización de parámetros ambientales marinos. De las diversas actividades desarrolladas en este y otros proyectos del mismo equipo, durante el año 2012 quedaron colocados sensores de medición en continuo de salinidad y temperatura en diversas localizaciones de la costa gallega con importancia productiva:

Río Maior (Vilaboa), río do Medio (Arcade), A Barra (Redondela), Sarrido (Cambados), Cabío y Lombos do Ulla (libre marisqueo en la ría de Arousa), Cabalo Baixo y Broña (Noia), Os Miñarzos (Lira), A Croa Grande (Pontedeume) y A Caleira (Cariño).

Se contó en muchos casos con la colaboración de los técnicos de las cofradías en la descarga de los datos, toda la información generada se filtró, graficó y se puso a disposición de los órganos de gestión de la Consellería do Medio Rural e do Mar.

Estudios de evaluación productiva. En septiembre de 2012 la Subdirección Xeral de Investigación e Apoio Científico (SXIAI) de la Consellería do Medio Rural e do Mar, solicita al equipo de Recursos Marinos del CIMA, la realización de un estudio sobre una superficie submareal de 600.000 m² situada entre los 5 y 10 m de profundidad frente a las playas da Xunqueira y de Meira, en Moaña (Pontevedra), con la finalidad de evaluar las posibilidades de explotación comercial por los colectivos de marisqueo a flote de la ría de Vigo.

El estudio abarcó el levantamiento de un mapa batimétrico de la zona, la caracterización del sedimento mediante su análisis granulométrico de contenido en materia orgánica y el análisis cuantitativo de las densidades de población y estructura de tallas de especies marisqueras infaunales

con interés comercial presentes en la arena. Los muestreos necesarios se realizaron a bordo de la embarcación Punta Roncadoira del Servizo de Gardacostas, en colaboración con su tripulación.

Monitorización del estado de las poblaciones de bivalvos con interés comercial en los bancos de libre marisqueo de Lombos do Ulla y Cabío (ría de Arousa). Con el fin de alcanzar un mejor aprovechamiento de los recursos marinos de los bancos marisqueros de la ría de Arousa, desde el año 2003 la Consellería do Medio Rural e do Mar viene ejecutando, a través del CIMA, diversas medidas de estudio, control y seguimiento de ciertos bancos de libre marisqueo de la ría de Arousa, como Lombos do Ulla, Bohido y Cabío. En el año 2012 se dio cabida a esta línea de trabajo en el seno de este subproyecto I de la acción de investigación de repoblación,

desenvolviéndose las siguientes tareas en los bancos de Lombos do Ulla y Cabío:

1. Evaluación y cartografiado de las poblaciones de bivalvos con interés comercial en abril y septiembre.
2. Muestreos, seguimiento y análisis del crecimiento y de la mortalidad de las principales especies explotadas en cajas de confinamiento.
3. Seguimiento de las condiciones ambientales en los bancos.
4. Desarrollo de un programa de vigilancia de las patologías de los bivalvos con interés comercial.

Del seguimiento efectuado a lo largo de 2012 cabe destacar la detección del protozoo *Marteilia* sp. como el agente patógeno responsable de las mortalidades masivas de berberecho en los Lombos do Ulla. La evaluación poblacional de este banco en el mes de septiembre permitió así mismo confirmar el colapso de esta pesquería en la presente campaña marisquera.

ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Evaluación del crecimiento estacional y anual de navaja (*Ensis arcuatus*) y longueirón (*Ensis silíqua*) y longueirón vello (*Solen marginatus*) en los diferentes ambientes productivos de Galicia. Seguimiento de estado reproductivo-gametogénico de estas especies.

INICIO: octubre, 2010

FINALIZACIÓN: octubre, 2012

ENTIDAD FINANCIADORA:

Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro.

Consellería do Medio Rural e do Mar.
Xunta de Galicia.

Código: PGIDT-CIMA01/10

PERSONAL

INVESTIGADOR PRINCIPAL:

De Coa Martín, A.

INVESTIGADORES/AS:

CIMA: García Fernández, A.

Delegación Carril: Fernández, J.A.; Silva Salvado, S.

USC: Espinosa, J.; García, O.

Cofradía de Noia: Solís, L.

Cofradía de Vilaxoán: Alcalde, A.

Cofradía de O Grove: Otero, J.A.

Cofradía de Cangas: Berta, B.

Cofradía de Ribeira: Martínez, B.

Lonja Campelo: Simón, A.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

Fariña Iglesias, J.A.

RESUMEN

En el año 2012 se continuó con los muestreos sobre la navaja (*Ensis arcuatus*) y el longueirón (*Ensis silíqua*), pero prestando especial atención al longueirón vello (*Solen marginatus*) que fuera menos estudiado el año anterior. Se realizaron 18 muestreos en todas las zonas del estudio, pero mayoritariamente en las zonas de O Grove y Vilaxoán.

Durante este año se continuó el aumento en el nivel de capturas de las especies de solénidos, tendencia que ya se venía manifestando los anteriores años, como medio para compensar la bajada de precios que se da tanto en los solénidos como en el resto de especies de bivalvos. No obstante, el amplio margen de extracción que existe, ya señalado en anteriores trabajos, hace que la incidencia sobre las poblaciones sea baja.

Se siguió la evolución de las clases de edad detectadas en los muestreos del año anterior para confirmar la tasa de

crecimiento y el tiempo en que alcanzan la talla legal de extracción, así como se controló la aparición de la nueva fijación de este año. Tal como se apuntara ya el año anterior, estas especies muestran una estrategia de crecimiento doble. En una primera fase de su vida (1º y 2º año de vida) el crecimiento es muy fuerte para posteriormente entrar en una situación de tasas mucho menores. Esta estrategia se corresponde con dedicar toda la energía al crecimiento y renunciar, tanto la navaja como el longueirón, a iniciar su ciclo gametogénico en la época de reproducción en el primer año de vida. El longueirón vello que presenta unas tasas menos importantes de crecimiento por lo contrario entra en reproducción al año, y esto se traduce en ese crecimiento menos acelerado.

La navaja alcanzaría la talla legal mínima de extracción a los 18 meses de vida desde el reclutamiento, el longueirón prácticamente al mismo tiempo pero desfasado, debido a las diferentes épocas

de puesta. El longueirón vello también en la misma época o mismo antes, pero teniendo en cuenta que su talla legal es de 80 mm y no de 100 mm. En las tres especies se manifestó un marcado crecimiento estacional de práctica paralización en las épocas de menor temperatura y renovación del mismo en la primavera y verano.

La estrategia de crecimiento descrita pudo responder a diversos factores: la necesidad de crecimiento rápido como defensa frente a los depredadores y las condiciones meteorológicas adversas, o por vivir en zonas con mucha energía en las olas del mar. El longueirón vello al vivir en zonas más fangosas y tranquilas, podría tener una estrategia menos drástica que las otras dos especies.

Este crecimiento permite una recuperación rápida del stock comercial, y da un amplio margen de maniobra a la tendencia de incremento extractivo que experimentaron estas especies en los bancos naturales. Si añadimos el potencial productivo disponible y los límites legales máximos de extracción, por encima del total capturado anualmente, podremos valorar la situación actual como sustentable y moderadamente explotada. Por último, esta estrategia de concentrar el crecimiento en los dos primeros años, y luego dirigir la mayoría de la energía a procesos de reproducción, deberá ser considerada para las estrategias del cultivo comercial, concentrándose este en los primeros períodos de máximas tasas de crecimiento.

Se siguió la evolución del ciclo reproductivo para confirmar los datos de maduración y época de puesta ya estudiados en los muestreos del año anterior.

La navaja tiene un ciclo claramente definido, aunque con las diferencias entre las distintas áreas geográficas estudiadas. En todos los ciclos se observa un período de reposo que abarca todo el verano, inicia la gametogénesis en otoño, durante parte del otoño e invierno maduran, y un pequeño porcentaje de individuos realizan la puesta, pero la gran mayoría alcanzan las puestas entre abril, mayo y principios de junio, entrando a continuación otra vez en reposo. La navaja (*Ensis arcuatus*) llegó a la primera puesta con 64,4 mm.

El longueirón reinicia la actividad gametogénica en febrero, y alcanza la madurez y puesta en marzo. Las puestas duran de marzo a mediados de junio, para entrar a continuación en reposo. El longueirón (*Ensis siliqua*) tuvo la primera puesta con 64,4 mm.

Respecto al longueirón vello en todos los muestreos hay individuos en prácticamente todos los estados de desarrollo, desde inmadurez a puesta. Esta especie inició la primera puesta con 63,8 mm.

Los tamaños de maduración de las tres especies están bastante por debajo de la talla legal de extracción.

ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

Análisis preliminar de la problemática de disminución de la producción de almeja rubia (*Venerupis rhomboides*) en la ría de Vigo.

INICIO: febrero, 2012

FINALIZACIÓN: junio, 2012

ENTIDAD FINANCIADORA:

Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro.
Consellería do Medio Rural e do Mar.
Xunta de Galicia.
Código: PGIDIT- CIMA 12/01.

PERSONAL

INVESTIGADORES/AS:

CIMA: de Coa Martín, A.; Iglesias Estepa, D.; López Gómez, C.; Montes Pérez, J.; No Couto, E.
Delegación Territorial de Vigo: Febrero Mayor, F.; Rodríguez González, L.

APOYO A LA INVESTIGACIÓN:

Martínez Verde, G.; Meléndez Ramos, M.I.; Miranda Bamio, M.; Penas Pampín, E.

BECARIA:

García Alves, L.

RESUMEN

Debido a una fuerte bajada de los niveles de extracción de almeja rubia (*Venerupis rhomboides*) experimentada en los dos años anteriores en los bancos marisqueros de a flote de la ría de Vigo, en marzo de 2012 la Subdirección Xeral de Investigación e Apoio Científico-Técnico de la Consellería do Medio Rural e do Mar solicitó la actuación de investigadores del CIMA y biólogos de zona de la Delegación Territorial (DT) de Vigo para efectuar un estudio en el que se identificasen las posibles causas de esta disminución productiva. Los objetivos de este estudio fueron:

1. Analizar la estructura de tallas de las poblaciones de almeja rubia de diferentes bancos de la ría de Vigo y Arousa, con el fin de comprobar si existen fallos de reclutamiento.
2. Analizar la situación patológica en que se encuentran diferentes bancos de almeja rubia de la ría de Vigo, centrándose de manera especial en la infección de las branquias por organismos procariotas intracelulares

tipo rickettsia, principal amenaza patológica identificada en la actualidad.

3. Caracterizar de manera preliminar la comunidad de potenciales depredadores que existen en los bancos de almeja rubia objeto de estudio.

Las principales conclusiones obtenidas fueron las siguientes:

Objetivo 1: Análisis poblacional

1.1. Los bancos de almeja rubia de la ría de Vigo presentaron en conjunto abundancias poblacionales muy reducidas y, en muchos casos, estructuras de tallas desequilibradas, sugiriendo la existencia de un déficit en la incorporación de juveniles a la fracción comercial.

1.2. En base a esto, es esperable que en los dos próximos años la situación productiva de la almeja rubia en la ría de Vigo no mejore y que incluso pueda empeorar.

Objetivo 2: Análisis patológico

2.1. Los análisis realizados destacan como posibles organismos patógenos las colonias de organismos procariotas intracelulares

(tipo *rickettsia*) detectados en las branquias, por la elevada prevalencia e intensidad de infección alcanzada, de manera general, en los bancos de la ría de Vigo frente al banco control en la ría de Arousa (Areoso), sin problemas de explotación en los últimos años.

2.2. Las infecciones originadas por el protozoo *Nematopsis* sp. y lesiones como la necrosis, que aparecen en las branquias alcanzando prevalencias importantes e intensidades moderadas, y con una distribución geográfica similar (mayor afección en los bancos de la ría de Vigo frente a la población control), podrían ser responsables también de efectos mortíferos sobre las almejas. No se puede descartar además una posible interacción sinérgica entre las tres condiciones, de manera que su efecto combinado potenciase los daños ejercidos sobre un órgano tan importante como es la branquia.

Objetivo 3: Análisis de la actividad depredadora

El nivel detectado de especies depredadoras de bivalvos comerciales

(tanto en densidad de cada especie como de diversidad de grupos de especies) podría generar una situación de agravamiento de la actual crisis productiva y de dilatar en el tiempo una recuperación de la misma. Cuestión que puede venir refrendada por el conocimiento que disponemos en la actualidad sobre el funcionamiento de estas especies depredadoras en las aguas gallegas.

A modo de consideración final, derivada de este estudio de análisis preliminar, cabe destacar que la definición exacta del problema pasa por el desarrollo de un estudio de mayor calado y más prolongado en el tiempo, en el que se abordase la evolución de algunos bancos “problema” a nivel patológico y de dinámica poblacional. Así mismo hace falta avanzar en la caracterización de la totalidad de las especies depredadoras para observar y medir la actuación de estas especies en las diversas épocas del año y evaluar de forma exacta la incidencia de estas especies en los bancos marisqueros de almeja rubia en la ría de Vigo.

Carrasco, N.; Villalba, A.; Andree, K.B.; Engelsma, M.Y.; Lacuesta, B.; Ramilo, A.; Gairin, I.; Furones, M.D. 2012. *Bonamia exitiosa* (Haplosporidia) is also infecting the European flat oyster *Ostrea edulis* cultured on the Spanish Mediterranean coast. *Journal of Invertebrate Pathology*, 110: 307-313.

Casas, S.M.; Villalba, A. 2012. Study of perkinsosis in the grooved carpet shell clam *Ruditapes decussatus* in Galicia (NW Spain). III. The effects of *Perkinsus olseni* infection on clam reproduction. *Aquaculture*, 356-357: 40-47.

Comesaña, P.; Casas, S.M.; Cao, A.; Abollo, E.; Arzul, I.; Morga, B.; Villalba, A. 2012. Comparison of haemocytic parameters among flat oyster *Ostrea edulis* stocks with different susceptibility to bonamiosis and the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 109: 274-286.

Da Silva, P.M.; Vianna, R.T.; Guertler, C.; Ferreira, L.P.; Santana, L.N.; Sergio Fernández-Boo, S.; Ramilo, A.; Cao, A.; Villalba, A. First report of the protozoan parasite *Perkinsus marinus* in South America, infecting mangrove oysters *Crassostrea rhizophorae* from the Paraíba River (NE, Brazil). *Journal of Invertebrate Pathology*.

Darriba, S.; Ruiz, M.; López, C. 2012. Phage particles infecting branchial Rockettsiales-like organisms in banded carpet shell *Polititapes virgineus* (Bivalvia) from Galicia (NW Spain). *Diseases of Aquatic Organisms*, 100: 269-272.

Domingues, P.; Sánchez, F.J.; Iglesias, J.; Otero, J.J.; Pazos, G.; Linares, F. 2012. Weight and proximal composition of newly hatched *Octopus vulgaris* (Cuvier 1797) paralarvae throughout spawning. *Aquaculture Research* (en prensa).

Iglesias, D.; Rodríguez, L.; Gómez, L.; Azevedo, C.; Montes, J. 2012. Histological survey of Pacific oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg) in Galicia (NW Spain). *Journal of Invertebrate Pathology*, 111(3): 244-251.

Lynch, S.A.; Villalba, A.; Abollo, E.; Engelsma, M.; Stokes, N.; Culloty, S.C. (En prensa). The occurrence of haplosporidian parasites, *Haplosporidium nelsoni* and *Haplosporidium* sp., in oysters in Ireland. *Journal of Invertebrate Pathology*.

Manso, C. F.; Díaz, S.; Carballal, M. J.; Villalba, A.; Romalde, J. L. 2012. Detection of reverse transcriptase activity in golden carpet shell clams (*Venerupis aurea*) with disseminated neoplasia. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 32(2):56-63.

Martín-Gómez, L.; Villalba, A.; Carballal, M. J.; Abollo, E. 2012. Identification of relevant cancer related-genes in the flat oyster *Ostrea edulis* affected by disseminated neoplasia. *Marine Biotechnology*. Published on line: 26 July 2012.

Martín-Gómez, L.; Villalba, A.; Abollo, E. 2012. Molecular identification and expression study of genes involved in the immune response of the flat oyster *Ostrea edulis* against the bonamiosis. *Gene* 492: 81-93.

Paz, B.; Blanco, J.; Franco, J.M. Yessotoxins production during the culture of *Protoceratium reticulatum* strains isolated from Galician Rias Baixas (NW Spain). *Harmful Algae*. Clave : A <http://dx.doi.org/10.1016/j.hal.2012.11.002>.

Ramilo, A.; Gonzalez, M.; Carballal, M. J.; Darriba, S.; Abollo, E.; Villalba, A. 2012. Spatial distribution of the oyster *Ostrea edulis* parasites *Bonamia ostreae* and *Bonamia exitiosa* in Galicia (NW Spain) and infection dynamics through oyster growing. *Journal of Shellfish Research*, 31(1): 336.

Ruiz, M.; Iglesias, D.; Darriba, S.; Rodríguez, R.; López, C. 2012. Epidemiological survey of digenean trematodes affecting razor clams, *Ensis arcuatus*, from Galicia (NW Spain). *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 32(1): 3-13.

Ruiz, M.; Darriba, S.; Iglesias, D.; Rodríguez, R.; López, C. 2012. Epidemiological survey of digenean trematodes affecting razor clams, *Ensis arcuatus*, from Galicia (NW Spain). *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 32(1): 3-13.

Ruiz, M.; Darriba, S.; Rodríguez, R.; López, C. (en prensa). Histological survey of symbionts and other conditions of pod razor clam *Ensis siliqua* (Linnaeus, 1758) in Galicia (NW Spain). *Journal Invertebrate Pathology*.

Besada M.; Guerra A. 2012 Reproducción de la navaja (*Ensis arcuatus*), con especial referencia a la Ría de Arousa (Pontevedra) y a la gestión del recurso pesquero. En: *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal.* Rey-Méndez M., Lodeiros C., Fernández Casal J., Guerra A. (eds.) 14: 347-353.

Domingues, P.; Sánchez, F.J.; Iglesias, J.; Otero, J.J; Pazos, G.; Linares, F. Variaciones en peso, lípidos y proteínas totales de paralarvas recién eclosionadas de *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) durante la puesta. *Firma* 2012.

Guerra, A. Presentación del libro: Razor clams: biology, aquaculture and fisheries. 2012. En: *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal.* Rey-Méndez M., Lodeiros C., Fernández Casal J., Guerra A. (eds.) 14:117-119.

Guerra, A.; Lastres, M.; Rivas, M.C.; Ancosmede, C.; De Santiago, J.A. 2012. Preengorde en el medio natural de semilla de almeja babosa (*Venerupis pullastra*) y coquina (*Donax trunculus*) en sistemas de flujo forzado invertido y flujo lineal. *IV Foro Iberam. Rec. Mar. Acuic.*: 409-421.

Iglesias, J.; Pazos, G.; Fernández, J.; Sánchez, F.J.; Otero, J.; Domingues, P.; Lago, M.J.; Linares, F. The use of crab zoeae on growth and biochemical composition of *Octopus vulgaris* paralarvae. Publicaciones EAS 2012.

Linares, F.; Rodríguez, J.L.; Peleteiro, J.B.; Alvarez-Blázquez, B.; Pazos, G.; Otero, M.; Valente, L.M.P.
Ongrowing and lipid composition of senegalense sole *Solea senegalensis* fed with commercial and plant-based diets. Publicaciones EAS 2012.

Marcet, P.; Guerra, A. 2012. Efecto del vermicompost de lodo residual procedente de granja de cultivo de rodaballo sobre el desarrollo de *Eucalyptus nitens*. En: *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal.* Rey-Méndez M., Lodeiros C., Fernández Casal J., Guerra A. (eds.) 14: 269-275.

Montes, J.; Iglesias, D.; Guerra, A. 2012. Viabilidad del cultivo de ostra plana (*Ostra edulis*) en Galicia en zonas afectadas por bonamiosis. *IV Foro Iberam. Rec. Mar. Acuic.*: 453-463.

Montes, J.; Iglesias, D.; Guerra, A. 2012. Viabilidad del cultivo de ostra plana *Ostrea edulis* en Galicia en zonas afectadas por bonamiosis. *IV Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui.*: 453-461.

Carballal Durán, M.J.; Cerviño Otero, A.; Iglesias Estepa, D.; López Gómez, C.; Louzán Pérez, A.; Martínez Patiño, D.; Parada Encisa, J.M.; Rodríguez Díaz, R. y otros autores del Grupo Rías Altas. 2012. Estudo integral das Rías Altas. Estudo das rías de Ribadeo, Foz, Viveiro, O Barqueiro e Ortigueira. Hidrografía, dinámica, sedimentoloxía, ecotoxicoloxía, microbioloxía e bioloxía das zonas de interese marisqueiro. Xunta de Galicia.

Guerra Díaz, A. 2012. Chapter 10. Clam production and cultivation in Galicia (NW Spain): the role of hatcheries. pp. 255-272. *In: Clam fisheries and aquaculture*. Da Costa, F. (Ed.). Nova Publishers, NY, USA. ISBN: 978-1-62257-518-3.

Guerrero, S.; Cremades, J.; Domínguez, J.; Ancosmede, C.; Cores, A. 2012. Poliquetos en el efluente de una piscifactoría de peces planos. *XIV Foro Ac. Rec. Mar. Rías Gal.*, 14: 333-339.

Guerrero, S.; Cremades, J. 2012. Acuicultura Multitrófica Integrada. Una alternativa sostenible y de futuro para los cultivos marinos de Galicia. *Consellería do Medio Rural e do Mar*. 111 pp.

Guerrero, S. 2012. AMTI hacia una acuicultura ecológicamente eficiente diversificada y rentable. *Ipac* nº 68: 1-3.

Guerrero, S.; Domínguez, J.C.; Cremades, J.; Ancosmede, C. 2011. Crecimiento de Anémona en el efluente de una piscifactoría. IV Fórum Ibero-Americano dos Recursos Marinhos e da Aquacultura (FIRMA), Viana do Castelo Portugal. *Rec. Mar. Acui.*, 197-201.

López, C.; Darriba, S.; Navas, J.I. 2012. Chapter 5. Clam symbionts. *In: Clam fisheries and aquaculture*. Da Costa, F. (Ed.). Nova Publishers. ISBN: 978-1-62257-518-3. pp. 107-148.

Romalde, J.L.; Diéguez, A.L.; Doce, A.; Lasa, A.; Balboa, S.; López, C.; Beaz-Hidalgo, R. 2012. Chapter 7. Advances in the knowledge of the microbiota associated with clams from natural beds. *In: Clam fisheries and aquaculture*. Da Costa, F. (Ed.). Nova Publishers, ISBN: 978-1-62257-518-3. pp. 163-190.

Ruiz, M.; López, C. 2012. Chapter 6. Neoplasias. *In: Clam fisheries and aquaculture*. Da Costa, F. (Ed.). Nova Publishers. ISBN: 978-1-62257-518-3. pp. 149-162.

XV Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas. A Toxa (O Grove). Pontevedra.

Guerra, A. Miembro del comité organizador.

Guerra, A. Coordinador de la mesa de trabajo: marisqueo y pesca de bajura.

De Coo Martín, A.; García Fernández, A. Crecemento comparado de poboacións naturais de navalla (*Ensis arcuatus*, Jeffreys, 1865), longueirón (*Ensis siliqua*, Linnaeus, 1758) e longueirón vello (*Solen marginatus*, Pennánt, 1777) en Galicia.

De Coo Martín, A.; García Fernández, A. Ciclo reproductivo y talla de maduración de la primeira gónada en solénidos.

Guerrero, S.; Santos I. Importancia de la temperatura en la supervivencia en laboratorio del poliqueto *Diopatra neapolitana*: resultados preliminares.

Guerrero, S. Presentación en Galicia del libro *Acuicultura Multitrófica Integrada. Una alternativa sostenible y de futuro para los cultivos marinos de Galicia*

V FIRMA, Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura. Cádiz

Guerra, A. El papel de los criaderos en el desarrollo de la acuicultura de moluscos.

Domínguez, P.; Sánchez, F.J.; Iglesias, J.; Otero, J.J.; Pazos, G.; Linares, F. Variaciones en peso, lípidos y proteínas totales de paralarvas recién eclosionadas de *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) durante la puesta.

III Jornadas Bienales de Jóvenes Investigadores en Proteómica. Santiago de Compostela.

Fernández, S.; Villalba, A.; Cao A. Evaluación de la variabilidad de la expresión proteica en poblaciones de *Perkinsus olseni*, protozoo parásito de moluscos marinos, mediante electroforesis bidimensional y espectrometría de masas.

104th National Shellfisheries Association Annual Meeting, Seattle. Washington, EE.UU.

Da Silva, P.M.; Vianna, R.T.; Sabry, R.C.; Magalhães, A.R.M.; Boehs, G.; Scardua, M.P.; Guertler, C.; Ferreira, L.P.; Brândao, R.P.; Santana, L.N.; Villalba, A.; Fernández, S.; Ramilo, A.; Cao, A.; Reece, K.; Dungan, C.; Barracco, M.A. Status of *Perkinsus* spp. in oysters *Crassostrea rhizophorae* and *C. brasiliana* from Brazil: First report of *P. marinus*.

Fernández, S.; Villalba, A.; Cao, A. Evaluation of variability in *Perkinsus olseni* population using analysis of protein expression by 2D- PAGE and mass spectrometry.

Martín-Gómez, L.; Villalba, A.; Carballal, M. J.; Abollo, E. Relevant cancer related-genes in the flat oyster *Ostrea edulis* affected by disseminated neoplasia: identification and characterization.

Martín-Gómez, L.; Villalba, A.; Carballal, M. J.; Abollo, E. Cloning, Characterization and analysis of the expresion of genes TNF, AIF, dermatopontin and VAMP associated with immune response in *Ostrea edulis*.

Ramilo, A.; González, M.; Carballal, M.J.; Darriba, S.; Abollo, E.; Villalba, A. Spatial distribution of the oyster *Ostrea edulis* parasites *Bonamia ostreae* and *Bonamia exitiosa* in Galicia (NW Spain) and infection dynamics through oyster growing.

Ramilo, A.; Navas, J.I.; Villalba, A.; Abollo, E. New PCR-based species specific procedures to diagnose *Bonamia exitiosa* and *Bonamia ostreae*, protozoan parasites of oysters.

Ramilo, A.; Pintado, J.; Darriba, S.; Ruiz, P.; Villalba, A.; Abollo, E. *Perkinsus* spp. in clams *Ruditapes decussatus*, *Ruditapes philippinarum*, *Venerupis senegalensis* and *Tapes rhomboides* in Galicia (NW Spain). First detection of *Perkinsus chesapeakei* in Spain by DGGE.

Physiomar 12 International Meeting. Santiago de Compostela.

Villalba García, A. Miembro del Comité Organizador.

Cao, A.; Fuentes, J. Comparison of protein expression among different larval stages of the mussel *Mytilus galloprovincialis*.

Fernández, S.; Villalba, A.; Cao A. Effects of infection with the protozoan parasite *Perkinsus olseni* on the protein expression of Manila clam *Ruditapes philippinarum* haemocytes and plasma.

Honrubia, R.; Castro, C.; Calvo, E.; Vera, M.; Álvarez-Dios, J.A.; Pardo, B.; Cao, A.; Villalba, A.; Martínez, P.; Sánchez, L. Genomic characterization of microsatellite motifs in flat oyster (*Ostrea edulis*).

Martín-Gómez, L.; Villalba, A.; Carballal, M.J.; Abollo, E. Cloning, characterization and analysis of the expression of genes TNF, AIF, Dermatopontin and VAMP associated with immune response in *Ostrea edulis*.

Martín-Gómez, L.; Villalba, A.; Carballal, M.J.; Abollo, E. Relevant cancer related-genes in the flat oyster *Ostrea edulis* affected by disseminated neoplasia: identification and characterization.

Ramilo, A.; Iglesias, D.; Darriba, S.; Abollo, E.; Villalba, A. First detection of the parasite *Mikrocytos mackini* in Europe, infecting the Manila clam *Ruditapes philippinarum*.

Congreso Europeo de Acuicultura. EAS 2012. Praga.

Iglesias, J.; Pazos, G.; Fernández, J.; Sánchez, F.J.; Otero, J.J.; Domingues, P.; Lago, M.J.; Linares, F.

The use of crab zoeae on growth and biochemical composition of *Octopus vulgaris* paralarvae.

Linares, F.; Rodríguez, J.L.; Peleteiro, J.B.; Alvarez-Blázquez, B.; Pazos, G.; Otero, M.; Valente, L.M.P.

Ongrowing and lipid composition of Senegalese sole *Solea senegalensis* fed with commercial and plant-based diets.

5th Meeting of the Microcell Working Group. Central Veterinary Institute. Lelystad (Holanda).

Carrasco, N.; Villalba, A.; Andree, K. B.; Engelsma, M.Y.; Lacuesta, B.; Ramilo, A.; Gairin, I.; Furones, M.D. *Bonamia exitiosa* (Haplosporidia) is infecting the European flat oyster *Ostrea edulis* cultured on the Spanish Mediterranean coast.

Ramilo, A.; Navas, J.I.; Villalba, A.; Abollo, E. New PCR-based species specific procedures to diagnose *Bonamia exitiosa* and *Bonamia ostreae*.

Ramilo, A.; González, M.; Carballal, M.J.; Darriba, S.; Abollo, E.; Villalba, A. *Bonamia ostreae* and *Bonamia exitiosa* coexist in Galician Bays: spatial distribution and temporal infection pattern through oyster on growing.

VI Jornadas de Acuicultura en el Litoral Suratlántico, Cartaya (Huelva).

Villalba, A. Estrategias de lucha frente a enfermedades de moluscos

CSIC y XRAq. Xarxa de Acuicultura. Barcelona.

Guerrero, S. Presentación del libro: Acuicultura Multitrófica Integrada. Una alternativa sostenible y de futuro para los cultivos marinos de Galicia.

Blanco, J. Editor de la Revista Galega dos Recursos Mariños (4 series).

Rey-Méndez, M.; Fernández Casal, J.; Lodeiros, C.; Guerra, A. (eds.) 2012. *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal.* 14, 412 pp. Edit. Asoc. Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas. Santiago de Compostela, A Coruña, España. ISBN: 978-84-695-3126-6.

Villalba García, A. (miembro del comité editorial). *Journal of Shellfish Research*. National Shellfisheries Association, Groton (CT, EEUU).

Villalba García, A. (editor revisor). *Diseases of Aquatic Organisms*. INTER RESEARCH, Oldendroff/Luhe, Alemania.

Villalba García, A. (miembro del comité editorial). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso, Chile.

Título: Análisis preliminar de la problemática de disminución de la producción de almeja rubia (*Venerupis rhomboides*) en la Ría de Vigo.

Autores: de Coa Martín, A.; García Fernández, A.

Solicitante: Subdirección Xeral de Investigación e Apoio Científico.

Título: Estado reproductivo de muestras de navaja (*Ensis arcuatus*), y longueirón (*Ensis siliqua*) de las siguientes cofradías de pescadores y zonas: Illa de Arousa en O Bao (1); Areoso (2); Arnela (1); Rodas-Camallón (1); Vilanova en As Sinas (2); Cambados en O Sarrido (1). (8 informes).

Autores: Guerra, A.; Basanta, M.

Solicitantes: Cofradías implicadas en la gestión del recurso pesquero a petición del biólogo encargado y asistencias técnicas de las cofradías.

Título: Balance y situación del criadero-semillero de Camariñas (A Coruña), ante la situación de cese temporal de actividad.

Autor: Guerra, A.

Solicitante: Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia.

Título: El CIMA en los últimos doce años. Evolución y balance de actividad.

Autor: Guerra, A.

Solicitante: Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia.

Título: Informe final de las actividades de la CMRM (CIMA e IGAFa) en el proyecto Iberomare. Centro Multipolar de Valorização de Recursos e Resíduos Marinhos (FEDER. Programa de Cooperación España-Portugal 2007-2013).

Autores: Rodríguez Villanueva, J.L.; Linares Cuerpo, F.

Solicitante: Coordinador del proyecto Iberomare.

Título: Informe anual “Experiencias para o cultivo de ollomol” correspondiente a las actividades realizadas en las jaulas experimentales de las que es titular el CIMA ubicadas en la Cuadrícula 10 del Polígono A del Distrito de Bueu (Pontevedra)

Autora: Linares Cuerpo, F.

Solicitante: Xefe de Servizo de Innovación Tecnolóxica da Acuicultura. Secretaría Xeral do Mar. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia.

Título: Seguimento científico das accións de acondicionamento e rexeneración de bancos marisqueiros. Avaliación de resultados dos proxectos executados no 2010.

Autor: No Couto, E.

Solicitante: Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia.

Título: Análise de recapturas de rodaballo (*Scophthalmus maximus*) do Programa de repoboación de especies mariñas da Consellería de Medio Rural e do Mar.

Autor: No Couto, E.

Solicitante: Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia.

Título: Análise preliminar da problemática de diminución da produción de ameixa rubia (*Venerupis rhomboides*) na ría de Vigo.

Autores: de Coa Martín, A.; Iglesias Estepa, D.; López Gómez, C.; Montes Pérez, J.; No Couto, E.; Febrero Mayor, F.; Rodríguez González, L.

Solicitante: Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia.

Título: Informe técnico-biolóxico sobre a solicitude de extracción de áridos en Punta Lioira (Rianxo) para verquido no banco marisqueiro Punta Fincheira-Punta Salto Ladrón (Rianxo) con fins de rexeneración.

Autor: No Couto, E.

Solicitante:

Título: Informe técnico-biolóxico sobre a solicitude de verquido de áridos entre Punta Fincheira e Punta Salto Ladrón (Rianxo) con fins de rexeneración de bancos marisqueiros, procedentes do porto de Vilagarcía de Arousa.

Autor: No Couto, E.

Solicitante: Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia.

Título: Estudo batimétrico, sedimentario e de abundancia de recursos marisqueiros na zona submareal das praias da Xunqueira e Meira (Moaña, Pontevedra).

Autor: No Couto, E.

Solicitante: Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia.

Título: Informe de actividad año 2012 para Jacumar del proyecto “Nutrición paralarvas de pulpo”.

Autores: Linares Cuerpo, F. Elaborado conjuntamente con investigadores del IEO.

Solicitante: JACUMAR.

Título: Informe de actividad año 2012 para Jacumar del proyecto “Calidad del pescado de crianza”.

Autores: Linares Cuerpo, F. Elaborado conjuntamente con investigadores del IEO.

Solicitante: JACUMAR

Título: Detección do protozoo parasito *Mikrocytos mackini* en ameixa xaponesa *Ruditapes philippinarum* do litoral de Galicia.

Autores: Villalba García, A.; Ramilo Álvarez, A.

Título: Detección do virus herpes OsHV1- μ var en ostras rizadas *Crassostrea gigas* cultivadas no polígono de cultivo GROVE A (ría de Arousa).

Autor: Villalba García, A.

Título: Mortalidade de semente de ostra rizada en Galicia.

Autor: Villalba García, A.

Solicitante: Xefe de Servizo de Innovación Tecnolóxica da Acuicultura

Reuniones de planificación de los planes de explotación de los bancos marisqueros “Lombos do Ulla”, “O Bohido” y “Cabío”. Carril.
Iglesias Estepa, D.; No Couto, E.

Reuniones de evaluación del estado de las poblaciones de erizo en las zonas de Couso, Sálvora, Vionta y Sagres (Ría de Arousa) de cara a la planificación de los planes de explotación de este recurso de las cofradías de Aguiño y Ribeira.
Iglesias Estepa, D.

Participación en la reunión de coordinación del Plan Nacional “Nutrición y alimentación de paralarvas y subadultos de pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) (2010-2013)”, como investigadora y representante de la Comunidad Autónoma. Madrid.
Linares Cuerpo, F.

Participación en la reunión de coordinación y seguimiento del Proyecto InterReg Iberomare. Centro Multipolar de Valorização de Recursos e Resíduos Marinhos. Porto.
Linares Cuerpo, F.

Participación en la 4ª reunión de coordinación y seguimiento del Proyecto InterReg Iberomare. Centro Multipolar de Valorização de Recursos e Resíduos Marinhos. Universidade Católica Portuguesa, Centro Regional do Porto, Escola Superior de Biotecnologia, Porto, Portugal
Linares Cuerpo, F.

16.1. ASESORAMIENTO. OTROS

Linares Cuerpo, F. Presentación de la propuesta “DIVERSIFY” a la UE. CONVOCATORIA KBBE. Conjuntamente con IGafa. Responsable Científico de la CMRM.

Linares Cuerpo, F. Representante del CIMA como responsable del seguimiento del proyecto ATRUGAL presentado en la convocatoria FEDER-FEP de la CMRM.

Linares Cuerpo, F. Coordinadora de la CMRM de las actividades realizadas mediante Convenio de Colaboración entre la CMRM y el IEO en los Planes Nacionales Jacumar “Caracterización de la Calidad del Pescado de Crianza” (Capescr) y “Nutrición y alimentación de paralarvas y subadultos de pulpo de roca (*Octopus vulgaris*, L.)” (Nutripulpo).

Linares Cuerpo, F. Coordinadora de la CMRM de las actividades realizadas mediante Convenio de Colaboración entre la CMRM y la Universidad de Vigo en el Plan Nacional Jacumar, Subproyecto de la CA de Galicia: “Análisis e avaliación de diferentes métodos de sacrificio de peixes mariños (rodaballo). Consecuencias sobre a calidade da carne, estrés e benestar”.

Villalba García, A. Representante del CIMA en el “Clúster Uso Sostenible de Recursos Marinos” del Campus del Mar para el diseño de planes estratégicos.

Villalba García, A. Participación por invitación de la Comisión Europea en el taller de trabajo “*Diseases mitigation and prevention in mollusc aquaculture*” cuyo objetivo fue para explorar el potencial de cooperación internacional en el ámbito de la investigación entre la Unión Europea, Australia, Canadá y Nueva Zelanda. Nantes (Francia).

Villalba García, A. Miembro de la “Comisión de Selección de Proyectos del Área Temática de Gestión de Ganadería, Acuicultura y Pesca, Ministerio de Economía y Competitividad”.

Villalba García, A. Participación en una reunión de coordinación del proyecto “*Establishing the scientific bases and technical procedures and standards to recover the European flat oyster production through strategies to tackle the main constraint, bonamiosis*”. AGROCAMPUS. Site de Beg Mail (Francia).

Villalba García, A. Participación por videoconferencia en una reunión de coordinación del Plan Nacional JACUMAR: “Caracterización de la situación sanitaria del litoral español relativa a la infección por virus herpes en moluscos bivalvos y evaluación del impacto de la enfermedad”.

De Coe Martín, A.; García Fernández, A. Durante el año se realizó una colaboración con la organización MSC (Marine Stewardship Council), la cofradía de Bueu y la Cooperativa Ría de Arousa, en el camino de conseguir la certificación de pesquería sostenible y ecológica para la pesquería de la navaja y de almejas para estas dos organizaciones. Para ello se colaboró asistiendo a las diversas reuniones del proceso, se aportó toda la experiencia y documentación disponible por parte de este equipo de investigación, especialmente sobre los efectos de los depredadores sobre estas poblaciones.

16.2. PATENTES

Inventores: Abollo Rodríguez, E., Villalba García, A., Ramilo Álvarez, A.

Título: Procedimiento para detectar e identificar *Bonamia ostreae* y *Bonamia exitiosa* en un único ensayo de reacción en cadena de la polimerasa.

16.3. REVISIÓN DE ARTÍCULOS EN PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

Blanco Pérez, J. *Toxicon*.

Blanco Pérez, J. *Deep Sea Research II*.

Blanco Pérez, J. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*.

Carballal Durán, M.J. *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom*. 1 artículo.

Guerra Díaz, A. *Latin American Journal of Aquatic Research (LAJAR)*.

Iglesias Estepa, D. Revisión del capítulo “*Patology of clams*” del libro “*Clam fisheries and aquaculture*”.

López Gómez, C. *Journal Invertebrate Pathology*: 1 manuscrito.

Villalba García A. *Diseases of Aquatic Organisms*: 5 manuscritos

Villalba García A. *Journal of Invertebrate Pathology*: 1 manuscrito

17.1. DIRECCION/TUTORIZACIÓN DE TESIS

Tema: Estudio del desarrollo gametogénico de la almeja fina, *Ruditapes decussatus* (Linné, 1758) en el medio natural y optimización de las condiciones del acondicionamiento en criadero.

Doctorando/a: Ojea Martínez, J.

Titulación: Licenciada en Biología

Tutor/a y director/a de la tesis: Abad Caeiro, M.; Martínez Patiño, D. (codirectora)

Tema: Alimentación en una planta de cultivos. Calidad del alimento vivo y alternativas a su sustitución o suplementación.

Doctorando/a: Fernández Pardo, A.

Titulación: Licenciada en Biología

Tutor/a y director/a de la tesis: Martínez Patiño, D.; Nóvoa Vázquez, S.

Tema: Optimización del cultivo intensivo de la almeja fina *Ruditapes decussatus* en criadero.

Doctorando/a: Aranda Burgos, J.A.

Titulación: Licenciado en Biología

Tutor/a y director/a de la tesis: Martínez Patiño, D. (tutora y directora); da Costa González, F. (codirector).

Tema: Optimización del cultivo de la coquina *Donax trunculus* en criadero.

Doctorando/a: Louzán Pérez, A.

Titulación: Licenciada en Biología

Tutor/a y director/a de la tesis: Martínez Patiño, D.; Nóvoa Vázquez, S.

Tema: La perkinsosis en el litoral español: caracterización de variantes taxonómicas del parásito y de la respuesta inmunitaria del hospedador.

Doctorando/a: Fernández Boo, S.

Titulación: Licenciado en Biología

Tutor/a y director/a de la tesis: Villalba García, A. (tutor y codirector); Cao Hermida, A. (codirectora); Martínez Portela, P. (codirector, USC).

Tema: Estudio proteómico del sistema inmunitario de la ostra *Ostrea edulis* y de su respuesta frente a la bonamiosis.

Doctorando/a: Rodríguez de la Ballina, N.

Titulación: Licenciada en Biología

Tutor/a y director/a de la tesis: Villalba García, A. (tutor y codirector); Cao Hermida, A. (codirectora)

Tema: Estudio histopatológico de los solénidos comerciales en Galicia (*Ensis arcuatus*, *Ensis siliqua* y *Solen marginatus*).

Doctorando/a: Ruíz Pérez, M.

Titulación: Licenciada en Ciencias del Mar

Tutor/a y director/a de la tesis: López Romalde, J. (tutor, USC); López Gómez, C. (codirectora, CIMA); Darriba, S. (codirectora, INTECMAR)

Tema: Estudo dunha neoplasia diseminada e outras alteracións patolóxicas que afectan as poboacións de berberecho, *Cerastoderma edule*, de Galicia.

Doctorando/a: Díaz Costa, S.M.

Titulación: Licenciada en Ciencias del Mar

Directores Tesis: Carballal Durán, M.J.; Villalba García, A.

Tema: Toxinas emergentes en Galicia.

Doctorando/a: Martín, E.

Titulación: Licenciada en Biología

Tutor/a y director/a de la tesis: Blanco Pérez, J.

Tema: Caracterización molecular de genes implicados en la respuesta inmune de la ostra plana (*Ostrea edulis*) y japonesa (*Crassostrea gigas*) frente a patógenos.

Doctorando/a: Martín Gómez, L.

Titulación: Licenciada en Biología

Tutor/a y director/a de la tesis: Villalba García, A. (tutor y codirector), Abollo Rodríguez, E. (codirectora, CETMAR)

Tema: Desarrollo de herramientas moleculares de diagnóstico y su aplicación a los estudios de patología de moluscos bivalvos.

Doctorando/a: Ramilo Álvarez, A.

Titulación: Licenciada en Biología

Tutor/a y director/a de la tesis: Villalba García, A. (codirector), Abollo Rodríguez, E. (codirectora, CETMAR).

17.2. PARTICIPACIÓN EN TRIBUNALES DE TESIS

Cao Hermida, A.

Título: Efecto de diferentes inhibidores y metales sobre las quinasas humanas VRK y la proteína viral B1R.

Doctorando/a: Barcia Sanjurjo, I.

Facultad de Veterinaria. Campus de Lugo. USC

Martínez Patiño, D.

Título: Desenvolvemento de biomarcadores citoxenéticos e moleculares para a súa avaliación en moluscos bivalvos.

Doctorando/a: Flórez Barrós, F.

Universidade da Coruña

Villalba García, A.: Presidente del tribunal

Título: Incorporación de técnicas de inmunodetección en la monitorización de larvas de mejillón en las aguas costeras gallegas.

Doctorando/a: Pérez Estévez, D.

Universidad de Santiago de Compostela

18.1. CURSOS IMPARTIDOS

PROGRAMAS DE III CICLO UNIVERSITARIO

Máster Interuniversitario en Acuicultura. USC. Galicia.

Curso: Módulo de la materia P1071207. Cultivo de Ostras. 3 ECTS.

Guerra Díaz, A.

Impartición de prácticas sobre deseño de mostraxes cuantitativas, análise de mostras e seguimento produtivo das zonas de libre marisqueo na Ría de Arousa.

No Couto, E.

Profesor de la Asignatura “Mareas Tóxicas”.

Blanco Pérez, J.

Curso: Enfermedades en Invertebrados.

Villalba García A.

European Master of Science in Marine Environment and Resources. Universidad del País Vasco (Leioa, Vizcaya).

Curso: Histology and Histopathology of Aquatic Animals.

Seminarios impartidos:

- General Histopathology of Molluscs
- Microscopical observations of general mollusc histopathology
- Neoplastic lesions in mollusks
- Identification of neoplastic lesions

Villalba García A.

Eventos fitoplanctónicos tóxicos, métodos de detección, acumulación y transformación en bivalvos. Universidad de Colima. México.

Blanco Pérez, J.

Fitoplancton y fitoplancton tóxico. Universidad de Colima. México.

Blanco Pérez, J.

18.2. ASISTENCIA A CURSOS

a) EGAP. Santiago de Compostela

Xefe/a de emerxencia e xefe/a de intervención. Martínez Patiño, D.; Nóvoa Vázquez, S.

Xestión do mercado do sector pesqueiro en Galicia. Fernández Pardo, A.; Louzán Pérez, A.

Curso básico sobre as actividades pesqueiras, marisqueiras e acuícolas en Galicia. Cao Hermida, A.; Fernández Pardo, A.; Louzán Pérez, A.

Sistemas de información xeográfica aplicados a xestión de recursos naturais. Cerviño Otero, A.

Integración ambiental dos sectores da pesca, marisqueo e acuicultura. Cerviño Otero, A.

Lingua inglesa. Linares Cuerpo, F.; Nóvoa Vázquez, S.

Curso Superior de Linguaxe Administrativa. FORGA-Burela. Cerviño Otero, A.; Martínez Patiño, D.

b) MUGATRA

Manipulación de cargas. Cotarelo Jardón, M.J.; Fernández Escudero, A.

Normas de seguridade en talleres de mantemento. Cotarelo Jardón, M.J.; Fernández Escudero, A.

Seguridade nos laboratorios. Álvarez Llamas, L.M.; Bouzamayor Yáñez, M.V.; Cerviño Otero, A.; Cotarelo Jardón, M.J.; Cruzado Estévez, A.; Fernández Escudero, A.; Fernández Pardo, A.; Martínez Patiño, D.; Neira Páez, C.; Nóvoa Vázquez, S.; Ojea Martínez, J.; Piñeiro Bellas, J.; Ruiz Misioné, M.; Páez Pérez, F.J.; Santomé Santos, R.

Seguridade no mar. Bouzamayor Yáñez, M.V.; Cerviño Otero, A.; Cotarelo Jardón, M.J.; Fernández Álvarez, A.; Fernández Pardo, A.; Martínez Patiño, D.; Ojea Martínez, D.; Páez Pérez, F.J.

Pantalla visualización de datos. Cotarelo Jardón, M.J.; Cruzado Estévez, A.; Fernández Álvarez, A.; Martínez Patiño, D.; Neira Páez, C.

c) Centro Tecnológico del Mar. CETMAR. Vigo

FORO I+D+I Seguridade alimentaria: Tecnoloxías para garantir la bioseguridad de los productos de la pesca. Carballal Durán, S.; Ramilo Álvarez, A.

Divulgar Ciencia no século XXI. CETMAR. Vigo. Carballal Durán, S.

Xornada sobre “Escaparate Tecnológico: Tecnoloxías para Garantizar la Bioseguridad de los Productos de la Pesca”.

Montes Pérez, J.

d) Otros

Curso de Internet. FORGA-Burela. Cerviño Otero, A.; Fernández Pardo, A.

Curso *Mass Spectrometry and Proteomics*. *European Molecular Biology Organization y University of Southern Denmark*. Odense (Dinamarca). Fernández Boo, S.

Curso Bioinformatics for mass spectrometry analysis. Swiss Institute of Bioinformatics, Swiss Proteomics Society, ProteomeXchange consortium y European Proteomics Association. Ginebra (Suiza). Rodríguez de la Ballina, N.

Seminario sobre “Real Time PCR, Real Time Cell Analysis”. Facultad de Medicina de Santiago de Compostela.

Alves Garaña, R.; Montes Pérez, J.

Eventos fitoplanctónicos tóxicos, métodos de detección, acumulación y transformación en bivalvos. Universidad de Colima. México. Blanco Pérez, J.C.

Fitoplancton y fitoplancton tóxico. Universidad de Colima. México. Blanco Pérez, J.C.

Dr. Steve Webb, *Cawthron Institute*, Nueva Zelanda.

Conferencia: Molluscan diseases in New Zealand

Lugar: Centro de Investigaciones Marinas, Vilanova de Arousa.

Fecha: 4 de julio de 2012

Dr. Paulino Martínez Portela. Catedrático de Genética de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Santiago de Compostela.

Conferencia: Genotipado por secuenciación: aplicación para la mejora y gestión de recursos genéticos.

Lugar: Centro de Investigaciones Marinas, Vilanova de Arousa.

Fecha: 7 de noviembre de 2012

20.1. ESTANCIAS DEL PERSONAL DEL CIMA EN OTROS CENTROS

Dr. Blanco Pérez, J. Estancia en el Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad de Colima. México.

20.2. ESTANCIAS EN EL CIMA

Dres. Grant Stentiford, John Bignell y Richard Pailey, del *Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (Cefas), Weymouth Laboratory*. Estancia de 3 días para colaborar en el estudio de la marteiliosis.

Dr. Steve Webb, del *Cawthron Institute* de Nueva Zelanda. Visita de un día para debatir sobre enfermedades de moluscos.

Rodríguez Rodríguez, C.; Cabranes Benduero, C. de la Dirección General de Pesca del Principado de Asturias. Estancia de 1 día para adquirir formación en el diagnóstico por PCR del virus herpes de la ostra rizada.

M. Meslem Haoui Nabila. ESSMAL. Argel, Algérie. Estancia de un mes en el CIMA Ribadeo para perfeccionamiento de técnicas histológicas.

20.3. ESTUDIANTES EN PRÁCTICAS

Berdiales Fraga, M.E. Estudiante de Biología de la Universidad Complutense de Madrid. Estancia de 3 meses en el CIMA-Ribadeo, para la realización de prácticas en el marco del convenio de cooperación educativa suscrito entre la Universidad Complutense de Madrid y la Consellería do Mar.

Carreira Flores, D. Estudiante de Biología de la Universidade de Santiago de Compostela. Estancia de 40 días en el CIMA-Ribadeo, para la realización de prácticas en el marco del convenio de colaboración entre la Universidade de Santiago de Compostela y la Consellería do Medio Rural e do Mar.

Rascado Fernández, A. Estudiante de Biología de la Universidade da Coruña. Estancia de 2 meses en el CIMA-Ribadeo, para la realización de prácticas en marco del acuerdo de cooperación educativa entre la Universidade da Coruña y la Consellería do Mar.

20.4. TFM. MÁSTER INTERUNIVERSITARIO GALLEGO DE ACUICULTURA

Neira Artidiello, I.

Título: Cultivo de erizo de mar común, *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816).

Tutora: Ojea Martínez, J.

Medina Petrini, A.

Título: Seguimiento del cultivo de semilla de tres especies de almeja (*Ruditapes philippinarum*, *Venerupis rhomboides* y *Ruditapes decussatus*) en condiciones de criadero.

Tutora: Nóvoa Vázquez, S.

Toca Setien, F.A.

Título: Experiencias preliminares para el desarrollo de sistemas AMTI (Acuicultura Multitrófica Integrada).

Tutores: Cremades, J.; Guerrero, S.

20.5. BECARIOS FP 2º GRADO

Tutor/a: López Gómez, C.

Becario/a: Rodríguez Tamargo, P.

Especialidad: Técnica Especialista en Anatomía Patológica.

Tutor/a: Linares Cuerpo, F.

Becario/a: González Cid, A.I.

Especialidad: Técnico Superior en Producción Acuícola

Tutor/a: No Couto, E.

Becario/a: García Alves, L.

Especialidad: Técnico Superior en Producción Acuícola

Tutor/a: Montes Pérez, J.; Carballal Durán, M.J.

Becario/a: Alves Garaña, R.

Especialidad: Técnico Superior de Anatomía Patológica y Citología.

Tutor/a: Villalba García, A.

Becario/a: Pérez González, L.

Especialidad: Técnico Superior en Análisis y Control

Tutor/a: Villalba García, A.

Becario/a: González García, M.M.

Especialidad: Técnico Superior en Producción Acuícola

Tutor/a: Villalba García, A.

Becario/a: Vilar Fernández, D.

Especialidad: Técnico Superior en Producción Acuícola

Tutor: Carballal Durán, M.J.

Becario/a: Alves Garaña, R.

Especialidad: Técnico Especialista en Anatomía Patológica

Tutor/a: Martínez Patiño, D.

Becario/a: Pol Martínez, M.E.

Especialidad: Técnico Superior en Producción Acuícola

Tutor/a: Nóvoa Vázquez, S.

Becario/a: Santomé Santos, M.R.

Especialidad: Técnico Superior en Análisis y Control

Tutor/a: Ojea Martínez, J.
Becario/a: Piñeiro Bellas, J.
Especialidad: Técnico Superior en Producción Acuícola

21

GASTOS

I.- Distribución del presupuesto por capítulos

Capítulo	Cantidad (Euros)
Capítulo I: Gastos de personal	1.404.449,93
Capítulo II: Gastos corrientes en bienes y servicios	185.806,08
Capítulo IV: Transferencias corrientes	80.071,40
Capítulo VI: Inversiones reales	874.571,98
Capítulo VII: Transferencias de capital	
Total	2.544.899,39

Origen de los fondos		Cantidad (euros)
Propia: Xunta de Galicia a través de la DXIDP de la Consellería do Mar		450.703,68
a) Para Acciones de Investigación que desarrolla el CIMA		
b) Para Convenios con entidades externas		
Adm. Gen. del Estado	Plan Nac. de Cult. Mar. JACUMAR INIA, MCYT/MEC	298.150,89
Unión Europea (INTERREG, VI Programa Marco,...).		125.717,41
Total		874.571,98

galicia



XUNTA DE GALICIA