
JACUMAR
JUNTA NACIONAL ASESORA DE CULTIVOS
MARINOS

PLANES NACIONALES

**Informe Final Extenso: “Desarrollo de la
tecnología de producción y cultivo de almejas”.**

Tabla de contenido

JACUMAR	- 1 -
PLANES NACIONALES	- 1 -
DATOS DE LOS INVESTIGADORES	- 6 -
INTRODUCCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	- 15 -
OBJETIVOS REALIZADOS	- 18 -
LÍNEA 1: PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN CRIADERO	- 19 -
INTRODUCCIÓN.....	- 19 -
OBJETIVOS DE LA LÍNEA 1	- 19 -
RESUMEN DE LA LÍNEA 1	- 10 -
TAREAS DE LA LÍNEA 1	- 14 -
Tarea 1: Definir parámetros de emplazamiento para criaderos	- 14 -
CA de Cataluña.....	- 14 -
CA de Andalucía	- 15 -
CA de Asturias	- 18 -
CA de Cantabria	- 20 -
Tarea 2: Acondicionamiento de progenitores	- 24 -
CA de Galicia	- 24 -
CA de Cataluña.....	- 29 -
CA de Andalucía	- 33 -
CA de Asturias	- 39 -
CA de Cantabria	- 43 -
Tarea 3: Análisis de diferentes sistemas de producción de fitoplancton	- 44 -
CA de Galicia	- 45 -
CA de Cataluña.....	- 48 -
CA de Cantabria	- 50 -
Otras alternativas a la alimentación viva (fitoplancton): las microcápsulas	- 52 -
Tarea 4: Cultivo larvario	- 61 -
CA de Galicia	- 61 -
CA de Cataluña.....	- 66 -
CA de Andalucía	- 70 -
CA de Asturias	- 78 -
CA de Cantabria	- 79 -
Tarea 5: Cultivo postlarvario	- 80 -
CA de Galicia	- 80 -
CA de Cataluña.....	- 83 -
CA de Andalucía	- 83 -
CA de Asturias	- 86 -
CA de Cantabria	- 87 -
Tarea 6: Diseño, análisis y validación de pequeñas unidades de producción de semilla	- 88 -
CA de Galicia	- 88 -
Tarea 7: Análisis de costos/rendimientos y transferencia una vez analizados	- 91 -
CA de Galicia	- 91 -
CONCLUSIONES DE LA LÍNEA 1	- 92 -
Parámetros de emplazamiento para criaderos	- 92 -
Acondicionamiento, cultivo larvario y postlarvario	- 93 -
Cultivo de fitoplancton	- 94 -
Minicriaderos	- 94 -

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

BIBLIOGRAFÍA DE LA LÍNEA 1	- 95 -
LÍNEA 2: PREENGORDE DE SEMILLA	- 101 -
INTRODUCCIÓN	- 101 -
OBJETIVOS DE LA LÍNEA 2	- 101 -
RESUMEN DE LA LÍNEA 2	- 102 -
TAREAS DE LA LÍNEA 2	- 104 -
Tarea 1: Diseño de sistemas de preengorde de semilla	- 104 -
CA de Galicia	- 104 -
CA de Cataluña.....	- 108 -
CA de Asturias	- 113 -
CA de Cantabria	- 114 -
Tarea 2: Estudio comparativo del crecimiento de la semilla en los diferentes sistemas	- 115 -
CA de Galicia	- 115 -
Sobreelevado	- 119 -
Almeja babosa	- 120 -
Sobreelevado	- 120 -
Almeja japónica.....	- 121 -
Sobreelevado	- 121 -
Batea	- 122 -
Sobreelevado	- 122 -
CA de Cataluña.....	- 133 -
CA de Andalucía	- 149 -
CA de Asturias	- 153 -
Tarea 3: Influencia de los factores medioambientales sobre el crecimiento y mortalidad	- 161 -
CA de Cantabria	- 161 -
Tarea 4: Validación de sistemas, análisis de rendimientos y costes	- 166 -
CA de Galicia	- 166 -
CA de Andalucía	- 170 -
CONCLUSIONES DE LA LÍNEA 2	- 171 -
Galicia:	- 171 -
Cataluña:.....	- 172 -
Andalucía:.....	- 172 -
Asturias:.....	- 172 -
Cantabria:	- 173 -
BIBLIOGRAFÍA DE LA LÍNEA 2	- 174 -
LÍNEA 3: ENGORDE DE SEMILLA	- 180 -
INTRODUCCIÓN.....	- 180 -
OBJETIVOS DE LA LÍNEA 3	- 180 -
RESUMEN DE LA LÍNEA 3	- 180 -
TAREAS DE LA LÍNEA 3	- 181 -
Tarea 1: Cultivo de almejas en estanques	- 181 -
CA de Andalucía	- 181 -
Tarea 2: Cultivo en sistema abierto	- 183 -
CA de Cataluña.....	- 183 -
CONCLUSIONES DE LA LÍNEA 3	- 188 -
Cataluña	- 188 -
Andalucía.....	- 188 -

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

BIBLIOGRAFÍA DE LA LÍNEA 3	- 189 -
LÍNEA 4: PATOLOGÍA	- 190 -
INTRODUCCIÓN	- 190 -
OBJETIVOS DE LA LÍNEA 4	- 190 -
RESUMEN DE LA LÍNEA 4	- 191 -
TAREAS DE LA LÍNEA 4	- 192 -
Tarea 1: Estudio bacteriológico de los reproductores y de la semilla	- 192 -
CA de Galicia	- 192 -
Tarea 2: Control patológico para evaluación de los posibles episodios de mortalidad de las poblaciones en reproductores y semilla	- 205 -
CA de Galicia	- 205 -
CA de Cataluña.....	- 209 -
CA de Asturias	- 210 -
CONCLUSIONES DE LA LÍNEA 4	- 211 -
Galicia.....	- 211 -
Cataluña	- 213 -
Asturias.....	- 213 -
BIBLIOGRAFÍA DE LA LÍNEA 4	- 214 -

INFORME FINAL EXTENSO

1.- DATOS ADMINISTRATIVOS

TITULO: Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas

FECHAS DE REALIZACIÓN

Inicio: 2005

Finalización: 2007

PRESUPUESTO TOTAL EN EUROS

841.306,59 €

DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO

Nombre y Apellidos: Dorotea Martínez Patiño

Organismo/ Centro: Centro de Cultivos Mariños (CIMA)

Departamento: Acuicultura

Teléfono: 982-128100

Fax:982-130391

Correo electrónico: mptea@cimacoron.org

Dirección postal completa: Centro de Cultivos Mariños, Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos, Peirao de Porcillan s/n, 27700 Ribadeo (LUGO)

PARTICIPANTES por cada Comunidad Autónoma

CA de GALICIA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de centro: Centro Público de I+D.

Nombre: CIMA

CIF: S-1511001-H

Nombre Representante Legal: Fátima Linares Cuerpo

DATOS DE LOS INVESTIGADORES

Nombre: Alejandro Guerra Díaz
Organismo: Xunta de Galicia
Centro: Centro de Investigaciones Mariñas (CIMA)
Departamento: Acuicultura
Equipo: Moluscos
Teléfono: 986-500155
Fax.: 986-506788
Correo electrónico: guerrad@cimacoron.org
Dirección Postal: Centro de Investigaciones Mariñas, Pedras de Corón, s/n, Apartado 13 – 36620 Vilanova de Arousa (Pontevedra)

Nombre: M^a Carmen Andrés Rivas
Organismo: Xunta de Galicia
Centro: Instituto Galego de Formación en Acuicultura (IGAFA)
Departamento:
Equipo: Moluscos
Teléfono: 986-527101
Fax.: 986-527161
Correo electrónico: maria.carmen.andres.rivas@xunta.es
Dirección Postal: IGAFA, Niño do Corvo, s/n – 36626 Illa de Arousa (Pontevedra)

Nombre: Miguel Angel Lastres Couto
Organismo: Xunta de Galicia
Centro: Instituto Galego de Formación en Acuicultura (IGAFA)
Departamento:
Equipo: Moluscos
Teléfono: 986-527101
Fax.: 986-527161
Correo electrónico: miguel.anxo.lastres.couto@xunta.es
Dirección Postal: IGAFA, Niño do Corvo, s/n – 36626 Illa de Arousa (Pontevedra)

Nombre: Susana Nóvoa Vázquez
Organismo: Xunta de Galicia
Centro: Centro de Cultivos Mariños (CIMA)
Departamento: Acuicultura
Equipo: Moluscos
Teléfono: 982-128100
Fax.: 982-130391
Correo electrónico: snovoa@cimacoron.org
Dirección Postal: Centro de Cultivos Mariños, Peirao de Porcillan, s/n – 27700 Ribadeo (Lugo)

Nombre: Justa Ojea Martínez
Organismo: Xunta de Galicia
Centro: Centro de Cultivos Mariños (CIMA)

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Departamento: Acuicultura

Equipo: Moluscos

Teléfono: 982-128100

Fax.: 982-130391

Correo electrónico: justaom@cimacoron.org

Dirección Postal: Centro de Cultivos Mariños, Peirao de Porcillan, s/n – 27700 Ribadeo (Lugo)

Nombre: Antonio Cerviño Eiroa

Organismo: Xunta de Galicia

Centro: Centro de Investigacións Mariñas (CIMA)

Departamento: Recursos Marinos

Equipo: Moluscos

Teléfono: 986-500155

Fax.: 986-506788

Correo electrónico: cervi@cimacoron.org

Dirección Postal: Centro de Investigacións Mariñas, Pedras de Corón, s/n, Apartado 13 – 36620 Vilanova de Arousa (Pontevedra)

Nombre: Antonio García Fernández

Organismo: Xunta de Galicia

Centro: Centro de Investigacións Mariñas (CIMA)

Departamento: Recursos Marinos

Equipo: Moluscos

Teléfono: : 986-500155

Fax.: 986-506788

Correo electrónico: anton@cimacoron.org

Dirección Postal: Centro de Investigacións Mariñas, Pedras de Corón, s/n, Apartado 13 – 36620 Vilanova de Arousa (Pontevedra)

Nombre: Alberto De Coo Martín

Organismo: Xunta de Galicia

Centro: Centro de Investigacións Mariñas (CIMA)

Departamento:

Equipo:

Teléfono: 986-500155

Fax.: 986-506788

Correo electrónico: decoo@cimacoron.org

Dirección Postal: Centro de Investigacións Mariñas, Pedras de Corón, s/n, Apartado 13 – 36620 Vilanova de Arousa (Pontevedra)

Nombre: Carmen López Gómez

Organismo: Xunta de Galicia

Centro: Centro de Investigacións Mariñas

Departamento: Patología

Equipo: Moluscos

Teléfono: 986-500155

Fax.: 986-506788

Correo electrónico: clopez@cimacoron.org

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Dirección Postal: Centro de Investigaciones Mariñas, Pedras de Corón, s/n,
Apartado 13 – 36620 Vilanova de Arousa (Pontevedra)

Nombre: M^a Jesús Carballal Durán

Organismo: Xunta de Galicia

Centro: Centro de Investigaciones Mariñas

Departamento: Patología

Equipo: Moluscos

Teléfono: 986-500155

Fax.: 986-506788

Correo electrónico: maria.carballal@cimacoron.org

Dirección Postal: Centro de Investigaciones Mariñas, Pedras de Corón, s/n,
Apartado 13 – 36620 Vilanova de Arousa (Pontevedra)

Becaria del proyecto en el Centro de Cultivos de Ribadeo

Nombre: Ana Cerviño Otero

Organismo: Xunta de Galicia

Centro: Centro de Cultivos Mariños (CIMA)

Departamento: Acuicultura

Equipo: Moluscos

Teléfono: 982-128100

Fax.: 982-130391

Correo electrónico: anacervi@cimacoron.org

Dirección Postal: Centro de Cultivos Mariños, Peirao de Porcillan, s/n – 27700
Ribadeo (Lugo)

CA de CATALUÑA

DATOS DEL COORDINADOR DEL SUBPROYECTO

Nombre y Apellidos: Dolors Furones Nozal

Organismo/ Centro: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA)/ SCR -
Centro d'Aqüicultura

Departamento: Unidad de Cultivos Experimentales

Teléfono: 977-745427

Fax: 977-744138

Correo electrónico: dolors.furones@irta.es

Dirección postal completa: Ctra. De Poble Nou, s/n. Apt. de correo nº 200 – 43540
Sant Carles de la Ràpita (Tarragona)

CENTRO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de centro: Centro Público de I+D.

Nombre: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA)

CIF: Q-5855049-B

Nombre Representante Legal: Agustí Fonts i Cavestany

DATOS INVESTIGADORA PRINCIPAL DEL PROYECTO

Nombre: Marina Delgado Fernández
Organismo: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA)
Centro: SCR - Centro d'Aqüicultura
Departamento: Unidad de Cultivos Experimentales
Equipo: Cultivo de Moluscos
Teléfono: 977-745427
Fax: 977-744138
Correo electrónico: marina.delgado@irta.es
Dirección postal completa: Ctra. De Poble Nou, s/n. Apt. de correo nº 200 – 43540 Sant Carles de la Rápita (Tarragona)

DATOS DE LOS INVESTIGADORES

Nombre: Monserrat Ramón Herrero
Organismo: Instituto Español de Oceanografía
Centro: Instituto de Ciencias Marinas – CSIC (Barcelona)
Teléfono: 977-745427
Fax.: 977-744138
Correo electrónico: mramon@icm.csic.es
Dirección Postal: Ctra. De Poble Nou, s/n. Apt. de correo nº 200 – 43540 Sant Carles de la Rápita (Tarragona)

Nombre: Joan Ignasi Gairín Deulofeu
Organismo: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA)
Centro: SCR – Centre d'Aqüicultura
Departamento: Unidad de Cultivos experimentales
Equipo: Cultivo de Moluscos
Teléfono: 977-745427
Fax: 977-744138
Correo electrónico: Ignasi.Gairin@irta.es
Dirección postal completa: Ctra. De Poble Nou, s/n. Apt. de correo nº 200 – 43540 Sant Carles de la Rápita (Tarragona)

Nombre: Noelia Carrasco Querol
Organismo: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA)
Centro: SCR – Centre d'Aqüicultura
Departamento: Unidad de Cultivos Experimentales
Equipo: Patología
Teléfono: 977-745427
Fax: 977-744138
Correo electrónico: Noelia.Carrasco@irta.es
Dirección postal completa: Ctra. De Poble Nou, s/n. Apt. de correo nº 200 – 43540 Sant Carles de la Rápita (Tarragona)

Nombre: Laurence Elandalloussi
Organismo: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA)
Centro: SCR – Centre d'Aqüicultura

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Departamento: Unidad de Seguiment del Medi
Teléfono: 977-745427
Fax: 977-744138
Correo electrónico: Laurence.Elandalousi@irta.es
Dirección postal completa: Ctra. De Poble Nou, s/n. Apt. de correo nº 200 –
43540 Sant Carles de la Rápita (Tarragona)

Nombre: Josu Pérez Larruscain
Organismo: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA)
Centro: SCR – Centre d'Aqüicultura
Departamento: Unidad de Cultivos Experimentales
Equipo: Cultivo de Moluscos
Teléfono: 977-745427
Fax: 977-744138
Correo electrónico: Josu.Perez@irta.es
Dirección postal completa: Ctra. De Poble Nou, s/n. Apt. de correo nº 200 –
43540 Sant Carles de la Rápita (Tarragona)

Nombre: Alicia Estévez García
Organismo: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA)
Centro: SCR – Centre d'Aqüicultura
Departamento: Unidad de Cultivos Experimentales
Equipo: Cultivo de Peces
Teléfono: 977-745427
Fax: 977-744138
Correo electrónico: Alicia.Estevez@irta.es
Dirección postal completa: Ctra. De Poble Nou, s/n. Apt. de correo nº 200 –
43540 Sant Carles de la Rápita (Tarragona)

CA de ANDALUCÍA

DATOS DEL COORDINADOR DEL SUBPROYECTO

Nombre y Apellidos: Oscar Moreno Escalante
Organismo/ Centro: Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y
Pesquera (IFAPA), Junta de Andalucía/ Centro IFAPA “Agua Del Pino”
Departamento:
Teléfono: 959 024900 – 959 024922
Fax: 959 024929
Correo electrónico: oscar.moreno@juntadeandalucia.es
Dirección postal completa: Apdo. 104; 21071 - Huelva

CENTRO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de centro: Centro Público de I+D.
Nombre: Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
(IFAPA). Junta de Andalucía
CIF: Q-4100689-A
Nombre Representante Legal: Carmen Hermosín Gaviño

DATOS DE LOS INVESTIGADORES

Nombre: José Miguel Vela López
Organismo: Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Junta de Andalucía
Centro: Centro IFAPA “Agua Del Pino”
Departamento: Producción
Teléfono: 959 024900
Fax.: 959 024929
Correo electrónico:
Dirección Postal: Apdo. 104; 21071 - Huelva

Nombre: Inmaculada Palanco Sánchez
Organismo: Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Junta de Andalucía
Centro: Centro IFAPA “Agua Del Pino”
Departamento: Producción
Teléfono: 959 024900 - 959 024923
Fax.: 959 024929
Correo electrónico: inmaculada.palanco.ext@juntadeandalucia.es
Dirección Postal: Apdo. 104; 21071 - Huelva

Nombre: Manuel Saavedra Martín
Organismo: Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Junta de Andalucía
Centro: Centro IFAPA “El Toruño”
Departamento: Producción
Teléfono: 956 024712
Correo electrónico: manuelc.saavedra@juntadeandalucia.es
Dirección Postal: Apdo. 104; 21071 - Huelva

BECARIOS O CONTRATADOS DEL PROYECTO:

Nombre: María Ángeles Torres Leal
Organismo: Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Junta de Andalucía
Centro: Centro IFAPA “Agua Del Pino”
Departamento: Producción
Teléfono: 959 024900
Fax.: 959 024929
Correo electrónico:
Dirección Postal: Apdo. 104; 21071 - Huelva

Nombre: María Paz Ruiz Azcona
Organismo: Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Junta de Andalucía
Centro: Centro IFAPA “Agua Del Pino”
Departamento: Producción
Teléfono: 959 024900 – 959 024954

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Fax.: 959 024900

Correo electrónico: mpaz.ruiz.ext@juntadeandalucia.es

Dirección Postal: Apdo. 104; 21071 - Huelva

CA de ASTURIAS

DATOS DEL COORDINADOR DEL SUBPROYECTO

Nombre y Apellidos: José Francisco Carrasco Figalgo

Organismo/ Centro: Centro de Experimentación Pesquera

Departamento:

Teléfono: 985 -314652

Fax: 985-312899

Correo electrónico: jfcf@princast.es

Dirección postal completa: Avda. Príncipe de Asturias s/n 33212 Gijón (Asturias)

CENTRO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de centro: Consejería de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias.

Dirección General de Pesca

Nombre: Centro de Experimentación Pesquera

CIF: S/ 3333001-J

Nombre Representante Legal: D^a Pilar Giménez Díez.

DATOS DE LOS INVESTIGADORES

Nombre: Carmen Rodríguez Rodríguez

Organismo: Consejería de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias.

Centro: Centro de Experimentación Pesquera

Departamento: Acuicultura

Equipo:

Teléfono: 985-635020

Fax.: 985-635020

Correo electrónico: menchurr@princast.es

Dirección Postal: Castropol (Asturias)

BECARIOS DEL PROYECTO:

Nombre: Juan Carlos Arronte Prieto

Organismo: Universidad de Oviedo

Departamento: Genética

Teléfono: 985-635020

Fax.: 985-635020

Correo electrónico:

Dirección Postal: Castropol (Asturias)

Nombre: José Antonio García Pérez

Organismo: Universidad de Oviedo

Departamento: Genética

Teléfono: 985-635020

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Fax.: 985-635020

Correo electrónico:

Dirección Postal: Castropol (Asturias)

CA de CANTABRIA

DATOS DEL COORDINADOR DEL SUBPROYECTO

Nombre y Apellidos: Juan Cigarria Álvarez

Organismo/ Centro: Tinamenor, S.A.

Departamento: Moluscos

Teléfono: 942-718020

Fax: 942-718025

Correo electrónico: moluscos@tinamenor.es

Dirección postal completa: Pesues s/n, 39594 Cantabria

CENTRO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de centro: Organismo Público

Nombre: Consejería de Ganadería, Agricultura y Pesca del Gobierno de Cantabria.

CIF: S-3933002-B

Nombre Representante Legal: Fernando Torrontegui Mirones

DATOS DE LOS INVESTIGADORES

Nombre: Esperanza Sola Izcue

Organismo: Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad, Gobierno de Cantabria

Centro: Servicio de Laboratorio y Control

Departamento: Coordinación

Teléfono: 942-332400

Fax.: 942-332400

Correo electrónico: sola_e@gobcantabria.es

Dirección Postal: C/ Peña Bejo s/n.39011.- Santander

Nombre: Baldomero Fernández Rabanillo

Organismo: Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad, Gobierno de Cantabria

Centro: Servicio de Laboratorio y Control

Departamento: Parasitología y Análisis clínicos

Teléfono: 942-332400

Fax.: 942-332400

Correo electrónico: fernandez_ba@gobcantabria.es

Dirección Postal: C/ Peña Bejo s/n.39011.- Santander

Nombre: Gloria Gradillas Suárez

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Organismo: Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad,
Gobierno de Cantabria

Centro: Servicio de Laboratorio y Control

Departamento: Bacteriología

Teléfono: 942-332400

Fax.: 942-332400

Correo electrónico: gradillas_mg@gobcantabria.es

Dirección Postal: C/ Peña Bejo s/n.39011.- Santander

INTRODUCCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La producción de moluscos bivalvos y en concreto de almejas, constituye un sector económico de elevadas posibilidades en el litoral español. En primer lugar este tipo de producción se dirige a un amplio mercado, con una demanda en alza y desde una posición favorable al disponer de un producto de elevada calidad y estar dotados de una amplia red comercial. De acuerdo a los últimos datos disponibles de la FAO, el subsector de almejas y berberechos pasó de una producción de 629.788 Tm en 1990 a 2.744.846 Tm en 1999, con una facturación de 900 a 3.500 millones de euros, respectivamente. Por otra parte, es un dato de sobra conocido que la producción española de almejas solo alcanza una sexta parte de la demanda de nuestro mercado nacional, siendo cubierta básicamente con importaciones. Así mismo, dentro de la relativa situación socioeconómica de diversas zonas del litoral, la extracción, semicultivo y acuicultura de moluscos representa una dedicación de miles de personas y muy diversas empresas, constituyendo una alternativa real de desenvolvimiento local. Esta importancia socioeconómica se expresa de forma más notoria en algunas comunidades autónomas y de forma relevante en Galicia.

Dentro de las especies de moluscos bivalvos que, en algunas comunidades están incidiendo de forma clara en la actividad económica de las poblaciones ribereñas, destacan: la almeja fina (*Tapes decussatus*), la almeja babosa (*Venerupis pullastra*) y la almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*). Todas ellas conforman el núcleo básico de este sector productivo en España.

Si bien, tradicionalmente, la pesca de estos moluscos se encuadraba dentro de una actividad meramente extractiva y con marcadas fluctuaciones anuales relacionadas con la variabilidad ambiental y capacidad organizativa, en las últimas décadas, debido precisamente al incremento de la importancia económica de esta actividad y a la evolución de los niveles organizativos del sector extractivo, los procesos relacionados con las técnicas de acuicultura marcan una influencia muy destacada a la hora de optimizar la producción de estos moluscos bivalvos.

A pesar de que las técnicas de producción de semilla en criadero son conocidas y se practican a nivel industrial desde hace más de 20 años, la producción masiva y continuada de semilla de moluscos bivalvos comerciales no acaba de estabilizarse según demanda y necesidades del sector conchicultor.

Resulta evidente, a pesar de las excelentes condiciones de nuestro litoral, excepcionales en algunos casos, para el desarrollo de estos cultivos, que las cifras de producción de estas especies son bastante reducidas. Y en nuestra opinión, gran parte de las causas que condicionan esta falta de desarrollo se encuentran en la escasez de conocimientos de los procesos básicos del cultivo de las mismas y en una adecuada gestión de transferencia tecnológica al sector cultivador.

Por todo ello, se plantea la necesidad de un proyecto con equipos de investigación que, sobre el propio terreno del cultivo, resuelvan, modelicen y den pautas claras de procedimientos para la optimización del cultivo de estas especies de almejas.

Para este fin es necesario abordar las diversas problemáticas que se plantean actualmente en las diversas fases del cultivo. Así, y en primer lugar, es necesario

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

resolver y conseguir la oferta continuada de abundante semilla de calidad necesaria para la siembra, tanto en zonas intermareales como submareales, careciéndose en la actualidad de una oferta en la cantidad demandada y protocolos de calidad que garanticen a los cultivadores una entrada favorable de semilla en los sistemas de engorde.

Por otro lado, para optimizar el cultivo de estas especies, es necesario tener un conocimiento claro de cuales son las mejores técnicas a utilizar en cada una de las fases de producción, preengorde y engorde, conocer los problemas que se plantean y buscar las soluciones más razonables de cara a abordar el cultivo integral e indicadores claros de la buena marcha del cultivo.

Aunque la producción de semilla en criadero tiene grandes similitudes en todas las especies comerciales, existen aspectos que las diferencian en cuanto a las técnicas, métodos y protocolos de cultivo. En especies como son la almeja japonesa y babosa, la producción en criadero reviste menos problemas que la almeja fina; basándonos en las dos primeras especies se podría estandarizar los protocolos de producción, y posteriormente resolver los problemas que la almeja fina presenta en estas instalaciones. En cuanto al preengorde en instalaciones en tierra o en artefactos en el medio natural, reviste gran interés el optimizar el rendimiento, no sólo en cuanto a supervivencia, sino también abaratando los costes.

Por último se plantea que, las conclusiones obtenidas con el desarrollo del proyecto puedan ser transferidas a los productores mediante una información adecuada donde se definan protocolos de actuación e indicadores de calidad, así como favorecer una transferencia tecnológica.

En base a las recomendaciones que sobre este Plan Nacional se plantearon en la 53^a JACUMAR (Candás, Asturias, 02/12/02), y tomando como referencia las conclusiones de la reunión de expertos celebrada, a tal fin, en Santiago de Compostela el 13/02/03, y acorde con las necesidades y prioridades de las CCAA interesadas en el Plan Nacional de producción de semilla de almeja, se orienta este Plan Nacional según los objetivos del apartado siguiente.

OBJETIVOS INICIALES

- 1.- Desarrollo y mejora de las técnicas de producción de semilla de almejas.
- 2.- Optimización de los sistemas de preengorde y engorde.
- 3.- Transferencia y divulgación de los resultados, mediante la elaboración de un manual de cultivo.

	LÍNEA Objetivos Generales	ACTIVIDAD Objetivos Parciales	CCAA Participantes
COORDINACIÓN: GALICIA	1.- Producción de semilla en criadero	<ul style="list-style-type: none"> - Acondicionamiento de progenitores - Analizar diferentes sistemas de producción de fitoplancton - Definir parámetros de emplazamientos para criaderos - Cultivo larvario - Cultivo postlarvario - Diseñar, analizar y validar pequeñas unidades de producción de semilla - Análisis de costos una vez validados 	CA de Galicia CA de Asturias CA de Andalucía CA de Cataluña CA de Cantabria CA de Galicia
	2.-Preengorde de semilla	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de sistemas de preengorde de semilla - Determinación de parámetros de cultivo - Estudio de la problemática - Influencia de factores medioambientales - Determinación de índices de calidad - Evaluación de costes y rentabilidad de cada sistema 	CA de Galicia CA de Asturias CA de Andalucía CA de Cataluña CA de Cantabria
	3.- Engorde de semilla	<ul style="list-style-type: none"> - Cultivo de almejas en estanques - Cultivo en sistema abierto - Determinación de parámetros - Comparación de los resultados en los diferentes sistemas 	CA de Cataluña CA de Andalucía
	4.- Patología	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de bacterias asociadas a mortalidades de los diferentes cultivos - Control patológico sobre las poblaciones de criadero y preengorde - Control patológico relacionado con, deformaciones o efectos de depredación en el engorde - Control patológico de los reproductores en el acondicionamiento 	CA de Galicia CA de Cantabria CA de Asturias CA de Andalucía CA de Cataluña
	5.- Difusión y explotación: integración de la información y proyección de resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Recoger y recopilar información - Valorar experiencias - Transferencia y divulgación de los resultados mediante la elaboración de un manual de cultivo 	CA de Galicia CA de Cantabria CA de Asturias CA de Andalucía CA de Cataluña

OBJETIVOS REALIZADOS

Línea 1: Producción de semilla en criadero

Línea 2: Preengorde de semilla

Línea 3: Engorde de semilla

Línea 4: Patología

	OBJETIVOS	CCAA
1- Producción de semilla en criadero	- Definir parámetros de emplazamiento para criaderos	C' Cataluña C' Andalucía C' Asturias C' Cantabria
	- Acondicionamiento de procrentores <ul style="list-style-type: none"> - Cultivo lavano - Cultivo postlavano 	C' Galicia C' Cataluña C' Andalucía C' Asturias C' Cantabria
	- Analiza distintos sistemas de producción de fitoplancton	C' Galicia C' Cataluña C' Cantabria
	- Diseñar, analizar y validar pequeñas unidades de producción de semilla	C' Galicia
	- Análisis de costes, rendimientos y transferencia una vez analizados	C' Galicia
2- Preengorde de semilla	- Diseño de sistemas de preengorde de semilla	C' Galicia C' Cataluña
	- Estudio comparativo del crecimiento de la semilla en los diferentes sistemas	C' Andalucía C' Asturias C' Cantabria
	- Influencia de los factores medioambientales sobre el crecimiento y mortalidad	C' Galicia C' Cataluña C' Asturias C' Cantabria
	- Validación de sistemas, análisis de rendimientos y costes	C' Galicia C' Andalucía
3- Engorde de semilla	- Cultivo de almejas en estanques	C' Andalucía
	- Cultivo en sistema abierto	C' Cataluña
4- Patología	- Estudio bacteriológico de los reproductores y de la semilla	C' Galicia C' Asturias C' Cantabria
	- Control patológico para evaluación de los posibles episodios de mortalidad de las poblaciones en reproductores y semilla	C' Galicia C' Cataluña C' Asturias

LÍNEA 1: PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN CRIADERO

INTRODUCCIÓN

Aunque la producción de semilla en criadero tiene grandes similitudes en todas las especies comerciales, existen aspectos que las diferencian en cuanto a las técnicas, métodos y protocolos de cultivo.

Por todo ello, es necesario estudiar aspectos de las diferentes fases de un cultivo intensivo y a partir de los resultados, diseñar protocolos operativos estandarizados para las distintas especies estudiadas.

Existe una propuesta en estudio desde hace dos años en la CA de Galicia que promueve unas pequeñas instalaciones versátiles y baratas (los minicriaderos). Conviene mejorar, protocolizar y proyectar los logros obtenidos, para conseguir un rendimiento adecuado y constante de estas instalaciones.

Dentro de esta línea de trabajo se incluyen varias tareas a realizar por las diferentes comunidades autónomas.

Tarea 1: Definir parámetros de emplazamiento para criaderos.

Tarea 2: Acondicionamiento de progenitores.

Tarea 3: Análisis de diferentes sistemas de producción de fitoplancton.

Tarea 4: Cultivo larvario.

Tarea 5: Cultivo postlarvario.

Tarea 6: Diseño, análisis y validación de pequeñas unidades de producción de semilla.

Tarea 7: Análisis de costos/rendimientos y transferencia una vez analizados.

	a) Galicia	b) Cataluña	c) Andalucía	d) Asturias	e) Cantabria
Tarea 1		X	X	X	X
Tarea 2	X	X	X	X	X
Tarea 3	X	X			X
Tarea 4	X	X	X	X	X
Tarea 5	X	X	X	X	X
Tarea 6	X				
Tarea 7	X				

OBJETIVOS DE LA LÍNEA 1

- Definir y describir las condiciones óptimas de ubicación de las instalaciones de producción, en base a la calidad del agua, determinando los parámetros que se deben tener en cuenta para la ubicación de estos criaderos.
- Optimizar el acondicionamiento de los reproductores, estudiando diversos factores (alimentación, temperatura, renovación de agua, fotoperíodo) con el fin de obtener desoves de calidad y acortar la fase de gametogénesis del medio natural.

- Manejo de los cultivos larvarios optimizando las densidades, temperatura y alimentación.
- Adecuación de sistemas para el mantenimiento de postlarvas desde 300 a 1000 micras. Densidades, flujos, circuitos de agua, aireación y alimentación óptima.
- Cultivo de fitoplancton: analizar los diferentes sistemas de cultivo de microalgas (continuo, semicontinuo o en serie) en base a sus composiciones y mayor rentabilidad.
- Diseño de instalaciones para criadero que supongan bajos costes tanto de instalación como de mantenimiento. Serían pequeñas unidades de producción de semilla basadas en el aprovechamiento de las características medioambientales.
- Análisis de costos y rendimientos una vez validadas estas pequeñas unidades de producción.

RESUMEN DE LA LÍNEA 1

Parámetros de emplazamiento para criaderos

La primera cuestión planteada para el desarrollo de este proyecto, fue la definición de los parámetros a evaluar y mejorar en los emplazamientos de los criaderos, que puedan influir directamente en los resultados de los cultivos de almejas.

Para ello las Comunidades Autónomas tuvieron en cuenta las características medioambientales del lugar de emplazamiento de las instalaciones existentes y las que se crearon. Estas características definirán la calidad del agua recogida para ser utilizada en los cultivos.

Por lo tanto se analizaron periódicamente las características físicas del agua: pH, temperatura, salinidad, cantidad de oxígeno, índice de color y cantidad de sustancias sólidas. También se analizó químicamente obteniendo información sobre su composición en: hidrocarburos aromáticos policíclicos, pesticidas, plaguicidas, metales pesados, compuestos organoestánicos y PCBs.

El resultado de dichos estudios reveló que, la calidad de las aguas no perjudicaba el rendimiento de los cultivos pero, siempre teniendo en cuenta las mejoras que se llevan a cabo para que dicha calidad fuera lo más óptima posible.

Acondicionamiento, cultivo larvario y postlarvario

Todas las Comunidades Autónomas implicadas en el proyecto han realizado las tareas que corresponden con el acondicionamiento de reproductores, inducción a la puesta, cultivo larvario y cultivo postlarvario. Las especies acondicionadas fueron la almeja fina (acondicionada por todas las comunidades) y japonesa (acondicionada en Cataluña y Cantabria). Con los reproductores de almeja fina, cada comunidad acondicionó lotes de la misma procedencia de Villaviciosa (Asturias), y otros lotes de localidades propias de cada comunidad.

Para realizar el acondicionamiento, cada comunidad utiliza diferentes sistemas de estabulación de los reproductores, según lo que cada una de ellas dispone en el criadero. Cataluña puso en marcha las instalaciones para tal efecto, en el Centro de Acuicultura

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

IRTA, remodelándose en la medida de lo necesario para ejecutar las actividades propuestas en el proyecto.

En líneas generales los reproductores se mantienen en tanques con renovación continua de agua, aplicando una temperatura de acondicionamiento entre 18-20°C, con una alimentación mixta de varias especies de microalgas. La inducción a la puesta se realiza por cambios bruscos de temperatura desde 10°C para el agua fría, a los 30 grados para el agua caliente.

El cultivo larvario y postlarvario se realiza en cada comunidad con distintos sistemas de tanques y de contenedores para semilla, dependiendo de las características propias de cada criadero, pero tratando de respetar unas condiciones generales de cultivo como: una temperatura entre 18-21°C dependiendo de la especie, renovación del agua de los tanques cada dos días, densidad de cultivo de 5 larvas/ml y realizando controles periódicos de crecimiento y mortalidades.

En Galicia, los acondicionamientos realizados con almeja fina, han dado buenos resultados, consiguiendo pasar de un estado gametogénico de partida, donde los reproductores estaban en reposo, o iniciando la gametogénesis, a alcanzar la madurez sexual en un mes, para la mayoría de las almejas acondicionadas. Se acondicionaron en invierno, desde diciembre a marzo y se adelantó la obtención de desoves en dos o tres meses respecto a los desoves en el medio natural. Hubo más dificultades para conseguir que los desoves coincidieran con las inducciones realizadas, generalmente desovan en el tanque de manera espontánea en los días siguientes a la inducción. La evolución de los cultivos larvarios, sobre todo para la almeja fina, fue muy diferente de unos a otros, muchos de ellos no llegan a metamorfosis y los que llegan presentan altas mortalidades sobre todo hasta semilla de tamiz 500-600 micras.

Se estudió el ciclo gametogénico en el medio natural de la almeja babosa observándose ovocitos maduros durante todo el año. Se realizó el seguimiento del cultivo larvario a varios desoves obtenidos a lo largo del año, los resultados fueron buenos, con bajas mortalidades.

En Cataluña, se acondicionaron reproductores de almeja japonesa y almeja fina, obteniéndose puestas viables, larvas y semilla. El acondicionamiento de reproductores de ambas especies ha sido posible, se ha logrado con éxito en todas las ocasiones en que se ha probado, salvo en alguna ocasión debido a la incidencia de alguna patología (*Perkinsus sp.*). El cultivo larvario ha sido la fase más crítica de cultivo, registrándose mortalidades masivas en el caso de *R. decussatus*, que han impedido la obtención de semilla. Las mortalidades larvarias en el caso de *R. philippinarum* fueron de importancia al inicio del proyecto, si bien, y tras una serie de mejoras zootécnicas, se lograron óptimos rendimientos de entre el 10-30% en el último año de ejecución. El cultivo postlarvario, superada la metamorfosis, no ha presentado problemas de relevancia.

En Andalucía, el acondicionamiento de reproductores ha tenido resultados muy variables. Según las procedencias de los reproductores, comparando entre individuos oriundos de Villaviciosa (Asturias) y Huelva, se produjeron importantes mortalidades

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

de ambos lotes en episodios diferentes, por lo que no fue posible valorar su maduración comparada.

La comparación de las maduraciones sexuales en individuos de Huelva, utilizando diferentes sistemas de estabulación, valoradas mediante índices de condición y cortes histológicos, no mostró diferencias claras entre ellos, no observándose una maduración completa en ningún caso en un período de dos meses. Los índices de condición muestran un estancamiento de la maduración o ligeras disminuciones, que parecen indicar que se han producido puestas parciales no detectadas.

Entre los sistemas de inducción a la puesta, se han obtenido mejores resultados (ovocito/reproductor), utilizando puestas “en masa” en tanques de 200 litros donde posteriormente se desarrolla la incubación, frente a puestas controladas de bandejas de escaso volumen. Como método de inducción, el de mayor rendimiento, en la relación nº de inducciones respecto al nº de puestas obtenidas, ha sido el de mantenimiento de los reproductores en seco durante una hora previa a la inducción.

Para el cultivo larvario se planteó la utilización de diferentes sistemas de cultivo; el sistema en tanques troncocónicos empleados en otras especies con densidad de 5 larvas/ml, resultó ser el de mayor supervivencia, aunque se obtuvieron en todos los casos importantes mortalidades. Como consecuencia de este resultado se plantearon experiencias con diferentes calidades de agua, ya que se podía disponer de una de alta calidad frente a la usualmente utilizada en nuestras instalaciones. Se observó un aumento significativo de la supervivencia durante el cultivo larvario con agua de mejor calidad. En cualquier caso, se encontraron grandes mortalidades en todos los cultivos larvarios en los primeros 15 días de cultivo.

En Asturias, cumpliendo con lo acordado, el Principado de Asturias suministró ejemplares de almeja fina procedentes de la ría de Villaviciosa al resto de Comunidades Autónomas participantes en el proyecto. Se abordó el acondicionamiento de almeja fina de Villaviciosa y de la zona de ubicación del criadero, en este caso la ría de Ribadeo, obteniéndose desoves de ejemplares de ambas procedencias. El cultivo larvario se realizó de acuerdo con las condiciones establecidas en las reuniones de coordinación, al igual que el preengorde en tanques y se obtuvo una determinada cantidad de semilla que se destinó a la repoblación de las rías de Villaviciosa y Ribadeo

En Cantabria, se hizo acondicionamiento de almeja fina y japonesa. De almeja fina se acondicionaron diferentes lotes a lo largo del año y en general no ha habido problemas de mortalidades ya que no superó el 10% al cabo de 90 días. Se trató de enfocar el acondicionamiento no sólo como un método de acelerar la maduración sexual adelantando las puestas respecto al medio natural, sino también tratando de retrasar esta maduración adecuando las puestas a las necesidades del criadero en cada momento. Para ello se jugó con el fotoperíodo probando a reducir las horas de luz, de estos lotes no se obtuvo puesta y se observó un retraso en cuanto al desarrollo gonadal después de los 90 días de acondicionamiento. En los otros acondicionamientos que trataban de acelerar la maduración, se obtuvieron buenos resultados, excepto en los que comenzaron en agosto y noviembre.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

La almeja japonesa responde al acondicionamiento en cualquier mes del año y no parece verse afectada por el fotoperíodo.

En los desarrollos larvarios de las tres especies no ha habido ningún problema en la producción larvaria en sistema batch con densidades de 5 larvas/ml. La supervivencia ha sido buena, oscilando entre el 80-90%. En almeja fina los resultados de la metamorfosis habían sido muy malos en el 2006, pero en 2007 mejoraron considerablemente estando entre el 17 y 2% de supervivencia desde la entrada a metamorfosis hasta tamiz de 240 micras.

Cultivo de fitoplancton

La base de la alimentación de los cultivos de almejas en todas las Comunidades Autónomas, es el fitoplancton.

Su cultivo va a ser un factor primordial para la obtención de la producción necesaria utilizada como alimento en los criaderos. Pero esta producción debe de estar garantizada a lo largo del tiempo, no solamente en cuanto a su cantidad, sino también en cuanto a su calidad nutricional.

Los sistemas de cultivo de las microalgas empleados por las comunidades, van a ser diferentes según las instalaciones. Son utilizados distintos recipientes (matraces, bolsas o tanques), distintas condiciones físicas (luz, temperatura, CO₂), distintos medios nutritivos (solución C, medio Walne, algal-1, abonos) y son cosechadas en distintos lugares del criadero (salas, salas isoterma, invernaderos).

Se evaluaron parámetros como, cantidades de células o producciones de fitoplancton en la fase exponencial (antes de la fase estacionaria) así como la calidad nutricional al analizar composiciones bioquímicas y de ácidos grasos.

En cualquier caso, los resultados de estas valoraciones muestran diferencias que, son explicadas por las distintas formas de cultivar el fitoplancton.

Se buscó corregir alguna de las condiciones de cultivo para mejorar las producciones pero, podríamos estar ante la necesidad de adoptar otras dos posibles soluciones. Una sería la instalación, en los criaderos, de un sistema de cultivo “continuo” que garantice cantidades de producción y calidades nutritivas. Otra podría estar en la utilización de una alimentación artificial como pueden ser las microcápsulas. En este sentido se hicieron ya las primeras experiencias que resultaron ser positivas.

Por una parte, las microcápsulas lipídicas (de gelatina-acacia) pueden ser una herramienta de trabajo válida para la incorporación de aceites o grasas con distintos perfiles en ácidos grasos así como, su suplementación a la dieta microalgal al confirmarse la ingestión, digestión y asimilación, tanto en lípidos estructurales, como de reserva del ácido araquidónico deuterado, incorporado en microcápsulas de aceite de oliva.

También es factible el uso de las microcápsulas de gelatina-acacia (GAM) en estudios del metabolismo lipídico de ácidos grasos en larvas de bivalvos marinos, al poder

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

rastrear tanto la incorporación del mismo, como su posible biotransformación (elongación y/o desaturación) por la maquinaria enzimática propia de organismo.

Minicriaderos

Se buscó la posibilidad del empleo de pequeñas instalaciones para la producción de semilla de bivalvos.

Los minicriaderos de moluscos bajo cubierta ligera (promovidos por la Consellería de Pesca y Asuntos Marítimos de Galicia), tienen como objetivo aportar semilla, principalmente almeja para siembra, que complemente la producción de los bancos naturales y los habilite en las técnicas de cultivo de semilla desde las primeras fases.

Hasta el momento están funcionando las instalaciones ubicadas en: la Isla de Arousa (anexas al IGAFSA, Pontevedra); Camariñas (A Coruña) y O Vicedo (Lugo).

El cuerpo principal de estos criaderos es un invernadero, que integra las partes esenciales de un criadero de moluscos tradicional. Son versátiles y de bajo coste que operan estacionalmente, aprovechando los períodos de maduración y puesta natural.

En una primera fase se analizan y validan, las instalaciones ubicadas en la Isla de Arousa. Los costos totales de la instalación y los elementos complementarios están entre 140.000-160.000 euros, pero van a variar en función del emplazamiento.

Los resultados de producción de semilla son los obtenidos en los minicriaderos de Camariñas y O Vicedo. La capacidad de producción de estas pequeñas instalaciones es variable según las especies. Se estima una producción estable, en torno a 10 millones de unidades (2-3 mm).

TAREAS DE LA LÍNEA 1

Tarea 1: Definir parámetros de emplazamiento para criaderos

En esta tarea, cada Comunidad Autónoma describe el emplazamiento de las instalaciones en las que se realizan los cultivos de las tres especies de almeja.

Según las características físico-químicas del agua, cada comunidad decidió estudiar y controlar aquellas que más iban a repercutir en los futuros resultados de los cultivos. Así mismo, buscaron soluciones para optimizar dichas características y adecuar lo mejor posible sus instalaciones.

CA de Cataluña

El objetivo principal inicial, en la C.A. de Cataluña, fue montar la sala e instalaciones de la hatchery y llevar a cabo un protocolo básico de trabajo que comprendiera todas las fases de cultivo, así como constatar su funcionamiento (año 2005).

La puesta en marcha del proyecto en Cataluña se produjo en el mes de enero de 2005. En este período, las actividades realizadas estuvieron directamente relacionadas con el

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

montaje de la hatchery, que ha albergado desde las fases de acondicionamiento de reproductores, cultivo larvario, postlarvario, la fase inicial de preengorde y sala de producción de fitoplancton. Asimismo, se diseñaron los protocolos de trabajo, y objetivos concretos a cada fase de cultivo. Durante el año 2007 hubo que acometer una segunda fase de mejora de las instalaciones.



Figura 1. Sistemas de filtración y control térmico del agua para la hatchery de moluscos del IRTA.

Dado el emplazamiento del Centro de Acuicultura (IRTA), en el Delta del Ebro (zona de cultivo de arroz y proximidad a la desembocadura del río Ebro) se mejoró el sistema de filtración con el fin de minimizar la contaminación orgánica e inorgánica derivada de las actividades de la zona (hasta 1µm, skimmer4es o espumador de proteínas y filtros de carbón activo).

Asimismo, y debido a las fuertes fluctuaciones de temperatura que sufre la bahía de Alfacs (lugar de toma de agua de las instalaciones), debido a sus especiales condiciones hidrodinámicas, se instalaron equipos que fuesen capaces de garantizar la estabilidad térmica necesaria para el desarrollo de las actividades.

Quedan por valorar los datos sobre contaminación orgánica e inorgánica que están siendo analizados y que serán aportados por la Unidad de Seguimiento del Medio (IRTA).

CA de Andalucía

El emplazamiento del IFAPA (Centro Agua del Pino) está en la desembocadura del río Piedras. Se trata de una zona en la que existen áreas agrícolas, puertos náuticos, y la influencia del polo industrial de Huelva y los lixiviados procedentes de áreas mineras que transportan los ríos Tinto y Odiel. Esto hace aconsejable el estudio y evaluación de

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

la presencia de contaminantes en su sistema acuático, por su utilización como agua de cultivo.

Según la legislación europea la calidad de las aguas para la cría de moluscos establece que la concentración de metales y de otros contaminantes persistentes no debe superar los niveles que provoque efectos nocivos en moluscos y larvas (DO L:376, 12/12/2006).

Por otra parte, los bivalvos son usados como bioindicadores de contaminantes acuáticos, debido a la capacidad que tienen de acumular, biotransformar y bioconcentrar contaminantes, entre otros metales, en su tejidos (S. Andres et al., 1999, A.J. Gunther et al., 1999).

En el presente estudio, se ha seleccionado un punto del río Piedras situado en la toma de agua del Centro, con el objetivo de evaluar su calidad, que es utilizada por el centro de investigación para el cultivo de almeja fina.

Se ha evaluado la presencia en el agua de 29 plaguicidas organo-clorados (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 153, PCB 138 y PCB 180, Pentaclorobenceno, Trifluralin, α -HCH, Hexaclorobenceno, β -HCH, Lindano (γ -HCH), δ -HCH, Heptacloro, Alaclor, Aldrin, Metolacloro, cloropirinfos, Isodrin, clorofenvifos, α -Endosulfan, 4,4'-DDE, Dieldrin, 4,4'-DDD, β -Endosulfan, Endrin, 4,4'-DDT, Endosulfan sulfato), 7 plaguicidas nitrogenados (Simazina, Atrazina, Propazina, Terbutilazina, Malation, paration, y Paration-metil), 2 plaguicidas fosforados (Azinfos-metil), 17 hidrocarburos aromáticos (Naftaleno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Floranteno, Pireno, Trifenileno, Benzo[b]fluoranteno, Benzo[a]antraceno, Criseno, Benzo[e]pireno, Benzo[k]fluranteno, Benzo[a]pireno, Dibenzo[a,h]antracen, Benzo[g,h,i]perileno, Indeno[1,2,3-c,d]pireno), 3 compuestos organoestánicos (Tributilestaño (TBT), Dibutilestaño (DBT) y Monobutilestaño (MMB)) y 14 metales (V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Ag, Cd, Tl y Pb).

Primeramente, los muestreos se realizaron quincenalmente durante 4 meses en mareas vivas, tanto en pleamar como en bajamar y, posteriormente, en base a estos primeros resultados, se estudia la calidad del agua tomando una muestra mensual en bajamar de marea viva durante 12 meses. Los resultados que se han obtenido de estos estudios se muestran en la Tabla I.

En el estudio preliminar no existen diferencias significativas entre los analitos evaluados en pleamar y en bajamar (ANOVA, $p > 0,070$). Sin embargo, existen diferencias significativas para hidrocarburos totales, Indeno[1,2,3-c,d]pireno, DBT, Co, Cu, Zn As y Se entre los muestreos a lo largo de año (ANOVA, $p < 0,002$).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla I. Analitos encontrados en las muestras de los dos estudios realizados (Preliminar y Anual) y los rangos de concentración en que se han presentado.

COMPUESTOS	PRESENCIA	
	Preliminar	Anual
Simazina	47-186 ppt	21-186 ppt
Naftaleno	-	1-9 ppt
Atrazina	30 - 33 ppt	-
Terbutilazina	82 - 84 ppt	3 - 83 ppt
Acenaftaleno	-	0,8-7 ppt
Benzo[A]Pireno	17 - 29 ppt	-
Fluoreno	-	2-8 ppt
Irgarol	-	6 ppt
Indeno[1,2,3-C,D]Pireno	2-10 ppt	-
Hidrocarburos Totales	101 - 249 ppt	-
TBT	1,3 - 1,9 ppt	1,3 - 1,9 ppt
DBT	13,8 - 16,8 ppt	13,8 - 16,8 ppt
MBT	9,4-11,9 ppb	9,4-11,9 ppt
Fe	809 - 993 ppb	812 - 1015 ppb
Zn	54,7 - 77,2 ppb	54,6 - 65,2 ppb
Cu	26,9 - 39,4 ppb	26,5 - 32,2 ppb
Cr	10,6 - 12,7 ppb	9,7 - 12,9 ppb
As	8,8 - 10,8 ppb	8,5 - 10,5 ppb
Se	9,4-11,2 ppb	9,2-10,9 ppb
V	4,6-6,1 ppb	4,3-5,4 ppb
Co	1,3 - 1,6 ppb	1,5 - 1,7 ppb
Ni	1,3-1,8 ppb	1,3-2,5 ppb

En la bibliografía, encontramos varios estudios sobre el efecto que pueden producir los metales durante el desarrollo embrionario y larvario de los mismos, ya que son las etapas más críticas a cualquier contaminación, observándose que el cobre afecta a la metamorfosis en las larvas de las almejas (M. Dietrich et al., 2001; D.L. Gallagher et al., 2001).

A.M. Dietrich et al. (2002) han observado un incremento de la mortalidad y una inhibición de la metamorfosis cuando exponen las larvas de *Mercenaria mercenaria* con 14 ppb de cobre durante 36 horas. D.L. Gallagher et al. (2001) han observado que tiene un efecto sinérgico la disminución de la salinidad junto a la exposición de cobre durante tres días en larvas de *Triadacna gigas*.

Por lo tanto, es interesante estudiar el efecto que producen los contaminantes que se han encontrado en el río Piedras en el cultivo de la almeja fina.

CA de Asturias

El criadero de Castropol, se encuentra situado en la margen derecha de la ría de Ribadeo declarada por Resolución del Principado de Asturias del 7 de julio de 1993, como zona de producción AST1-01.

De acuerdo con el Real Decreto 345/1993, modificado parcialmente por la Directiva 2006/113/CEE, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos, se vienen realizando los controles de los parámetros establecidos en el anexo IV: físico-químicos del agua y de metales pesados y sustancias órgano-halogenadas en carne de moluscos.



Figura 1. Vista de las instalaciones del Centro de Experimentación Pesquera (CEP) en la margen derecha de la ría de Ribadeo donde se ubica el criadero de moluscos.

Los controles realizados y sus resultados se muestran en las siguientes Tablas.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla I. Parámetros físico-químicos de la zona de producción ASTI-01. Puntos de muestreo EO1 y EO2.

EO1	pH	T ^a (°C)	Salinidad (‰)	O ₂ (mg/l)	Índice Color (mg. Pt/l.)	Sól.Susp.(mg/l)
ENERO (17/01/05)	8,3	12,6	32,2	7,4		
FEBRERO (28/02/05)	8,2	9,7	29,7	9,6	18	26,6
MARZO (28/03/05)	8,2	14,6	33,5	7		
ABRIL (18/04/05)	7,7	12,8	33,6	6		
MAYO (23/05/05)	8,1	15,3	29,2	8,6	8	17,3
JUNIO (13/06/05)	8	15,4	34,9	8		
JULIO (26/07/05)	8	17,8	34,6	8,7		
AGOSTO (22/08/05)	8,1	15,8	33,6	8,6	90	26,6
SEPTIEMBRE (20/09/05)	8	17,5	34,4	9,9		
OCTUBRE (23/10/05)	8,1	15	34,5	12		
NOVIEMBRE (07/11/05)	8,3	14,8	34	11,8	6	16,3
DICIEMBRE (21/12/05)	8,2	12,6	31,2	12,1		
<i>Promedio</i>	8,1	14,5	33,0	9,1	30,5	21,7
<i>Máximo</i>	8,3	17,8	34,9	12,1	90,0	26,6
<i>Mínimo</i>	7,7	9,7	29,2	6,0	6,0	16,3

EO2	pH	T ^a (°C)	Salinidad (‰)	O ₂ (mg/l)	Índice Color (mg. Pt/l.)	Sól.Susp.(mg/l)
ENERO (17/01/05)	8,1	12,5	29,2	7,9		
FEBRERO (28/02/05)	8,1	8,5	21,7	9,4	10	23,3
MARZO (28/03/05)	8,1	14,2	31,3	7,4		
ABRIL (18/04/05)	7,8	12,8	32,6	6,9		
MAYO (23/05/05)	8,1	15,3	29,6	8,4	7	18,6
JUNIO (13/06/05)	8	15,8	34,5	8,2		
JULIO (26/07/05)	8,1	18,2	34,3	8,2		
AGOSTO (22/08/05)	8,1	15,6	33,6	7,7	12	47,3
SEPTIEMBRE (20/09/05)	8	17,2	34,5	10		
OCTUBRE (23/10/05)	8,1	15	32	11		
NOVIEMBRE (07/11/05)	8,3	14,6	31,5	11,6	5	20,3
DICIEMBRE (21/12/05)	8,2	12,5	30,6	12		
<i>Promedio</i>	8,1	14,4	31,3	9,1	8,5	27,4
<i>Máximo</i>	8,3	18,2	34,5	12,0	12,0	47,3
<i>Mínimo</i>	7,8	8,5	21,7	6,9	5,0	18,6

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla II. Metales pesados en carne de moluscos en la zona de producción AST1-01

		Metales Pesados (ppm)								
		Cd	Cu	Zn	Pb	Ni	Hg	As	Ag	Cr
1° SEMESTRE	Almeja	0,08	1,75	14,49	0,1	0,56	0,02	4,83	0,04	0,15
	Navaja	0,07	2,16	13,57	0,63	0,38	0,09	4,82	0,14	0,36
	Mejillón	0,12	1,11	37,09	0,24	0,2	0,02	1,85	0,01	0,19
	Ostra	0,17	13,48	284,6	0,21	0,22	0,02	2,81	0,23	0,16
2° SEMESTRE	Almeja	0,11	1,29	12,07	0,2	0,61	0,02	4,84	0,05	0,26
	Navaja	0,04	2,4	13,25	0,4	0,31	0,03	3,04	0,05	0,29
	Mejillón	0,14	1,22	42,29	0,16	0,23	0,02	2,09	<0,01	0,16
	Ostra	0,2	13,24	284,84	0,2	0,24	0,02	2,55	0,15	0,2

Tabla III. Órgano-halogenados en carne de moluscos en la zona de producción AST1-01

		Pesticidas Órgano-halogenados PCB's (ppb)									
		CB-28	CB-31	CB-52	CB-101	CB-118	CB-138	CB-153	CB-180	HC H	DDT's
1° SEMESTRE	Almeja		0,54	0,15	0,42	0,15	0,56	1	0,54	0,16	7,62
	Navaja	0,05	0,08	0,11	0,34	0,36	1,02	1,67	0,56	0,06	1,64
	Mejillón	0,18	0,42	0,25	1,4	0,7	2,74	4,52	2,98	0,14	17,37
	Ostra	0,09	0,053	0,61	1,33	1,25	2,55	5,23	0,77	0,12	10,72
2° SEMESTRE	Almeja	0,16	0,07	0,11	0,21	0,12	0,25	0,69	0,4	0,06	6,27
	Navaja	0,03	0,09	0,08	0,3	0,29	0,53	1,04	0,12	0,05	13,44
	Mejillón		0,79	0,37	1,18	1	3,61	6,15	0,88	0,19	14,17
	Ostra	0,11	0,3	0,56	1,76	1,31	2,79	7,61	0,7	0,24	11,1

CA de Cantabria

Uno de los factores que afectan de manera fundamental al buen funcionamiento de un criadero de moluscos es lo que habitualmente denominamos "calidad de agua". Dentro de este epígrafe se engloban a menudo todos aquellos factores que, de una forma bastante subjetiva, se agrupan aquí, no existiendo un listado de parámetros con los que se pueda definir de manera objetiva la calidad.

En este sentido hemos tratado de sistematizar una analítica con aquellos parámetros que consideramos mas importantes: Hidrocarburos aromáticos policíclicos, pesticidas, metales pesados y PCBs.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Los métodos analíticos empleados se indican en las siguientes Tablas.

Tabla 1. Metodología analítica utilizada

Matriz	Compuestos estudiados	Metodología analítica utilizada
Agua	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs, 16 US-EPA) ⁱ	Método US-EPA 1625 adaptado
	Nonilfenoles (NPEOs) ⁱⁱ	Método US-EPA 1625 adaptado
	Plaguicidas ⁱⁱⁱ	C. Planas, Alejandra Puig, Josep Rivera and Josep Caixach. <i>Analysis of pesticides and metabolites in Spanish surface waters by isotope dilution gas chromatography/mass spectrometry with previous automated solid-phase extraction: Estimation of the uncertainty in the analytical results.</i> Journal of Chromatography A.

PAHs: Se han analizado los 16 PAHs indicados en la lista de la US-EPA, excepto el naftaleno: el acenaftileno (Ai), el acenafteno (Ae), el fluoreno (Fl), el fenantreno (Phe), el antraceno (A), el fluoranteno (Flt), el pireno (Py), el benzo[a]antraceno (B[a]A), el criseno (Ch), el benzo[b]fluoranteno (B[b]F), el benzo[k]fluoranteno (B[k]F), el benzo[a]pireno (B[a]Py), l'indeno[1,2,3,-c,d]pireno (IPy), el dibenzo[a,h]antraceno (DA) y el benzo[g,h,i]perileno (BP). Estos compuestos están contemplados en la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (lista de sustancias prioritarias de la decisión N° 2455/2001/CE del Parlamento Europeo).

NPEOs: Se han analizado los nonilfenoles de cadena corta $n = 0, 1$ i 2 . Estos compuestos están contemplados en la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (lista de sustancias prioritarias de la decisión N° 2455/2001/CE del Parlamento Europeo).

Los plaguicidas objeto de este trabajo han sido: Isoproturón, Diurón; 3,4-Dicloroanilina, Molinato; DIA, DEA, Trifluralina, Dimetoato, Simazina*, Atrazina*, Propazina, Terbutilazina, Lindano, Propizamida, Diazinó, Pirimicarb, Pentacloroanilina, Metribuzina, Clorpirifós-metil, Alaclor, Terbutrín, Fenitrotión, Etofumesato, Bentiocarb, Metolacloro, Clorpirifós, Diclorobenzofenona, Clorfenvinfós, Procimidona, Metidatión, Imazalil, Endosulfan-sulfato, Metoxiclor, Tetradifón, Dicofol, Azinfós-metil, Azinfós-etil y Cipermetrinas. De estos, los que estan marcados en rojo son los que aparecen en la Lista de Sustancias Prioritarias de la Directiva Marco del Agua. Los que están marcados en azul o con un asterisco están incluidos en la Lista II, integrada por las sustancias recogidas en el Real Decreta 995/2000 del 2 de junio.

Dado que la concentración en el agua de estos componentes es habitualmente muy baja o indetectable, hemos analizado también muestras de mejillones (como posibles bioconcentradores), de material en suspensión inferior a 1 micra y de carbón activo específico para pesticidas.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla II. Metodología analítica utilizada (continuación)

Matriz	Compuestos estudiados	Metodología analítica utilizada
Mejillones	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs, 16 US-EPA) ^{iv}	Método US-EPA 8270 C adaptado
	Bifeniles policlorados (PCBs) ^v	Método 1668-US-EPA
	Pesticidas organoclorados ^{vi}	Método 1668-US-EPA adaptado
	Polibromodifeniléteres (PBDEs) ^{vii}	Método 1614-US-EPA
	Nonilfenoles (NPEOs) ^{viii}	C. Planas, J.M. Guadayol, M. Droguet, A. Escales, J. Rivera, J. Caixach. <i>Degradation of polyethoxylated nonylphenols in a sewage treatment plant. Quantitative analysis by Isotope dilution-HRGC/Ms.</i> Water Research, 36 982-988, 2002
	Screening contaminantes orgánicos	Método US-EPA 8270 C adaptado

Se han analizado los mismos PAHs que en las aguas.

PCBs: Se han analizado los siete indicadores del BCR (nº IUPAC 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180).

POCs: dentro del grupo de pesticidas organoclorados se han analizado el hexaclorobenceno, el hexaclorobutadieno, los isómeros α , β y γ del hexaclorociclohexano (HCH), los isómeros *o,p'* y *p,p'* del DDT y sus metabolitos (DDD y DDE). Estos compuestos están contemplados en la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (lista I de la directiva 76/464/ECC y lista de sustancias prioritarias de la decisión Nº 2455/2001/CE del Parlamento Europeo).

PBDEs: Se han analizado los PBDEs nº IUPAC 47, 99, 100, 153, 154 y 209). Los penta-PBDEs (153 y 154) están incluidos en la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (lista de sustancias prioritarias de la decisión Nº 2455/2001/CE del Parlamento Europeo).

Se han analizado los mismos NPEOs que en las aguas.

En general no se ha encontrado ningún elemento con una toxicidad aguda, no obstante sí se detecta la presencia de numerosos elementos (Atrazina, diversos PAHs, etc.) en valores de ppb lo que, según la bibliografía, no causa efectos letales a corto plazo. No obstante es preocupante la casi total ausencia de estudios sobre los efectos subletales a un plazo superior a 72 h en moluscos bivalvos.

Por otro lado es enorme la variabilidad temporal en cuanto a la presencia de estos elementos, generalmente con mayor presencia en las épocas de lluvias, dado que probablemente estos contaminantes están vehiculizados por sedimentos en suspensión.

En cualquier caso y dada la variedad de elementos detectados es lógico pensar en que dado la potencial bioacumulación en los bivalvos, la presencia de estos contaminantes a muy bajos niveles, pudiera explicar las variaciones inexplicables en el buen desarrollo o no de un criadero.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

A lo largo del año se han experimentado diversos métodos para mejorar la calidad de agua:

a) Ozono. El uso de O_3 se usa no solo como medio de esterilización sino como agente oxidante de compuestos orgánicos contaminantes. Su uso combinado con skimmers parece un buen sistema para este fin. No obstante el proceso de oxidación con elevados niveles de redox, genera sustancias tóxicas que es preciso eliminar previo a su uso.

b) Skimmer (espumador de proteínas). Su uso permite la eliminación de hasta el 90% de la materia orgánica en suspensión. Además reduce la carga bacteriana en 1 orden de magnitud.

c) Carbón activo. Permite la eliminación de moléculas orgánicas de cadena larga como los pesticidas organoclorados. Es necesario hacer un estudio previo de los contaminantes existentes ya que existen numerosos tipos de carbones específicos en el mercado.

Dentro de las líneas de actuación para el 2007 se está desarrollando una combinación de estos sistemas con el objetivo de estandarizar la metodología y su aplicación a nivel industrial.

Tarea 2: Acondicionamiento de progenitores

El primer paso en la producción de semilla en el criadero es conseguir que los reproductores desoven, esto sucede cuando están maduros sexualmente. Esta madurez la alcanzan en el medio natural en determinadas épocas del año, sobre todo en primavera y verano para especies como la almeja fina y japonesa. Se puede conseguir que los reproductores estén maduros fuera de la época natural, sometiéndolos al proceso de acondicionamiento. Este proceso hace que se acelere el desarrollo gametogénico en individuos inmaduros y que alcancen la madurez sexual antes de lo que la alcanzarían en el medio natural. Para conseguir esto, los reproductores son sometidos en el criadero a una serie de condiciones ambientales que se alcanzan variando fundamentalmente tres factores: temperatura, alimentación y fotoperíodo.

Los reproductores se colocan en tanques de diferentes volúmenes, (según lo que se disponga en cada criadero) con agua de mar filtrada y en circuito abierto con renovación continua del agua. La temperatura del agua se mantiene entre 18-20°C. Esta temperatura puede mantenerse constante desde el inicio del acondicionamiento, o ir aumentándola gradualmente, a partir de la temperatura que tiene en el medio natural en el momento que los reproductores son trasladados al criadero. La alimentación está basada en una dieta mixta entre 3 y 6 especies de microalgas y la ración diaria de comida aportada en general será superior al 3% en peso seco de las microalgas en relación al peso seco de los reproductores. El fotoperíodo se usa modificando las horas de luz-oscuridad a las que son sometidos los reproductores.

CA de Galicia

MATERIAL Y MÉTODOS

El acondicionamiento de reproductores sólo se llevó a cabo con una especie: la almeja fina. En la almeja babosa se realizó el estudio del ciclo gametogénico de tres poblaciones naturales a lo largo de 18 meses para comprobar realmente que no es necesario acondicionar esta especie para conseguir desoves en diferentes épocas del año.

1- Almeja fina



Cada año se acondicionaron dos lotes de reproductores, uno procedente de Asturias (Villaviciosa) y el otro de diferentes zonas de Galicia: Camariñas, Noya y Puebla del Caramiñal.

El acondicionamiento se realiza en tanques de 200 litros de capacidad. Los reproductores se reparten en varios lotes, cada uno de ellos en un tanque y la experiencia se realiza por duplicado o triplicado, dependiendo del número de reproductores disponible. Al principio la temperatura del agua se mantiene baja (a 14°C) durante unos días, para que las almejas se vayan adaptando a las condiciones del criadero y se subirá paulatinamente hasta alcanzar los 19-

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

20°C. Los tanques están en circuito abierto con renovación de agua, la cantidad de agua renovada varía desde 1/3 a 1/6 del volumen total del tanque en una hora.

La dieta suministrada fue una mezcla de cuatro especies de microalgas: *Isochrysis*, *Monochrysis*, *Chaetoceros* y *Tetraselmis* cultivadas en bolsas de 30 litros. La ración diaria de microalgas fue entre el 4% y el 6% en peso seco de microalgas, respecto al peso seco de los reproductores.

En la siguiente Tabla se muestran las condiciones de cada acondicionamiento realizado.

Tabla I. Características de cada acondicionamiento

Procedencia		2005	2006	2007
Villaviciosa	Fecha de Inicio	10-mar	16-feb	09-feb
	Nº de lotes	3 (76 alm./lote)	3 (68 alm./lote)	2 (82 alm./lote)
	Alimentación	6%	4%	5%
	Renov.-agua	1/5 por hora	1/4 por hora	1/3 por hora
Camariñas (2005)	Fecha de Inicio	20-dic	01-feb	22-feb
Noya (2006)	Nº de lotes	2 (112 alm./lote)	3 (109 alm./lote)	2 (71 alm./lote)
Puebla del	Alimentación	6%	4%	5%
Caramiñal (2007)	Renov.-agua	1/5 por hora	1/4 por hora	1/3 por hora

Al comienzo del acondicionamiento se procesa una muestra de 20 individuos para tomar los datos biométricos. Con los datos obtenidos se calcula el índice de condición gonadal (I.C.G.) que relaciona el peso fresco de la gónada (P.F.G.) frente al peso fresco de la concha (P.F.C.). $ICG = P.F.G. / P.F.C. \times 100$.

Se hace también un estudio histológico de la gónada para determinar la fase del ciclo gametogénico en que se encuentran los reproductores, la escala empleada para definir los diferentes estados gonadales está basada en la de Wilson and Seed (1974). Esta escala diferencia los siguientes estados de desarrollo gametogénico:

- E0: reposo sexual
- E1: inicio de la gametogénesis
- E2: gametogénesis avanzada
- E3: madurez sexual

Se completó el estudio con los análisis bioquímicos de la gónada para conocer la composición en lípidos, azúcares y proteínas.

- Los lípidos totales se determinan según el método gravimétrico de Folch et al. (1957).
- Los azúcares se analizan por el método espectrofotométrico del reactivo de la antrona (Fraga, 1956), usando la glucosa como estándar.
- La determinación de las proteínas se hace por el método espectrofotométrico de Lowry et al., modificado (1951) con la seroalbúmina como estándar.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Al finalizar el acondicionamiento, y antes de hacer la inducción a la puesta, se muestrean los reproductores y se hace el mismo estudio (si es posible) para comprobar cómo evolucionan los parámetros.

Inducción a la puesta:



Una vez finalizado el acondicionamiento, cuando las almejas alcanzan la madurez sexual, se comienza a realizar inducciones a la puesta para conseguir desoves. Los reproductores se colocan en una bandeja circular con un fondo negro que nos permite ver mejor la emisión de gametos (de color blanco). La inducción se realiza mediante shocks térmicos con rangos de temperatura que oscilan entre 30°C de máxima y 10°C de mínima, las almejas son sometidas a estos

cambios bruscos de forma alternativa. Los tiempos empleados fueron de media hora para el agua fría y de una hora para el agua caliente, con el último cambio se dejan los reproductores en el agua caliente por varias horas hasta que se consigan los desoves.

RESULTADOS

1- Almeja fina

En las siguientes Tablas se muestran los datos de los reproductores empleados en cada acondicionamiento (talla y peso medio), la fecha de obtención del primer desove, así como los datos obtenidos al inicio y final del acondicionamiento: I.C.G., estado gametogénico, composición bioquímica de la gónada, número de larvas obtenidas y mortalidad de los reproductores.

Tabla II. Datos biométricos de los reproductores y fecha de obtención de los primeros desoves.

Procedencia		2005	2006	2007
Villaviciosa	Fecha Inicial	10-mar	16-feb	09-feb
	Talla (mm)	44,85	43,52	41,56
	Peso (gr)	17,13	16,32	14,84
	Fecha Final	12-abr	21-mar	20-mar
	Fecha 1º Desove	03-may	15-may	24-abr
Camariñas (2005) Noya (2006) y Puebla del Caramiñal (2007)	Fecha Inicial	20-dic	01-feb	22-feb
	Talla (mm)	42,61	39,29	44
	Peso (gr)	15,27	13,45	18,5
	Fecha Final	05-feb	02-mar	
	Fecha 1º Desove	15-feb	15-mar	17-abr

Los distintos acondicionamientos se realizaron durante el invierno y los primeros desoves se consiguieron a partir de febrero, el tiempo de obtención de larvas osciló entre un mes, el más corto y los tres meses, el más largo.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

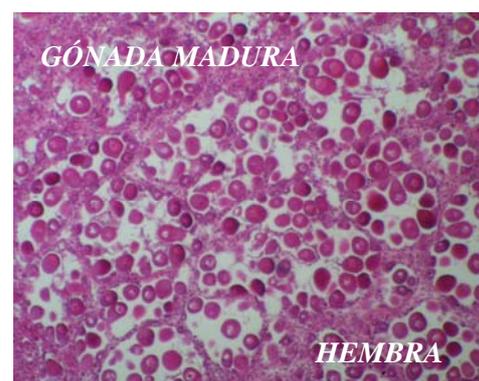
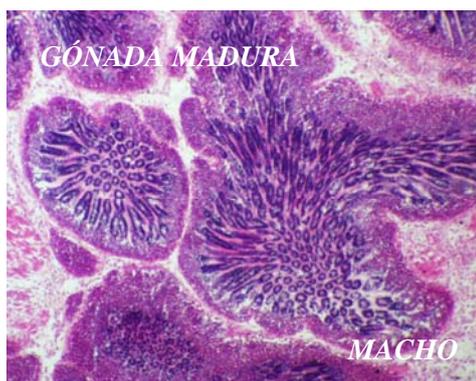
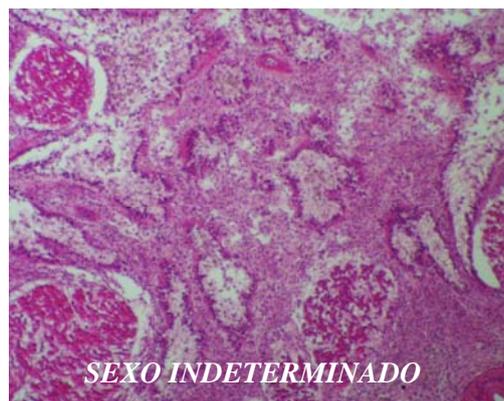
Tabla III. Evolución del estado gametogénico y composición bioquímica durante el acondicionamiento.

	2006 Villaviciosa		2007 Villaviciosa	
	Inicio 16-feb	Final 21-mar	Inicio 9-feb	Final 20-mar
I.C.G.	9,36	17,01	6,23	12,97
Estado gonadal (%)	E0 20 y E1 80	E2 29 y E3 71	E1 100	E2 13 y E3 87
Azúcares (%)	17,10	9,46-M y 12,85-H	20,64	8,55-M y 10,35-H
Lípidos (%)	6,13	8,12-M y 12,71-H	5,25	7,19-M y 10,06-H
Proteínas (%)	40,27	38,74-M y 40,1-H	33,99	35,5-M y 37,31-H
Mortalidad		36%		36%
	2005 Camariñas		2006 Noya	
	20-dic	05-feb	01-feb	02-mar
I.C.G.	12,04	22,79	10,95	20,49
Estado gonadal (%)	E0 20 y E1 80	E3 100	E1 100	E2 19 y E3 81
Azúcares (%)	31,61	13,48-M y 15,66-H	34,45	15,84-M y 20,61-H
Lípidos (%)	6,34	10,59-M y 16,33-H	4,4	8,12-M y 12,22-H
Proteínas (%)	29,87	37,36-M y 37,57-H	38,48	36,43-M y 40,93-H
Mortalidad		10%		9%

Al comenzar los acondicionamientos la mayoría de los reproductores estaban ya en el inicio de la gametogénesis y al finalizar el acondicionamiento la mayoría alcanzaron la fase de madurez.

Las siguientes fotografías muestran el aspecto que presenta la gónada cuando están iniciando la gametogénesis, donde es muy difícil determinar el sexo y en fase de madurez, donde se pueden ver los espermatozoides agrupados y preparados para el desove y los folículos de las hembras con óvulos maduros.

En general el contenido en lípidos de la gónada aumenta durante el acondicionamiento, mientras que los azúcares disminuyen.



Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Una vez finalizado el período de acondicionamiento y después de hacer la inducción a la puesta se obtienen varios desoves, unos como resultado de inducciones positivas y otros desoves espontáneos recogidos en los tanques. En la siguiente Tabla se muestra la fecha y número de larvas de algunos de estos desoves. La mayoría de las inducciones dieron resultados negativos en el momento de la inducción, con lo cual es muy difícil conseguir óvulos sin fecundar. Después las almejas se colocan de nuevo en los tanques y los desoves se consiguen de manera espontánea al día siguiente o varios días después.

Tabla IV. Desoves obtenidos y número de larvas.

Origen reproductores	Desove	Nº Larvas
Villaviciosa 2005	21-jun	5,000,000
Villaviciosa 2006	15-may	24,500,000
Villaviciosa 2007	25-abr	7,400,000
	03-may	4,600,000
	10-jul	21,500,000
Puebla del Caramiñal (2007)	17 abril (lote 1)	16,000,000
	25 abril (lote 2)	7,100,000
	26 abril (lote 1+2)	7,000,000
	07-jun	5,100,000
	12-jul	5,400,000
Noya (2006)	13-jul	1,700,000
	14 marzo (lote 1)	11,000,000
	21 marzo (lote 2)	13,500,000
Camariñas (2005)	18 mayo (lote 1+2)	5,375,000
	15 febrero (lote 1)	16,600,000
	15 febrero (lote 2)	6,500,000

2- Almeja babosa

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Durante el año 2004 y principios del 2005 se realizó el estudio del ciclo gametogénico y de las reservas bioquímicas de tres poblaciones naturales de almeja babosa: Camariñas, O Grove submareal y O Grove intermareal.

En esta especie hay individuos en madurez y puesta durante todo el año, aunque en los meses entre febrero y junio es donde se observa mayor porcentaje de individuos en madurez y con mayor número de folículos maduros; mientras que en los meses de otoño se observa asincronía folicular, solapándose folículos maduros y folículos en inicio de gametogénesis. La cantidad de glucógeno y lípidos en gónada disminuye notablemente en aquellos meses en los cuales los individuos están en la máxima madurez. La variación de las proteínas es inversa a la del resto de componentes, aumentando cuando estos disminuyen.

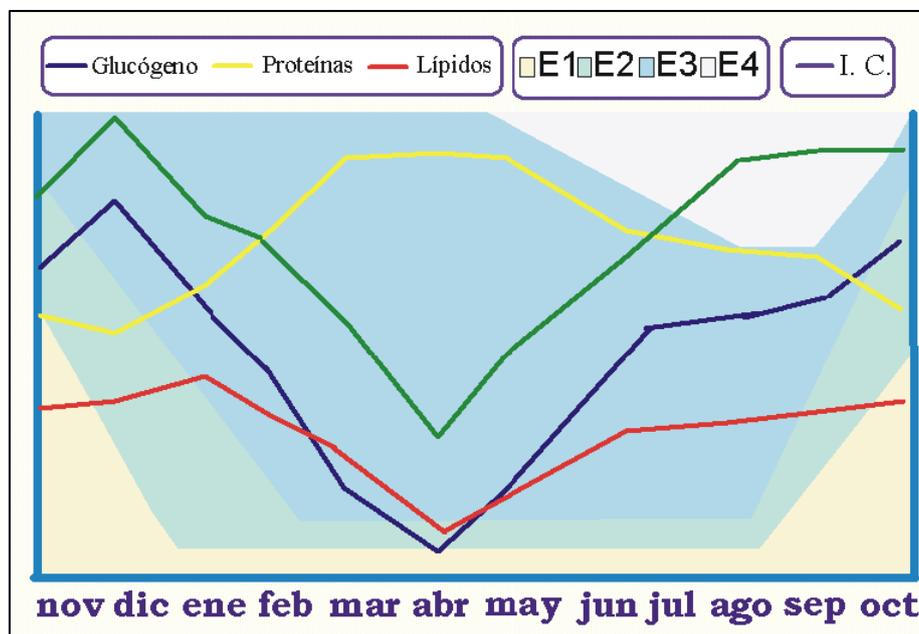


Figura I. Representación simplificada del ciclo gametogénico (E1: inicio de la gametogénesis, E2: gametogénesis avanzada; E3: madurez y puesta; E4: renovación gonadal), del Índice gonadal (%) y de la evolución del glucógeno, lípidos y proteínas totales (mg/g peso seco) en gónada.

Esta presencia continuada de gametos maduros permite la obtención de puestas en criadero durante todo el año y por lo tanto es una especie a la que no es necesaria realizarle acondicionamiento.

CA de Cataluña

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han acondicionado diferentes lotes de dos especies de almeja: *Ruditapes decussatus* (almeja japonesa) y *R. philippinarum* (almeja fina).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

En la Tabla 1 se especifica el número de lotes acondicionados, de cada especie y en cada año, su procedencia, temperatura de acondicionamiento y fechas en las que se realizaron los muestreos.

Tabla I. Experiencias de acondicionamiento llevadas a cabo a lo largo del proyecto (años 2005, 2006 y 2007)

Año 2005	Lotes	Procedencia	Tª (°C)	Fechas	
Especie				M. inicial	M. intermedio
<i>R. decussatus</i>	3, 4, 7, 8	Vilaviciosa	20-21	04.04.05	12.05.05
<i>R. philippinarum</i>	1, 2, 5, 6	Ría de Arosa	20-21	30.05.05	30.06.05
Año 2006					
<i>R. decussatus</i>	1, 2	Villaviciosa, Fangar	18-19	14.02.06	15.03.06
	3	Fangar	18-19	08.05.06	30.06.06
<i>R. philippinarum</i>	4	Camariñas	18-19	24.05.06	20.06.06
	5	Fangar	18-19	12.05.06	11.06.06
Año 2007					
<i>R. decussatus</i>	1, 2	Camariñas	18-19	19.04.07	21.05.06
<i>R. philippinarum</i>	3, 4	Camariñas	18-19	19.04.07	21.05.06

Los acondicionamientos se llevaron a cabo en circuito abierto (fig. 2) y en bandejas de 20 l, con agua de mar filtrada a 1 µm y pasada por U.V. La salinidad se mantuvo a 34‰.

El alimento se suministró mediante bomba peristáltica en continuo las 24 h. del día. La ración de alimento suministrada fue del 0.2% (porcentaje correspondiente al peso orgánico del alimento respecto al peso vivo del individuo) estuvieron constituidas por una mezcla de las siguientes microalgas: *Isochrysis galbana* clone T-ISO, *Tetraselmis suecica*, *Chaetoceros calcitrans* y *Phaeodactylum tricornutum*.

Se realizó un control diario del caudal de entrada y la temperatura. Se realizaron diferentes muestreos para determinar el estado de los reproductores en condiciones de criadero: reproductivo y patológico, mediante la aplicación de técnicas histológicas (Bancroft y Stevens, 1996). La observación y toma de fotos se realizó mediante la cámara digital adaptada al microscopio Leica DMLB.



Figura 1. Detalle del circuito de acondicionamiento de reproductores de almeja.

La inducción a la puesta se llevó a cabo mediante shock térmico, empleando diferentes ciclos de temperatura dentro del rango térmico de 15-28°C, adición de microalgas y sacrificio de algún macho, en caso necesario.

RESULTADOS

En general, podemos decir que el protocolo de acondicionamiento empleado funciona perfectamente con cada una de las especies que se ha trabajado, salvo en contadas excepciones debido al estado patológico de los progenitores, y que especificaremos más adelante (Línea 4: Patología).

A su llegada a las instalaciones los individuos están sexualmente indiferenciados (fase I: según escalas de Delgado y Pérez-Camacho, 2005 para almeja fina, y Delgado y Pérez Camacho, 2007 para almeja japonesa) o inician la gametogénesis, tal y como se observa en las figuras 3 y 4. Transcurrido el período de acondicionamiento, aproximadamente el 100% de las almejas están maduras (fase IV, fig. 3 y 4).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

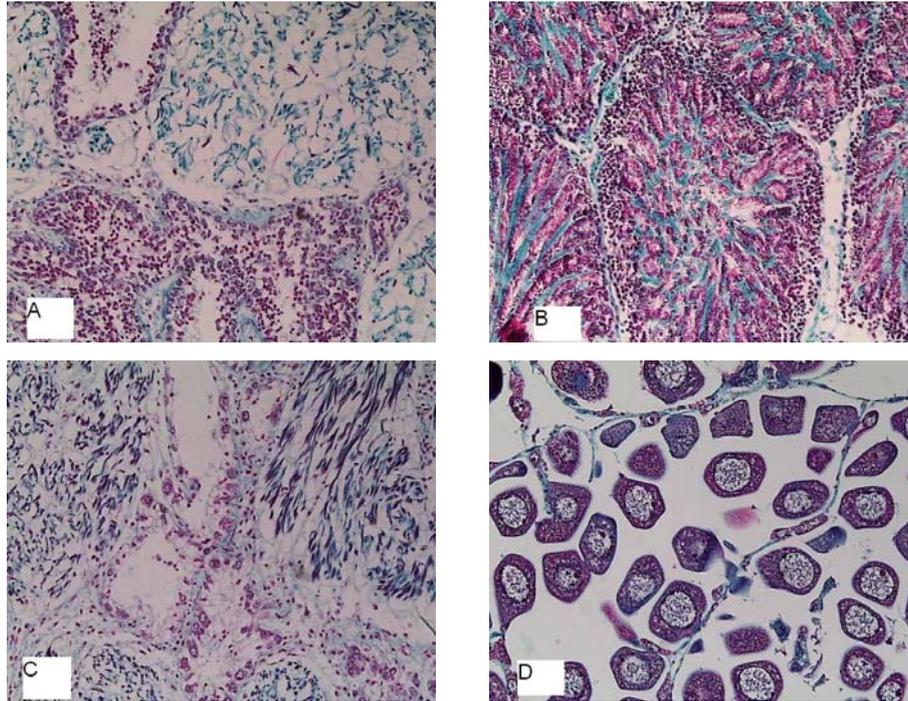


Figura II. Desarrollo gonadal de *R. decussatus* a lo largo de un periodo de acondicionamiento. A: Inicio del acondicionamiento, gónada ♂ inmadura; B: Transcurridos 50 días de acondicionamiento, gónada ♂ madura; C: Inicio del acondicionamiento, gónada ♀ inmadura; D: Transcurridos 50 días de acondicionamiento, gónada ♀ madura.

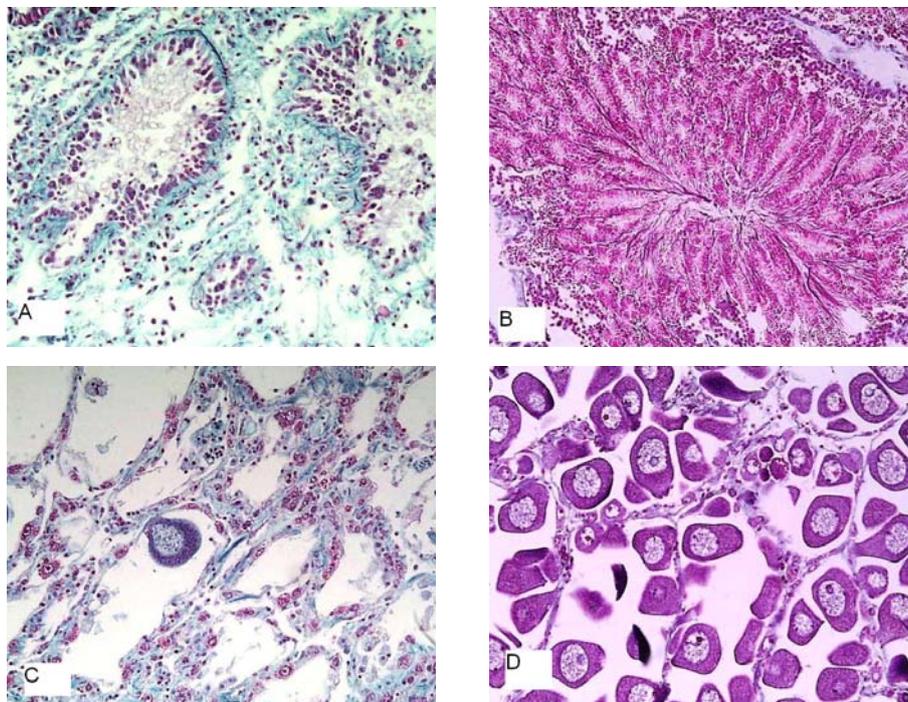


Figura III. Desarrollo gonadal de *R. philippinarum* a lo largo de un periodo de acondicionamiento. A: Inicio del acondicionamiento, gónada ♂ inmadura; B: Transcurridos 50 días de acondicionamiento, gónada ♂ madura; C: Inicio del acondicionamiento, gónada ♀ inmadura; D: Transcurridos 50 días de acondicionamiento, gónada ♀ madura.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Previamente se comprobó, macroscópicamente, el estado de madurez de la gónada. En caso positivo, se procedió a la aplicación del protocolo de inducción térmica a la puesta. Se realizaron diferentes experiencias de estimulación para la obtención de gametos con resultado desigual. En la Tabla II se especifican los resultados obtenidos.

Tabla II. Resultados obtenidos tras las inducciones a la puesta de R. decussatus y R. philippinarum.

En total se realizaron 23 inducciones con *R. decussatus*, obteniéndose 5 respuestas positivas. El número de inducciones con *R. philippinarum* fue de 24, con respuesta positiva en 15 ocasiones. En general, podemos apuntar la relativa facilidad que supone la obtención de gametos en el caso de la almeja japonesa, y la dificultad que entraña la emisión en el caso de la almeja fina.

CA de Andalucía

MATERIAL Y MÉTODOS

1- Acondicionamiento de Reproductores

Se han acondicionado reproductores de distinta procedencia, Villaviciosa (Asturias) y Huelva, para establecer diferencias en cuanto a la maduración gonadal y a la viabilidad de las puestas (fecundidad y supervivencias de larvas D, respectivamente). Las condiciones de estabulación de las almejas fue, principalmente, en bandejas de 40 litros con una carga de 50-60 individuos/bandeja (1 kg de almejas/bandeja, aproximadamente), a 20°C, en circuito abierto con una tasa de renovación de 50 l/h/kg, y alimentados en continuo, por medio de una bomba peristáltica.

La alimentación está constituida por una mezcla de algas (Tabla II): *T. suecica* (Ts), *C. gracilis* (Cg), y, ocasionalmente, *S. costatum* (Sk), *P. tricornutum* (Pt) e *I. galbana* T-Iso (Ti); siendo la cantidad suministrada de, aproximadamente, el 6% del peso seco de los reproductores en peso seco de algas. La calidad de las algas ha variado a lo largo de

Año 2005	Lotes	Ciclos T ^a	Nº experiencias	Nº respuestas positivas	Nº días 1ª puesta
<i>R. decussatus</i>	3, 4, 7, 8	2	10	1	-
<i>R. philippinarum</i>	1, 2, 5, 6	2	8	7	-
Año 2006					
<i>R. decussatus</i>	1, 2, 3	3	11	2	91
<i>R. philippinarum</i>	4, 5	3	12	5	83/ 50
Año 2007					
<i>R. decussatus</i>	1, 2	3	3	2	32
<i>R. philippinarum</i>	3, 4	3	3	3	19

todo el proyecto, pero en conjunto, consideramos que no hemos conseguido la óptima para los acondicionamientos realizados.

Tabla I. Dieta media de algas durante los acondicionamientos (%).

Pl	Ti	Ts	Cg	Sk
----	----	----	----	----

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

1 ± 8

10 ± 11

29 ± 6

31 ± 13

29 ± 14

Se han ensayado otros sistemas de estabulación, dado que se habían observado altas mortalidades durante el acondicionamiento en el sistema tradicional de bandejas (Fig.1).

En Tanques

Tanques de fibra de vidrio de 200 litros. Los ejemplares de almejas se colocan en bolsas de red colgadas en una barra de PVC y situadas dentro de los tanques, permitiendo el contacto entre los individuos y manteniéndolos más presionados, con una densidad semejante a la de las bandejas.

Experimental

Compuesto por recipientes troncocónicos de material plástico de 2 litros de capacidad. El flujo de agua y comida entra por la parte inferior del recipiente y sale por un rebosadero situado en la parte superior, de esta forma, se podría, ante cortes en el flujo de agua, dejar el recipiente vacío y mantener los ejemplares en seco.

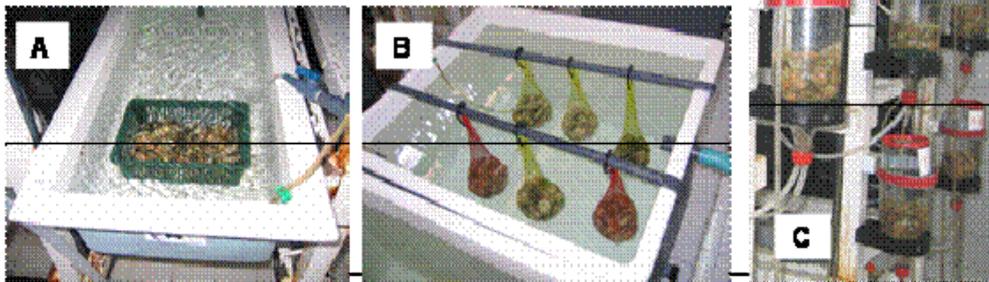


Figura 1. Tipos de estabulación de reproductores utilizados a lo largo del proyecto: bandejas (A), bolsas colgadas dentro de tanques (B), y experimental, en recipientes de dos litros (C).

Se han llevado a cabo muestreos periódicos de los individuos para estudiar su estado de maduración a lo largo de este período de acondicionamiento mediante:

- Frotis gonadal.
- Cortes histológicos de la gónada, según la siguiente escala de maduración.
 - Estado 0: Indeterminado.
 - Estado I: Gametogénesis temprana.
 - Estado II: Desarrollo activo cercano a la maduración.
 - Estado III: Maduración.
 - Estado IV: Puesta.
 - Estado V: Postpuesta.
- Índices de condición, según la expresión de Walne (1976), para el peso seco de las valvas (Psv) y peso seco de la carne (Ps), $IC=Ps/Psv$.

Con el fin de disminuir el efecto del crecimiento somático en las representaciones del índice de condición, las gráficas para estos índices son los valores que tomaría un

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

animal estándar de talla igual a la media del total de individuos, siendo de $35,211 \pm 0,29$ mm para los individuos de Huelva y $42,863 \pm 0,69$ mm para los de Asturias.

La duración del período de acondicionamiento se ha prolongado entre dos y tres meses, dependiendo del año.

2- Inducción a la puesta

Las inducciones se han realizado en dos tipos de tanques de desove (Figura 2):

Bandeja poco profunda de fibra, con fondo negro, de aproximadamente, 200x50x30 cm, con una profundidad de agua de 15 cm y un tubo de desagüe vertical.

Tanques de fibra, de 200 ó 1000 litros, que se completan con agua y en su superficie se colocan bandejas, de 100x50 cm, con fondo de malla, en las que se colocan los reproductores, este mismo tanque es en el que se realizará el desarrollo larvario, recogiendo las larvas 24 horas después de la puesta.

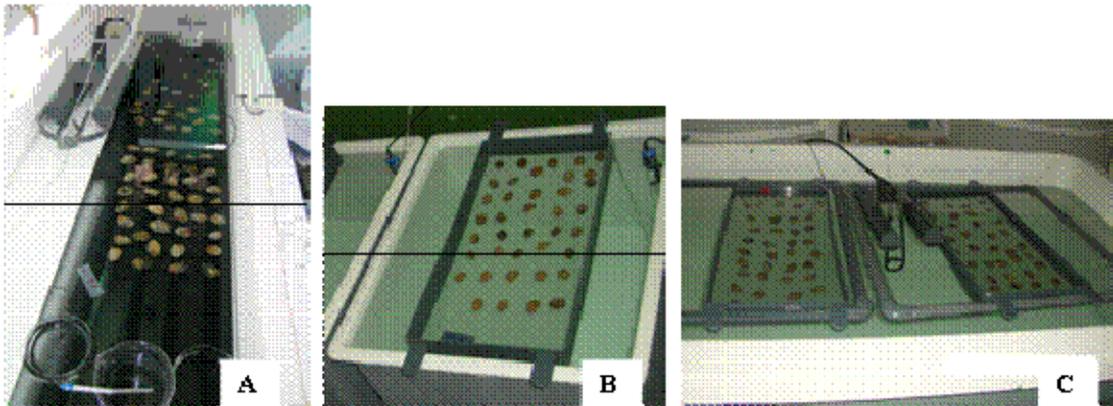


Figura 2. Bandeja poco profunda (A), y Tanques de desove de 200 l (B) y de 1000 l (C) con bandejas con fondo de malla.

Las inducciones se hicieron mediante choque térmico en el agua y por estimulación con gametos. Los rangos de temperatura para el choque térmico oscilan entre 30°C de máxima y 10°C de mínima, siendo las almejas sometidas a estos cambios bruscos de forma alternativa cada 20-50 minutos.

Además, se ensayan distintos tratamientos previos a la inducción:

Sin tratamiento previo: Las almejas están en agua a 20°C hasta la inducción.

A cero grados: Se sumergen antes en un baño de agua a 0°C durante 15 minutos.

En seco a temperatura ambiente: Se colocan inicialmente en seco durante 1 hora.

En seco y baja temperatura: Están en seco a 5°C durante 30-45 minutos.

RESULTADOS

1- Acondicionamiento de Reproductores

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

En el año 2005 los ejemplares que procedían de Asturias sufrieron una importante mortalidad a los pocos días de ser recibidos y durante todo el período de acondicionamiento se fueron observando nuevas bajas. Finalmente, la población restante se mantuvo con las valvas abiertas sin que esto supusiera la muerte en un corto periodo de tiempo. Se observó de todas formas maduración gonadal, pero, sometidos a inducción, no se obtuvo ninguna puesta, debido al estado de agotamiento de los ejemplares.

En febrero de 2006, el lote de Huelva, a los quince días de su recepción, tenía una mortalidad de casi el 100%, por lo que en marzo de 2006 se introdujo un nuevo lote de almeja fina de Isla Cristina con el que se han realizado las puestas.

En el 2007, para evitar las mortalidades de los años anteriores, la almeja fina adquirida en febrero, se mantuvo en circuito abierto y con temperatura controlada para llevar a cabo un proceso de aclimatación a la temperatura de acondicionamiento planteada para la experiencia (20°C), este incremento se llevó a cabo en 6 días desde 15 a 19°C.

Durante esta adaptación las almejas permanecieron las primeras 24 horas sin alimentación con el fin de eliminar la arena y poder realizar los muestreos para estudiar el índice de condición y la histología inicial y, posteriormente, se les alimentó con una dieta de mantenimiento (3% del peso seco carne del individuo en peso seco del alga). Transcurrido este tiempo se situaron por lotes en su sistema de estabulación. Con el resto de los lotes de ese año, junio y julio, no se llevó a cabo período de aclimatación.

Comparando los tres sistemas de acondicionamiento utilizados con los individuos de Huelva (Figura 1) se aprecia un leve descenso de la mortalidad final en el sistema experimental (Figura 3).

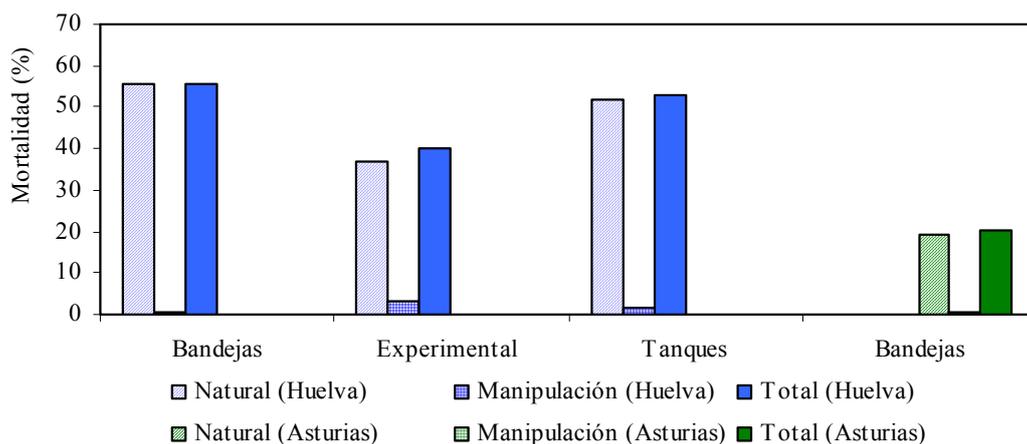


Figura 3. Mortalidad final acumulada por lotes y sistemas de acondicionamiento.

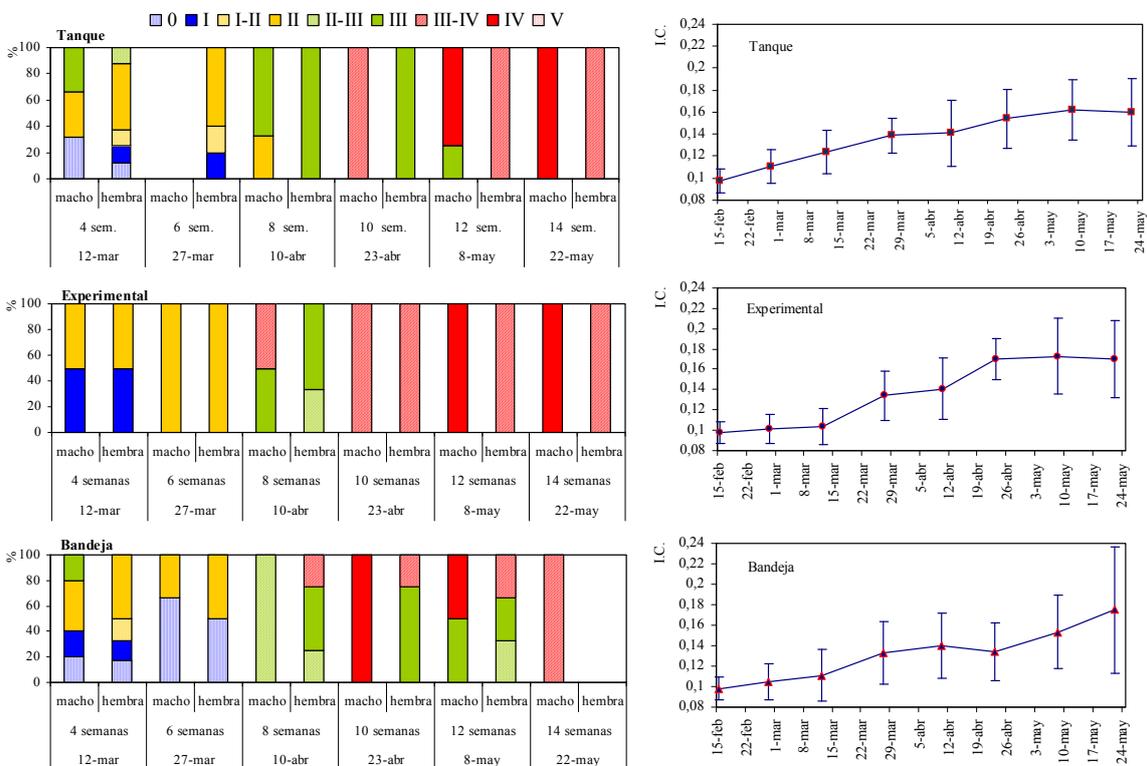
En cuanto a las almejas procedentes de Asturias, que se acondicionaron solamente en bandejas, hay un descenso muy acentuado de la mortalidad, lo que nos indica una mayor calidad en estos individuos o que la almeja fina de nuestra zona no se acomoda

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

bien a la falta de sustrato, ya que hemos visto estas altas mortalidades en ejemplares de Huelva desde hace varios años.

Los resultados según los índices de condición, referidos a un animal estándar, y los cortes histológicos para los individuos de Huelva, se muestran en las Figura 4.

A partir de los dos meses de acondicionamiento se observa en los cortes histológicos, que los individuos del sistema experimental están maduros antes que los de los otros sistemas, pero a partir de ahí parece como que la hembras no alcanzaran la suficiente madurez para conseguir la puesta en ninguno de los sistemas, no llegan a tener los folículos ocupados al completo en ninguno de los individuos muestreados, observándose, en cambio, en los machos, folículos en puesta desde los dos meses y



medio en las bandejas y desde los tres en los demás.

Figura 4. Distribución de los estados gametogénicos (%) y del índice de condición, referido a un animal estándar, de los individuos de Huelva a lo largo del acondicionamiento.

En la gráfica de los índices de condición se aprecia un estancamiento en su evolución tanto en el sistema experimental como en los tanques, no siendo así en las bandejas, en las que el proceso de maduración ha ido más lento, con un descenso a las 8-10 semanas del acondicionamiento, quizá por una puesta parcial.

Los resultados, según los índices de condición referidos a un animal estándar, y los cortes histológicos para los ejemplares de Asturias, se muestran en las Figura 5.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

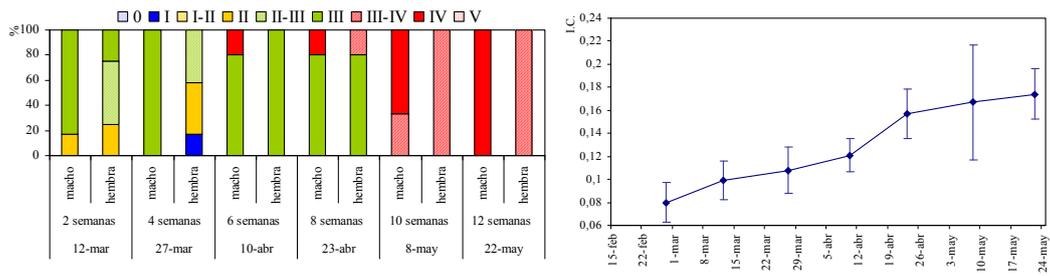


Figura 5. Distribución de los estados gametogénicos (%) y del índice de condición, referido a un animal estándar, de los ejemplares de Asturias a lo largo del acondicionamiento.

En estos individuos se observa, tanto en la gráfica del índice de condición como en los cortes histológicos, que la maduración ha sido lenta pero progresiva, alcanzándose la puesta a los dos meses y medio, siendo de estos individuos de los que se han obtenido mayor número de puestas.

2- Inducción a la puesta

Los resultados de las inducciones a lo largo del proyecto han sido muy variables, como se observan en la Tabla II

Tabla II. Clasificación de las inducciones por choque térmico (Ch.t.) realizadas a lo largo del proyecto según las siguientes características: Sistema: tipo de tanque de desove utilizado; Tratamiento previo al choque térmico: (20°C + Ch.t.), sin tratamiento; (0°C + Ch.t.), se metieron antes en agua a 0°C durante 15 minutos; (En seco + Ch.t.), en seco durante 1 h a temperatura ambiente y (en frío seco + Ch.t.), están en seco a 5°C durante 30-45 minutos; N° de inducciones de cada tipo por año; Ciclos de temperatura realizados en cada inducción; y N° de puestas que han tenido éxito.

SISTEMA	TRATAMIENTO	N° INDUCCIONES			CICLOS DE T°			N° RESPUESTAS		
		2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
Bandeja	20 °C + Ch.t.	4	-	-	1	-	-	4	-	-
	0 °C + Ch.t.	3	-	-	1	-	-	3	-	-
	En seco + Ch.t.	3	3	3	1	1	1 / 2 / 2	2	1	0 / 0 / 0
	En frío seco + Ch.t.	-	-	2	-	-	2 / 3	-	-	0 / 0
Tanque	20 °C + Ch.t.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0 °C + Ch.t.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	En seco + Ch.t.	-	4	4	-	1 / 1 / 1 / 1	2 / 2 / 2 / 2	-	1 / 1 / 1 / 0	0 / 0 / 0
	En frío seco + Ch.t.	-	-	13	-	-	2(1) / 7(2) / 2(3) / 2(4)	-	-	1 / 4 / 2 / 0

En ella se observa un 90, 57 y 32% de éxito por año respectivamente, pudiendo atribuirse estas diferencias, además del método de inducción, a múltiples factores como el lote de reproductores, la alimentación, el tipo de acondicionamiento, etc.

Las puestas obtenidas según los distintos tipos de inducción testados se pueden observar en la Tabla III.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla III. Clasificación de las puestas obtenidas en las inducciones por choque térmico (Ch.t.) según las siguientes características: Sistema: tipo de tanque de desove utilizado; n° reprod.: número total de individuos inducidos; Tto. Induc.: Tratamientos previos a lchoque térmico: (20°C+Ch.t.), sin tratamiento; (0°C+Ch.t.), se metieron antes en agua a 0°C durante 15 minutos; (En seco+Ch.t.), en seco durante 1 h a temperatura ambiente, y (En frío seco+Ch.t.), están en seco a 5°C durante 30-45 minutos; Ovoc/hembra: número de ovocitos por hembra de la que se ha obtenido respuesta; Ovoc/n° ind: número de ovocitos o larvas D por el número total de reproductores inducidos; y Total: número de huevos o larvas D totales por puesta.

Sistema	Año	n° reprod.	Tto. Induc.	Ovoc/hembra	Ovo./n° ind	Total
Bandeja	2005	114	20°C + C.t.	662.500	23.246	2.650.000
		56	20°C + C.t.	739.000	39.607	2.218.000
		60	20°C + C.t.	2.102.000	35.033	2.102.000
		60	20°C + C.t.	4.984.000	83.067	4.984.000
		56	En seco + C.t.	1.114.800	99.536	5.574.000
		60	En seco + C.t.	1.034.000	81.600	4.896.000
		56	0°C + C.t.	1.350.375	192.911	10.803.000
		60	0°C + C.t.	1.052.000	17.533	1.052.000
		60	0°C + C.t.	1.652.000	27.533	1.652.000
	2006	54	En seco + C.t.	6.158.000	6.364	343.630
Total	636			57.036	36.274.630	
Tanque	2006	150	En seco + C.t.	-	519.087	77.863.000
		92	En seco + C.t.	-	192.522	17.712.000
		96	En seco + C.t.	-	231.458	22.220.000
	2007	28	En frío seco	-	10.714	300.000
		136	En frío seco	-	12.669	1.723.000
		45	En frío seco	-	65.622	2.953.000
		37	En frío seco	-	17.838	660.000
		74	En frío seco	-	5.878	435.000
		130	En frío seco	-	103.908	13.508.000
		56	En frío seco	-	7.357	412.000
Total	844			163.254	137.786.000	

CA de Asturias

MATERIAL Y MÉTODOS

Cumpliendo lo acordado en las reuniones de coordinación, se procedió al envío de reproductores de almeja fina procedentes de la ría de Villaviciosa a las CCAA que lo solicitaron:

2005: Cantabria, Galicia, Cataluña y Andalucía

2006: Cantabria, Galicia, Cataluña y Andalucía.

2007: Galicia y Andalucía.

En la Tabla I se muestran los datos de los distintos lotes acondicionados durante los tres años que duró el proyecto.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla I. Datos de los distintos lotes de reproductores estabulados en el criadero de Castropol durante los tres años de experiencias.

		2005	2006	2007
Ría de Villaviciosa	Estabulación (fecha)	01/03	16/02	08/02
	Talla media (mm)	35,3	36,3	38,3
	Peso medio (g)	8,2	8,7	12,1
	Acondicionamiento (días)	86	103	95
Ría de Ribadeo	Estabulación (fecha)	30/06	03/04	
	Talla media (mm)	42,5	43,2	
	Peso medio (g)	21,3	22,18	
	Acondicionamiento (días)	90	91	

En la última anualidad solo se trabajó con un lote de reproductores de almeja fina procedente de Villaviciosa. La cantidad de semilla obtenida con este lote, que cubrió las expectativas de producción de semilla de acuerdo con la capacidad de la instalación, determinó que no se acondicionasen ejemplares de la ría de Ribadeo.

Condiciones de estabulación: los ejemplares se colocaron en tanques de 200 l (volumen real: 150 l), en circuito abierto, sobre cajas perforadas, con aireación (varilla de vidrio). El flujo de entrada de agua en los tanques se ajustó a 750 – 1.000 ml/minuto/kg.



Tabla II. Temperatura de acondicionamiento de los distintos lotes de reproductores estabulados en el criadero de Castropol durante los tres años de experiencias.

	2005		2006		2007
	Villaviciosa	Ribadeo	Villaviciosa	Ribadeo	Villaviciosa
Febrero			16,8±1,0		17,8 ± 1,0
Marzo	18,4±1,5		18,0±0,7		18,7 ± 1,2
Abril	18,8±0,7	13,3±0,6	18,1±0,6	14,1±0,7	19,1 ± 0,9
Mayo	19,9±0,4	14,7±0,7	18,6±0,6	17,3±0,1	19,8 ± 0,6
Junio	20,6±0,3	16,6±0,8	19,8±0,7	18,7±0,5	19,6 ± 0,2

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Alimentación: se utilizó mezcla de microalgas –*Isocrysis galbana* (Ig), *Monochrysis lutheri* (Mn), *Tetraselmis suecica* (Ts) y *Phaeodactylum tricornutum* (Pt), y *Chaetoceros gracilis* (Chg)– cultivadas en bolsas de 30 l.



Se suministró el 6% del peso seco de los ejemplares, intentando mantener las siguientes proporciones:

Ig/Mn (40-30%)

Ts (20-30%)

Pt/Chg (40%)

El suministro de alimento a los reproductores se realizó por gravedad, a partir de un depósito de 100 l, distribuido a lo largo de aproximadamente 24 h. Diariamente se procedía a la determinación de la densidad celular de las microalgas y al cálculo del volumen a utilizar como alimento.



Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Fotoperíodo: 12 L / 12 O. Se utilizaron tubos fluorescentes de 40 W colocados sobre los tanques, a una altura de 80 cm, que proporcionaban una intensidad de luz en la superficie del tanque de 270 luxes.

El mantenimiento diario de los reproductores consistió en el suministro de alimento y en la determinación de los parámetros del agua. Semanalmente se sifonó el fondo de los tanques para eliminar las heces y pseudoheces y quincenalmente se vaciaba el tanque y se procedía a su limpieza.

Inducciones a la puesta: se llevó a cabo sometiendo a las almejas a shocks térmicos. Las almejas se dejaban dos horas en seco y a continuación se procedía a someterlas a choques térmicos de entre 15°C y 25-27°C, en períodos de 20 minutos. De resultar positiva la inducción, por lo general se precisó entre 4-5 cambios para obtener el desove de los reproductores.



RESULTADOS

Como se refleja en la Tabla III el acondicionamiento de los reproductores procedentes de la ría de Villaviciosa, estabulados entre febrero y marzo con control de la temperatura, precisaron entre 86 y 103 días. Los reproductores de la ría de Ribadeo, acondicionados en el mes de julio a temperatura ambiente, necesitaron entre 91 y 95 días.

Tabla III. Resultado de las inducciones de los distintos lotes de reproductores acondicionados en el criadero de Castropol durante los tres años de experiencias.

	2005		2006		2007
	Villavicios a	Ribadeo	Villavicios a	Ribadeo	Villavicio sa
Fecha de inducción	25/05/2005	04/07/2005	30/05/2006	03/07/2006	14/05/2007
Días acondicionamiento	86	95	103	91	95
Nº ejemplares	30	30	30	20	30
Nº de cambios	4	4	4-5	4	4-5
Desove	3♂ / 4♀	13♂ / 8♀	17♂ / 6♀	7♂ / 10♀	8♂ / 4♀

Por lo general los desoves comienzan a partir del cuarto cambio de agua. El resultado de los desoves se refiere al nº de ejemplares que expulsaron los productos sexuales hasta que se dio por finalizado el proceso, al considerarse que estaban cubiertas las necesidades para iniciar la siguiente fase. Posiblemente, de continuar los cambios el nº de ejemplares hubiera aumentado.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Los óvulos de las hembras seleccionadas se fecundaron con el esperma de 3-4 machos y se colocaron en tanques de 400 l para el desarrollo larvario.

CA de Cantabria

RESULTADOS

1- Almeja fina

En vista de los malos resultados experimentados con los reproductores de Villaviciosa (Asturias) hemos cambiado a un nuevo origen: Santoña (Cantabria). En todos los casos hemos introducido almejas con un peso medio de 12 g/unidad. De años precedentes parece claro que el origen y la talla de los reproductores es clave en el posterior desarrollo del cultivo.

Dado que el protocolo definido en años anteriores no parece funcionar de manera correcta, al menos en nuestras instalaciones, hemos modificado alguno de los parámetros. Hemos mantenido la T^a (20°C), la alimentación específica (*Tetraselmis suecica*, *Chaetoceros gracilis* e *Isochrysis tahiti*) y la tasa de renovación (1 l/min*kg) variando solo el fotoperíodo (12 luz:12 oscuridad vs 6 luz:18 oscuridad). Siendo uno de los problemas más importantes la obtención de puestas fuera de época, hemos introducido 2 lotes cada 90 días desde agosto 2006 hasta julio 2007, controlando su estado de desarrollo gonadal mediante frotis cada 15 días. Por tanto hemos introducido 10 lotes (5 meses x 2) a lo largo del período agosto 06-mayo 07.

Con relación a la supervivencia, no ha habido ningún problema en cuanto a mortalidades ya que ningún lote ha superado el 10% de mortalidad al cabo de los 90 días. En cuanto a las puestas, la conclusión más importante ha sido que de ninguno de los 4 lotes acondicionados “en oscuridad” hemos obtenido puestas, existiendo un claro retraso en cuanto al desarrollo gonadal. Es más, los lotes que venían “casi” acondicionados del medio natural, presentaban un claro retroceso a los 90 días.

Los lotes del fotoperíodo “luminoso” han evolucionado de formas diversas pero que apuntan a una necesidad de un período de descanso tras la puesta, durante el cual no responden al acondicionamiento. En nuestro caso, ni los lotes de agosto ni los de noviembre han respondido adecuadamente, ya que los desoves obtenidos (entre los 50 y los 70 días) fueron menores de 2 M de óvulos/kg reproductores. Los lotes de febrero y mayo se han acondicionado perfectamente, de tal forma que en 47 y 34 días, respectivamente hemos obtenido desoves inducidos con rendimientos muy aproximados: 17 y 21 M óvulos/Kg, respectivamente.

2- Almeja babosa

No se ha realizado acondicionamiento ya que los lotes de larvas han sido hechos con reproductores que ya venían listos del medio natural. Se han hecho 2 lotes de babosa.

3- Almeja japonesa

De manera rutinaria siempre hay lotes de esta especie en el criadero de Tinamenor. De esta forma podemos usar estos lotes como lotes control, respecto a los de las otras especies. Como aspecto más significativo de las comparativas respecto a las otras dos especies, destaca:

- Esta especie no parece verse afectada por el fotoperíodo.
- Responde al acondicionamiento en cualquier mes del año.

Tarea 3: Análisis de diferentes sistemas de producción de fitoplancton

Para desarrollar esta tarea, las distintas Comunidades Autónomas describen los métodos y sistemas de cultivo de fitoplancton realizado en sus instalaciones para utilizarlo como alimento vivo en los cultivos de las almejas.

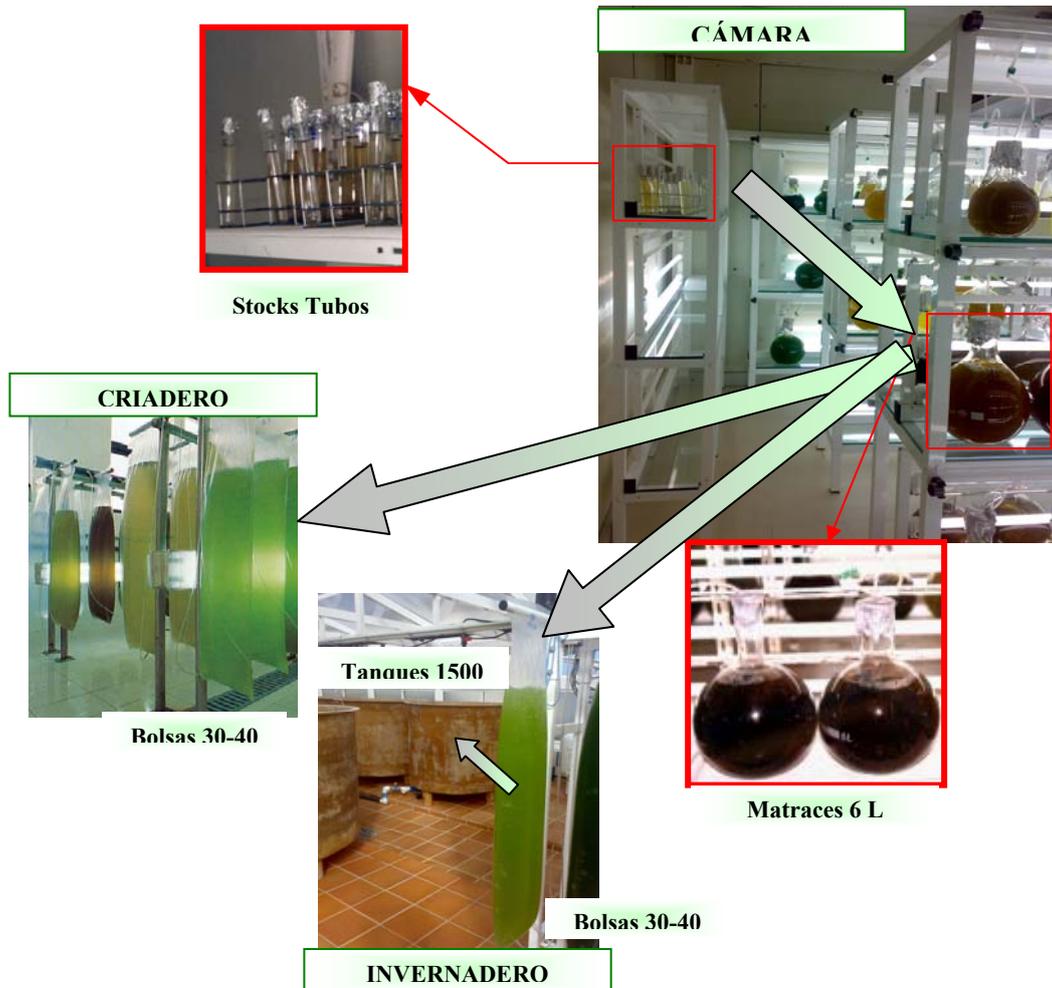
Según las condiciones de cultivo en los distintos sistemas e instalaciones, se van a obtener diferentes producciones en las cosechas. Asimismo veremos diferencias a destacar al analizar sus composiciones bioquímicas y en ácidos grasos, lo que hace que su calidad nutritiva igualmente varíe, no sólo según las especies sino también según sus condiciones de cultivo.

Por último, en esta tarea, se presenta una alternativa a la alimentación basada en el fitoplancton, como es el empleo de microcápsulas de gelatina acacia (GAM).

CA de Galicia

MATERIAL Y MÉTODOS

El cultivo de fitoplancton en el Centro de Cultivos de Ribadeo es unialgal y se realiza en distintos recipientes (matraces, bolsas y tanques), con diferentes medios nutritivos y en distintos lugares de la planta, por lo que las condiciones ambientales también van a variar.



En la cámara isoterma partimos de stocks utilizados para iniciar el cultivo de las distintas especies en los matraces. Con ellos inoculamos las bolsas ubicadas en el criadero y en el invernadero y con estas últimas, continuamos los cultivos en los tanques.

En la siguiente Tabla podemos ver las diferencias de cultivo en los tres sistemas utilizados en el CIMA de Ribadeo.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla I. Condiciones ambientales en cada sistema de cultivo.

	Salinidad	Esterilización agua	Medio nutritivo	CO ₂	Luz	Temperatura
Matraces	32 ‰	Filtrada 1 µm + Autoclave	Algal-1	Si	Artificial constante	Constante 19±1
Bolsas Criadero	32 ‰	Filtrada 1 µm	Solución C	No	Artificial constante	No Constante
Invernadero	32 ‰	Filtrada 1 µm	Solución C	No	Fotoperíodo Natural	No Constante
Tanques	32 ‰		Abonos	No	Fotoperíodo Natural	No Constante

A las especies de microalgas diatomeas se les adiciona una solución de sodio silicato.

Se hicieron distintos análisis de producción, bioquímicos y de ácidos grasos de los cultivos de fitoplancton descritos anteriormente. Las producciones se determinan por conteo en una cámara cuentaglóbulo (Bürker-Türk), aproximadamente cuando los cultivos llegan a la fase exponencial y antes de la estacionaria. Los lípidos totales se hallan por el método de Marsh y Weinstein (1966). Para los carbohidratos se cuantifica la glucosa total por el método de Dreywood (1946) empleando el reactivo de antrona-sulfúrico. Los análisis de proteínas se realizan por el método modificado de Lowry (1951). Los análisis de ácidos grasos siguen el protocolo de determinación y cuantificación descritos por Marty y col. (1992).

RESULTADOS

1- Producciones en la fase exponencial (antes de la estacionaria)

En los matraces cultivados en la cámara isoterma fueron:

Especie	Nº células/ mL
<i>Isochrysis</i>	19·10 ⁶
<i>Monochrysis</i>	18·10 ⁶
<i>Chaetoceros</i>	7,5·10 ⁶
<i>Skeletonema</i>	6·10 ⁶
<i>Phaeodactylum</i>	16·10 ⁶
<i>Tetraselmis</i>	3·10 ⁶

En las bolsas (30-40 L) van a ser las siguientes:

Especie	Nº células/ mL	
	Criadero	Invernadero
<i>Isochrysis</i>	5·10 ⁶	7·10 ⁶
<i>Monochrysis</i>	5·10 ⁶	5·10 ⁶
<i>Chaetoceros</i>	2·10 ⁶	3·10 ⁶
<i>Skeletonema</i>	4·10 ⁶	
<i>Phaeodactylum</i>		15·10 ⁶
<i>Tetraselmis</i>	1,3·10 ⁶	1·10 ⁶

En los tanques de 1500 L del invernadero.

Especie	Nº células/ mL
<i>Isochrysis</i>	$2,28 \cdot 10^5$
<i>Monochrysis</i>	$6 \cdot 10^4$
<i>Chaetoceros</i>	$8 \cdot 10^5$
<i>Phaeodactylum</i>	$1 \cdot 10^6$
<i>Tetraselmis</i>	$3 \cdot 10^5$

2- Composición bioquímica mayoritaria y de ácidos grasos en los tres sistemas

Con relación a la composición bioquímica mayoritaria (proteínas, lípidos y carbohidratos) observamos en la siguiente figura, las diferencias entre los distintos tipos de cultivos (matraz, bolsa y tanque).

Las proteínas de la mayoría de las especies parecen verse favorecidas por las condiciones empleadas en los cultivos en bolsa, mientras que los lípidos lo son en los tanques.

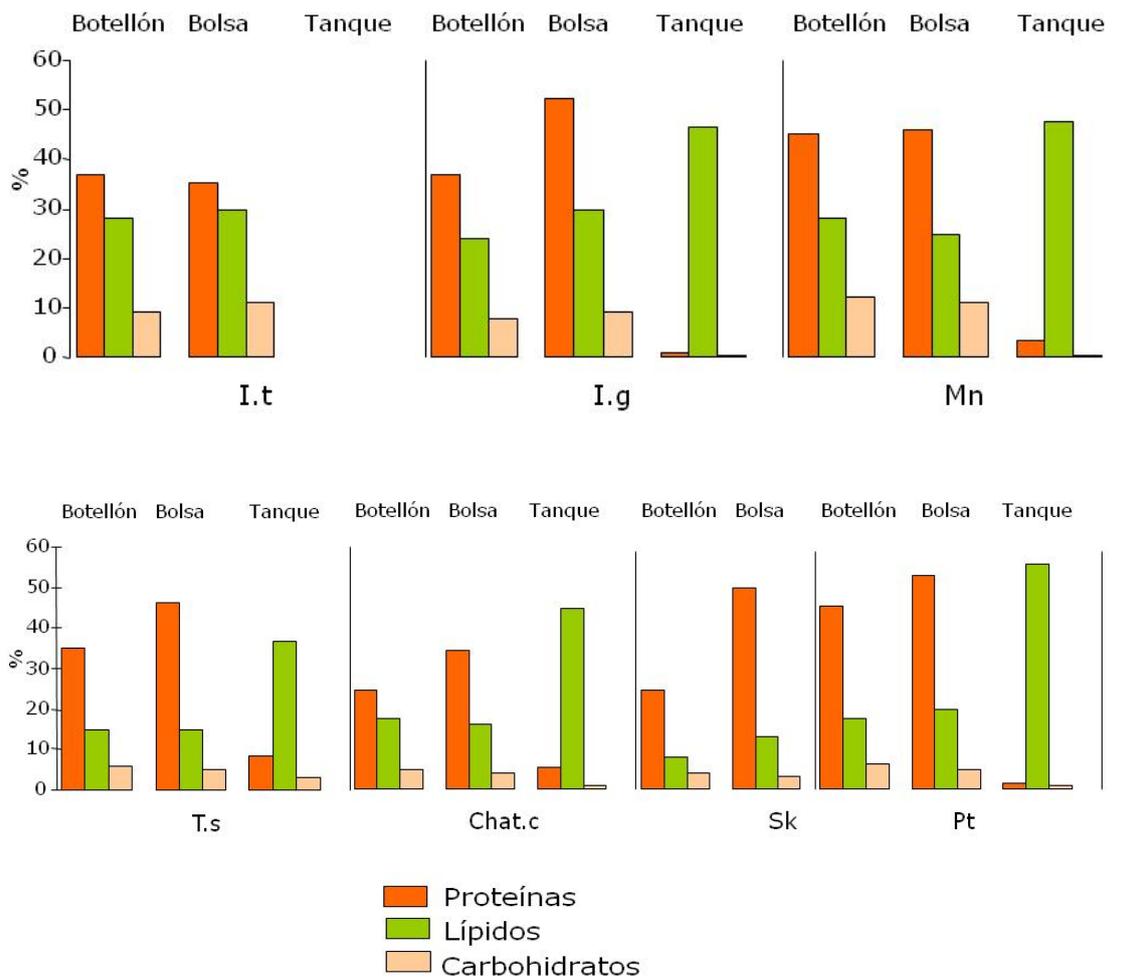


Figura 1. Composición bioquímica en proteínas, lípidos y carbohidratos para los tres sistemas de cultivo de fitoplancton (botellón o matraz, bolsa y tanque).

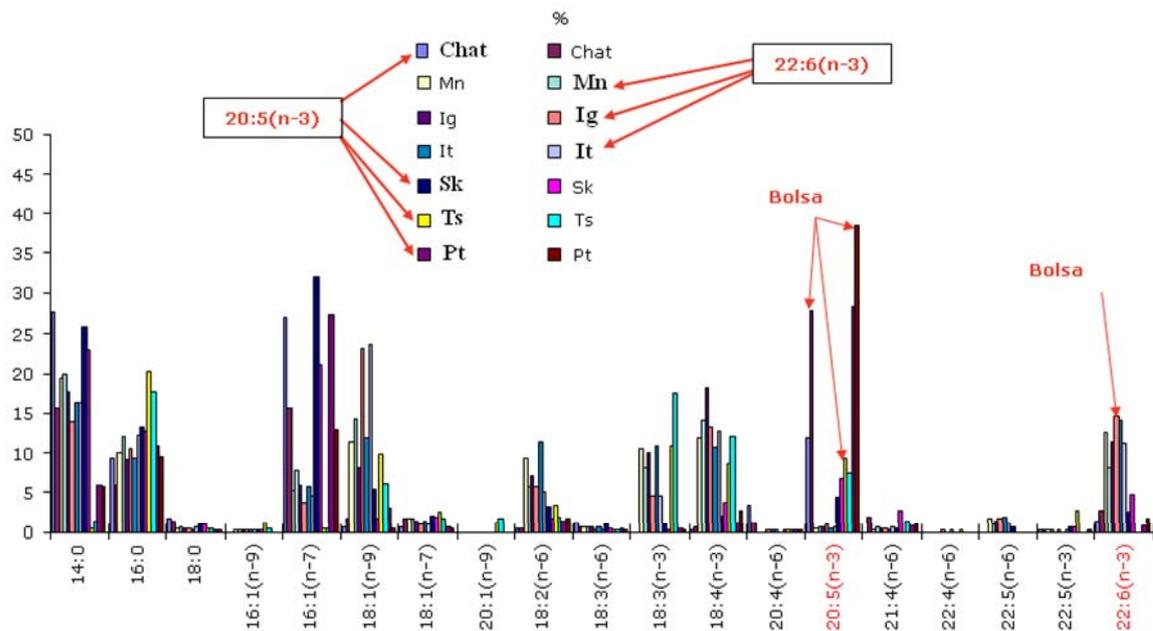


Figura 2. Composición en ácidos grasos (%) para las distintas especies de fitoplancton y en dos sistemas diferentes (matraz y bolsa).

El EPA (20:5(n-3)) es abundante en las especies de diatomeas (*Chaetoceros*, *Skeletonema* y *Phaeodactylum*) así como en *Tetraselmis*. El 22:6(n-3) (DHA) está en cantidades importantes en *Isochrysis* y *Monochrysis*.

Sin embargo, estas mismas especies al crecer bajo las condiciones indicadas para las bolsas, presentan mayor cantidad de estos dos ácidos grasos considerados esenciales para los moluscos bivalvos.

CA de Cataluña

MATERIAL Y MÉTODOS

A lo largo del proyecto, se utilizaron las siguientes cepas de microalgas procedente de Tinamenor y propias del IRTA: *Isochrysis clone T-ISO*, *Tetraselmis suecica*, *Chaetoceros calcitrans* y *Phaeodactylum tricorutum*.

Las instalaciones del Centro de Acuicultura IRTA constan de una cámara estéril e isoterma para el mantenimiento de cepas y producción hasta volumen de 6 (matraces) (figura 1). Además, se adaptó y habilitó una sala de la hatchery (zona de cultivos auxiliares) para la producción a gran escala. En dicha sala se realizó en cultivo en batch en tanques troncocónicos de 100 l, bolsas de 150 l y en tanques de 1000 l de capacidad (figura 1). Como fertilizantes, se utilizó medio Walne (1966) para el cultivo a pequeña escala y fertilizante industrial en cultivo a gran escala.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.



Figura 1. Instalaciones en IRTA par a la producción de microalgas. Sala isoterma y producción a gran escala.

Periódicamente, se realizaron controles de los cultivos microalgales mediante observación a microscopio y conteo celular en el contador de partículas Coulter Counter (Multisizer III).

Del mismo modo, se controló el suministro de fitoplancton al circuito de reproductores, cultivos larvarios y postlarvarios.

A lo largo de 2005 y 2006, además de instalar los sistemas de producción de microalgas, se estuvieron realizando los ajustes necesarios de parámetros para obtener el máximo rendimiento de los diferentes cultivos (luz, aire, CO₂, etc.)

RESULTADOS

En la figura 2, aparece la evolución del cultivo de diferentes microalgas, en diferentes sistemas (cepas, matraz 1 l y matraz 6 l).

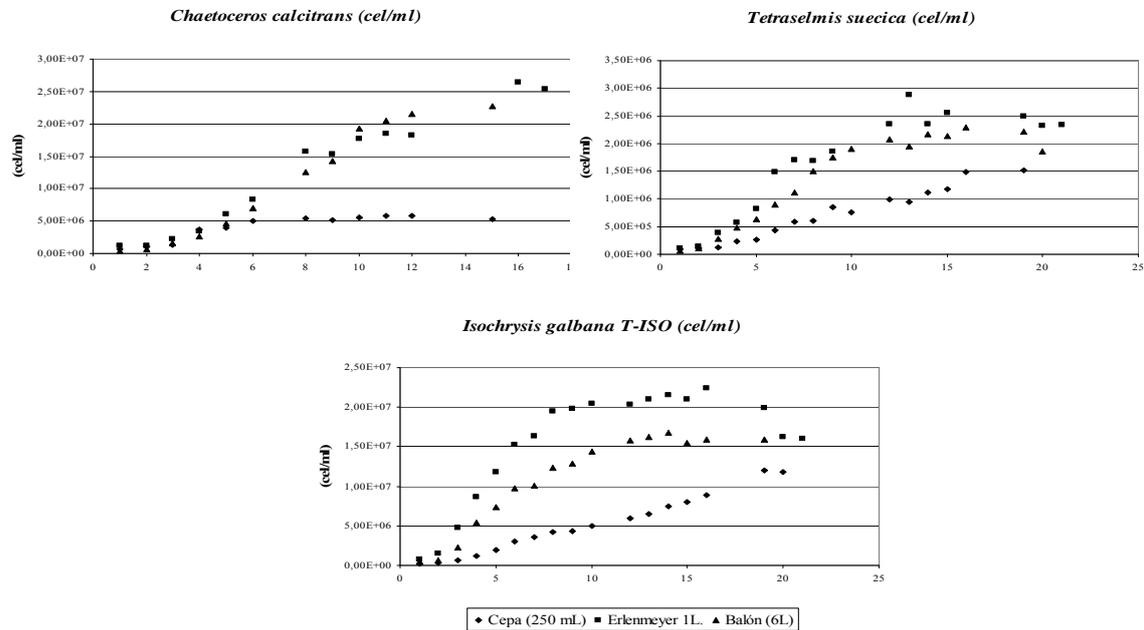


Figura 2. Evolución del cultivo de microalgas (*Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis clone T-ISO* y *Tetraselmis suecica*) en diferentes sistemas empleados en IRTA.

En la Tabla I, aparecen, a modo orientativo, cifras de producción al inicio de la fase estacionaria de distintas microalgas para el sistema de cultivo en batch de 150 l, alcanzadas en 2007.

Tabla I. Producción (cél/ml) obtenida para diferentes microalgas en cultivo en batch en bolsa de 150 l. en IRTA.

Especie	Nº células/ mL
<i>Isochrysis galbana clone T-ISO</i>	$6,7 \cdot 10^6$
<i>Tetraselmis suecica</i>	$1,9 \cdot 10^6$
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	$11,8 \cdot 10^6$
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	$10,7 \cdot 10^6$

CA de Cantabria

MATERIAL Y MÉTODOS

Una de las hipótesis de trabajo era la posible influencia de la variación del contenido en ácidos grasos del fitoplancton usado para el cultivo. Dado que en Tinamenor S.A. el cultivo se hace en invernadero, la densidad fluctúa con la variación en las condiciones ambientales, principalmente temperatura y horas de luz.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Se han efectuado a lo largo del año 2006 análisis quincenales de las especies más comúnmente usadas en las pruebas de criadero con almeja fina, japonesa y babosa.

RESULTADOS

En promedio anual los resultados han sido los siguientes:

ác.graso	<i>Isochrysis tahitiana</i>		<i>Tetraselmis suecica</i>		<i>Chaetoceros gracilis</i>	
	P.seco ng/ug	% Total	P.seco ng/ug	% Total	P.seco ng/ug	% Total
14:0	14,96	22,98	1,00	1,82	22,02	14,30
14:1	0,05	0,09	0,10	0,20	0,18	0,13
15:0	0,18	0,35	0,02	0,05	0,11	0,09
16:0	4,15	13,93	5,69	22,63	10,60	15,08
16:1(n-9)	0,07	0,21	0,08	0,29	0,00	0,00
16:1(n-7)	2,83	8,45	0,65	2,31	23,73	30,00
16:1(n-5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,34
17:0	0,25	0,80	0,16	0,61	1,43	1,91
16:2(n-4)	0,10	0,35	0,12	0,54	0,00	0,00
17:1	0,28	0,92	0,57	2,22	3,51	4,99
18:0	0,99	3,52	1,03	4,43	9,75	14,60
18:1(n-9)	3,01	10,92	5,01	21,49	0,43	0,65
18:1(n-7)	0,37	1,35	0,00	0,00	1,09	1,67
19:0	2,82	9,91	3,04	13,02	3,09	4,58
18:2(n-6)	1,82	6,24	1,61	6,65	0,48	0,69
18:3(n-3)	2,71	9,01	5,97	24,04	0,12	0,18
20:1(n-9)	0,00	0,00	0,16	0,63	0,00	0,00
18:4(n-3)	4,58	14,50	1,65	6,33	0,38	0,50
20:4(n-6)	0,05	0,14	0,42	1,54	3,25	4,11
20:4(n-3)	0,01	0,04	0,05	0,19	0,10	0,11
20:5(n-3)	0,21	0,55	1,23	4,03	8,93	10,10
22:5(n-3)	0,07	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
22:6(n-3)	2,45	5,48	0,00	0,00	0,58	0,55
Total	41,96	109,91	28,58	113,02	90,03	104,58

Agrupando los valores:

	% Total ácidos grasos		
	<i>Isochrysis tahitiana</i>	<i>Tetraselmis suecica</i>	<i>Chaetoceros sp.</i>
PUFAs	36,49	43,31	16,24
SAFAs	41,58	29,54	45,98
MUFAs	21,93	27,15	37,78
Sum. ω 3	29,76	34,58	11,44
Sum. ω 6	6,38	8,19	4,80
ω 3/ ω 6	4,66	4,22	2,38
20:5(n-3)	0,10		18,48
20:5(n-3)	0,55	4,03	10,10
22:6(n-3)	5,48	0,00	0,55
Otros	10,12	11,55	8,68

Dado que no aparecen diferencias significativas en ningún mes para ninguna especie (aparte de la densidad celular) podemos suponer que las variaciones, a lo largo del año, en los resultados a nivel de criadero no están, al menos directamente, relacionado con el tipo de ácidos grasos presentes en la dieta. No obstante existe en la bibliografía referencias a metabolitos secundarios que, en función de la densidad, aparecen y pueden afectar al resultado en el criadero.

Este aspecto deberá ser analizado en futuros proyectos de investigación.

Otras alternativas a la alimentación viva (fitoplancton): las microcápsulas

En el Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo (CIMA), se realizaron varias experiencias con la almeja babosa, para comprobar la posibilidad de utilizar las microcápsulas con cubierta de Gelatina-Acacia (GAM), como alimento artificial sustituyendo al fitoplancton puesto que este supone, para un criadero, un cultivo auxiliar imprescindible.

MATERIAL Y MÉTODOS

1- Fabricación

El método está basado en el descrito por Langdon y Waldock (1981) modificado por Rodríguez y col. (1992).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Se distinguen tres etapas: Emulsión, Coacervación y Endurecimiento.

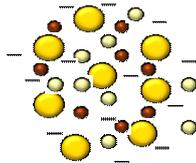
EQUIPO:

- Homogenizador de cuchillas
- Baño termostático de inmersión y de circulación (0-100°C)
- Agitador magnético con calefacción
- Ph-metro



1-EMULSIÓN

Homogenización a 40.000 r.p.m.



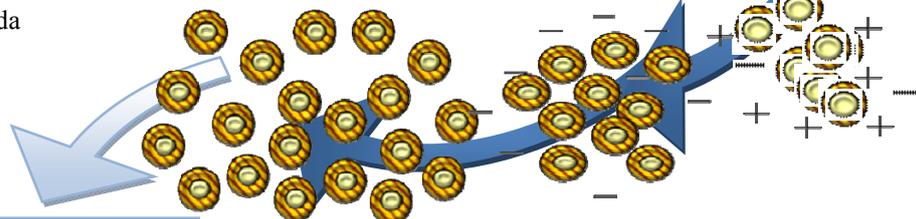
2-COACERVACIÓN



Bajada pH con ClH

REACTIVOS:

- Gelatina en polvo
- Goma arábiga o acacia
- La fase lipídica
- Ácido Clorhídrico (ClH)
- Hidróxido de sodio (NaOH)
- BHT
- Agua destilada



Subida pH con NaOH

3-ENDURECIMIENTO

A 5°C durante 2 horas.

2- Experiencias

Para comprobar el éxito de su fabricación y almacenamiento: experiencias con microcápsulas (aceite de oliva y Ácido Araquidónico deuterado).

Se tomó una alícuota de aceite para analizar los AG. Después de la fabricación de las GAM, se tomó también una muestra a día 0 para contarlas y analizar sus AG. De esta forma, podríamos saber la producción de la fabricación y comprobar la posible alteración del aceite incorporado.

Almacenadas durante 21 días, se recogen muestras periódicas para hacer un seguimiento de sus AG. Podríamos saber así, si existen pérdidas durante su almacenamiento.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Para comprobar su ingestión y digestión: experiencias con microcápsulas (colorante de cubierta).

En este caso, se fabrican GAM con aceite de hígado de bacalao marcadas con un colorante de cubierta (FITC= isotiocianato de fluoresceína).

Larvas de almeja babosa son expuestas a estas GAM durante 4 horas y finalizado este tiempo, se observan por microscopía de fluorescencia.

Una primera visualización de la fluorescencia nos podría indicar su ingestión. Su visualización, durante 20 minutos, podría verificar su digestión si existe pérdida de esa fluorescencia.

Para comprobar su asimilación: experiencia de 24 horas con microcápsulas (aceite de oliva y Ácido Araquidónico deuterado).

Las GAM de aceite de oliva+*AA se dan como alimento a las larvas de tres tanques de 30 l. Mientras que las larvas de otros tres tanques, se mantienen en ayuno.

La prueba dura 24 horas, al cabo de las cuales, se analizan los AG de las larvas para comprobar si existe un aumento de ácido oleico y si aparece el *AA (Ácido Araquidónico deuterado). Se confirmaría de esta forma la asimilación.

Es importante destacar que, en esta experiencia intentamos ajustarnos a una situación real de cultivo de almeja, incorporando con las GAM, las cantidades de AG que aportamos habitualmente con una alimentación a base de fitoplancton.

Para comprobar su posible utilización como suplemento nutricional: experiencia de crecimiento y supervivencia con microcápsulas (grasas y aceites).

En esta experiencia las larvas se mantienen en tanques de 200 l. Las larvas de un primer tanque se someten a una alimentación basada exclusivamente en fitoplancton, las larvas de otros cuatro tanques, se alimentan con fitoplancton pero también con microcápsulas de: grasa de atún, grasa de caballa, aceite de hígado de bacalao y grasa de sardina.

Controlando su crecimiento y mortalidad durante 10 días, podríamos comprobar que las GAM pueden ser un buen suplemento en la alimentación de los cultivos larvarios.

Para comprobar su posible utilización como herramienta de trabajo: experiencia de seguimiento metabólico con microcápsulas (aceite de oliva y *AA).

A las larvas de un tanque de 150 l las alimentamos con fitoplancton, mientras que a las de otro, las alimentamos con las *AAGAM (de aceite de oliva+*AA) + fitoplancton. De esta forma, realizando un seguimiento del ácido oleico y del *AA en las larvas, durante 7 días, podríamos saber si las GAM son un buen instrumento para realizar estudios metabólicos de AG y de esenciabilidades nutricionales en los cultivos larvarios.

RESULTADOS

Las microcápsulas con aceite de oliva y ácido araquidónico deuterado (*AA) fabricadas van a tener un tamaño de 3 μm .

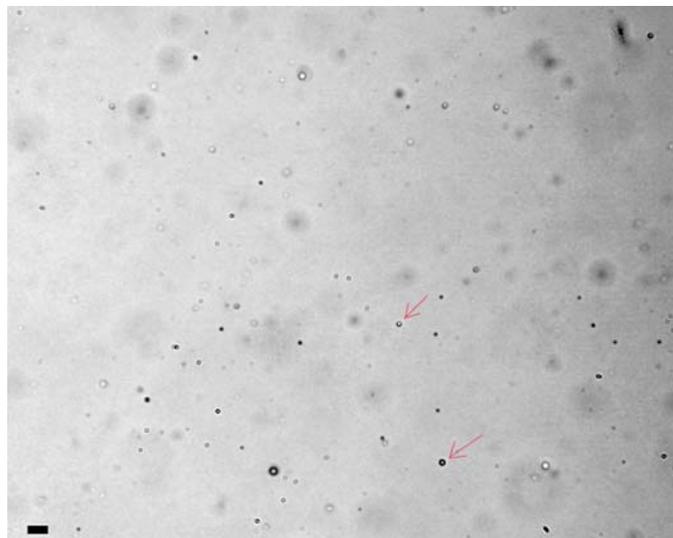


Figura 1. Fotografía de las microcápsulas con aceite de oliva y *AA. Barras de escala 10 μm .

En la Tabla I se muestran los datos de composición porcentual en ácidos grasos del aceite de oliva utilizado para la fabricación de las micropartículas y los porcentajes de ácidos grasos encontrados en estas últimas.

Los análisis demuestran que en su fabricación se consigue obtener 1,17 pg de AG totales por micro-cápsula.

El 18:1(n-9) está en un 66,8% y el *AA en un 4,8%. Como se puede observar, los porcentajes de los ácidos grasos del aceite de oliva, se conservan después del proceso de microencapsulación.

Tabla I. Composición en ácidos grasos del aceite de oliva y de las microcápsulas (porcentajes y pg/ $\mu\text{cáp}$).

Ác. Grasos	ACEITE DE OLIVA		MICROCÁPSULAS			
	%		%		pg/ $\mu\text{cáp}$	
	Media	Std	Media	Std	Media	Std
18:1(n-9)	68,75	0,35	66,8	3,2	0,780	0,037
20:4(N-6)-d₈			4,8	0,4	0,057	0,004
Tot. pg/$\mu\text{cáp}$					1,17	0,06

A estas microcápsulas se les hizo un seguimiento a lo largo de 21 días de almacenamiento. En la Tabla II se muestran los datos porcentuales de los ácidos grasos de las microcápsulas así como su cantidad total (pg/ $\mu\text{cáp}$) a día 0, día 7 y día 21.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla II. Composición porcentual en ácidos grasos de las microcápsulas con aceite de oliva y ácido araquidónico deuterado, al día 0 de la fabricación y a los 7-21 días de almacenamiento. También se da la cantidad total de AGTs (pg/ μ cáp).

Ác. Grasos	0		7		21	
	Media	Std	Media	Std	Media	Std
16:0	11,65	0,006	11,60	0,007	12,17	0,008
18:0	2,70	0,002	2,66	0,001	3,34	0,002
18:1(n-9)	66,83	0,037	65,71	0,028	65,01	0,046
18:1(n-7)	2,48	0,002	2,38	0,001	2,66	0,002
18:2(n-6)	10,67	0,006	10,32	0,004	10,39	0,007
18:3(n-3)	0,83	0,001	0,78	0,000	1,13	0,000
20:4(N-6)-d8	4,84	0,004	6,55	0,002	5,30	0,002
SATURADOS	14,34	0,008	14,26	0,008	15,51	0,010
MONOINSAT.	69,31	0,039	68,09	0,029	67,67	0,049
POLIINSAT.	16,35	0,009	17,65	0,007	16,82	0,009
Tot. pg/μcáp	1,17	0,055	1,21	0,044	1,05	0,066

Las diferencias encontradas en los porcentajes de ácidos grasos y en la cantidad total, a lo largo de su almacenamiento, son debidas al error en la manipulación de las muestras al realizar los análisis. En este estudio dejamos claro la eficacia del almacenamiento, al no existir pérdidas considerables a lo largo de los 21 días de seguimiento.

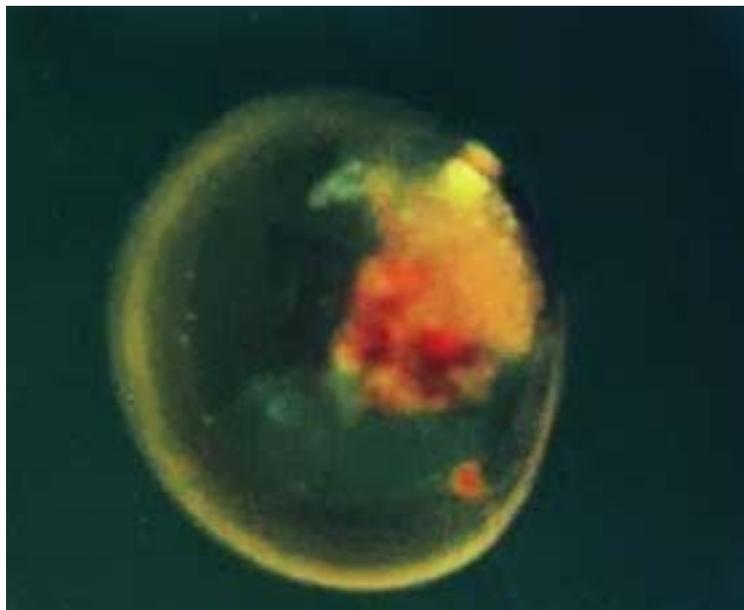


Figura 1. Larva de *Venerupis pullastra* después de ser alimentada con microcápsulas con colorante de cubierta (FITC) y observada con microscopio fluo-rescente.

En la fotografía anterior se comprueba la ingestión de las GAM al observar el acúmulo de la fluorescencia (color amarillo) dentro de la larva.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

En la Figura 3, se muestra una secuencia de imágenes donde se ve en un primer momento, una fluorescencia (color verdoso) que demuestra su acúmulo o ingestión y que posteriormente dicha fluorescencia desaparece, confirmando que están siendo digeridas.

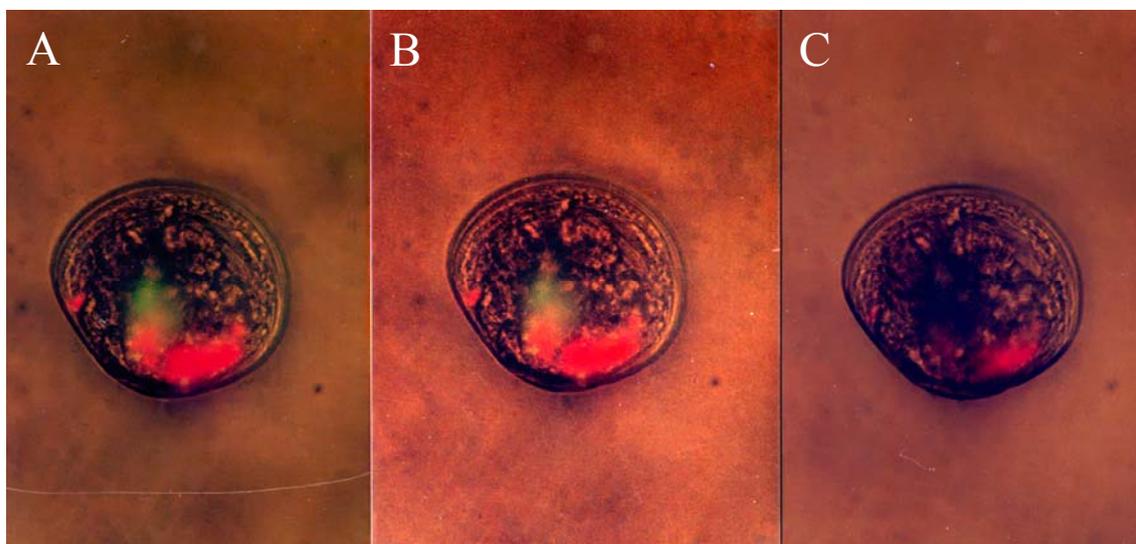


Figura 3. Serie de fotografías (A-C) obtenidas con microscopio de fluorescencia a lo largo de un periodo de 20 minutos. Se observa la desaparición del color verde fluorescente.

Con estos resultados, podemos afirmar que existe ingestión y digestión de las microcápsulas de gelatina-acacia por parte de las larvas de almeja babosa.

Tabla III. Asimilación de un AG exógeno (ácido araquidónico deuterado) y aumento de asimilación del ácido oleico (ya existente).

	ng/larva				
	LT	LP		LN	
	Dieta *AA-GAM	Larvas Ayuno	Larvas *AA-GAM	Larvas Ayuno	Larvas *AA-GAM
20:4(N-6)-d ₈	0,64	0,00	0,06	0,00	0,12
% Asimilación		((0,06-0)/(0,64-0))x100= 9,7		((0,12-0)/(0,64-0))x100=18,3	
18:1(n-9)	8,82	0,45	0,65	0,71	3,37
% Asimilación		((0,65-0,45)/(8,82-0))x100=2,3		((3,37-0,71)/(8,82-0))x100=30,2	

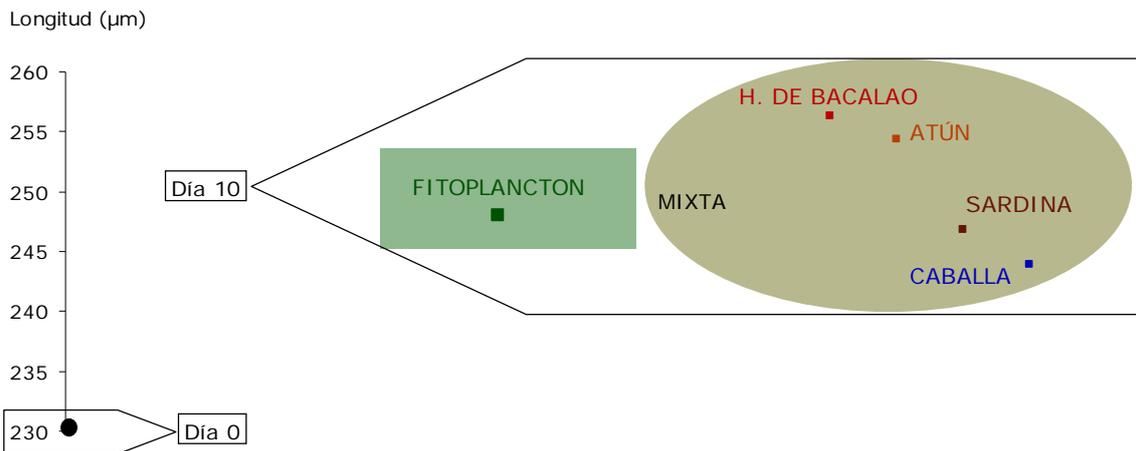
El porcentaje de asimilación, hallado en las dos fracciones, muestra que en LN, es mayor en el ácido oleico pero, en los LP, lo es en el *AA. De todas formas, la asimilación es mayor en la fracción de reservas en ambos AG.

En la experiencia de 10 días realizada con larvas de almeja babosa vimos que las mortalidades eran bajas (9-14%). Esto nos confirma su no toxicidad, pero puede llegar a

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

ser un inconveniente su tamaño y el incorporar un exceso de contenido lipídico, como ocurre con las que llevan aceite de hígado de bacalao (AHB).

En esta prueba partimos de larvas de 230 μm , que a los 10 días, pasan a tener de 244-256 μm . A estos datos obtenidos se les hizo un estudio estadístico (ANOVA), tomando como control las larvas alimentadas solamente con fitoplancton. Con un 95% de confianza, se encontraron diferencias significativas en las larvas alimentadas con microcápsulas de grasa de atún pero, sobre todo, con las alimentadas con microcápsulas



de AHB.

Figura 4. Representación de los crecimientos alcanzados por las larvas sometidas a la alimentación con fitoplancton (control) y con dieta mixta con fitoplancton y microcápsulas de distinta composición lipídica, al cabo de diez días (datos en μm).

Esto nos indica que, pueden utilizarse como suplemento nutricional, aportando a la dieta lo que las larvas necesitan en cada momento de su desarrollo larvario.

Durante los períodos en los que se requiera un alto gasto energético, serían adecuadas las microcápsulas que aportan SAFAs y MUFAs.

En las especies y en las fases cuya estrategia principal sea la creación de nuevas membranas y la reestructuración de órganos y tejidos, se requerirán microcápsulas que aporten mayoritariamente PUFAs de la serie (n-3), cuyo papel primordial es el de formación de membranas celulares.

Con la última prueba corroboramos la asimilación del AG exógeno no aportado por el fitoplancton y, el incremento (comparado con la asimilación de las larvas solamente alimentadas con las microalgas) del endógeno y, que sí es incorporado por el fitoplancton.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

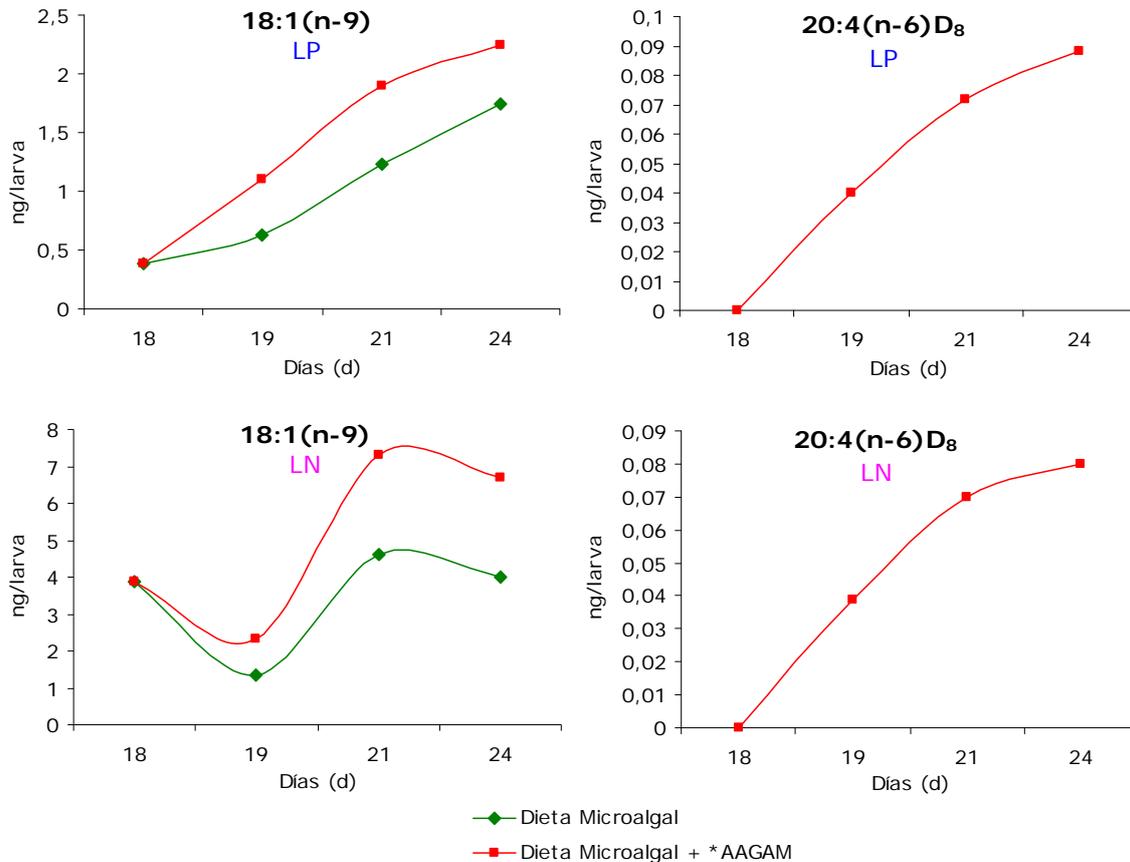


Figura 5. Seguimiento del 18:1(n-9) y del 20:4(n-6)-d₈ en las fracciones de lípidos neutros y polares de las larvas alimentadas con dieta microalgal y dieta mixta (microalgas + *AAGAM) a lo largo de los 7 días que dura la experiencia. Los datos se expresan en ng/larva.

En la figura anterior se puede comprobar como el comportamiento de asimilación en las larvas alimentadas con dieta mixta (GAM+fitoplancton) es parecido al de las alimentadas sólo con fitoplancton. Las microcápsulas no parecen interferir en la asimilación de los AG aportados con las microalgas.

Vemos, a partir de los datos de porcentaje de incorporación de la siguiente Tabla, como la asimilación disminuye a medida que pasan los días de la experiencia. Esto significa que, no por incrementar la cantidad de AG (al aumentar la cantidad de dosis a lo largo de los días que dura la prueba), va a aumentar la incorporación. Llega un momento, en el que existe saturación en la asimilación de los AG que será diferente, dependiendo de estos y también de en qué fracción lo hagan.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

*Tabla IV. Porcentajes de incorporación del 18:1(n-9) y del 20:4(n-6)-d8, en lípidos neutros y polares de las larvas alimentadas con microalgas + *AAGAM durante los 7 días de la experiencia.*

	% Incorporación			
	18:1(n-9)		20:4(n-6)-d8	
	LP	LN	LP	LN
Día 19	16,17	33,08	16,74	16,32
Día 21	7,53	30,71	10,04	9,76
Día 24	2,84	15,35	6,14	5,58

Esta saturación, nos permitiría saber la cantidad óptima de cada AG para poder incorporarlos en su justa medida a lo largo de los desarrollos larvarios.

Por lo tanto, estamos ante un posible instrumento en la investigación de los compuestos esenciales en la alimentación de bivalvos. Concretamente, con los AG podríamos estudiar su diferente comportamiento metabólico y, sus cantidades óptimas a suministrar en la alimentación para mejorar los resultados de los cultivos.

Tarea 4: Cultivo larvario

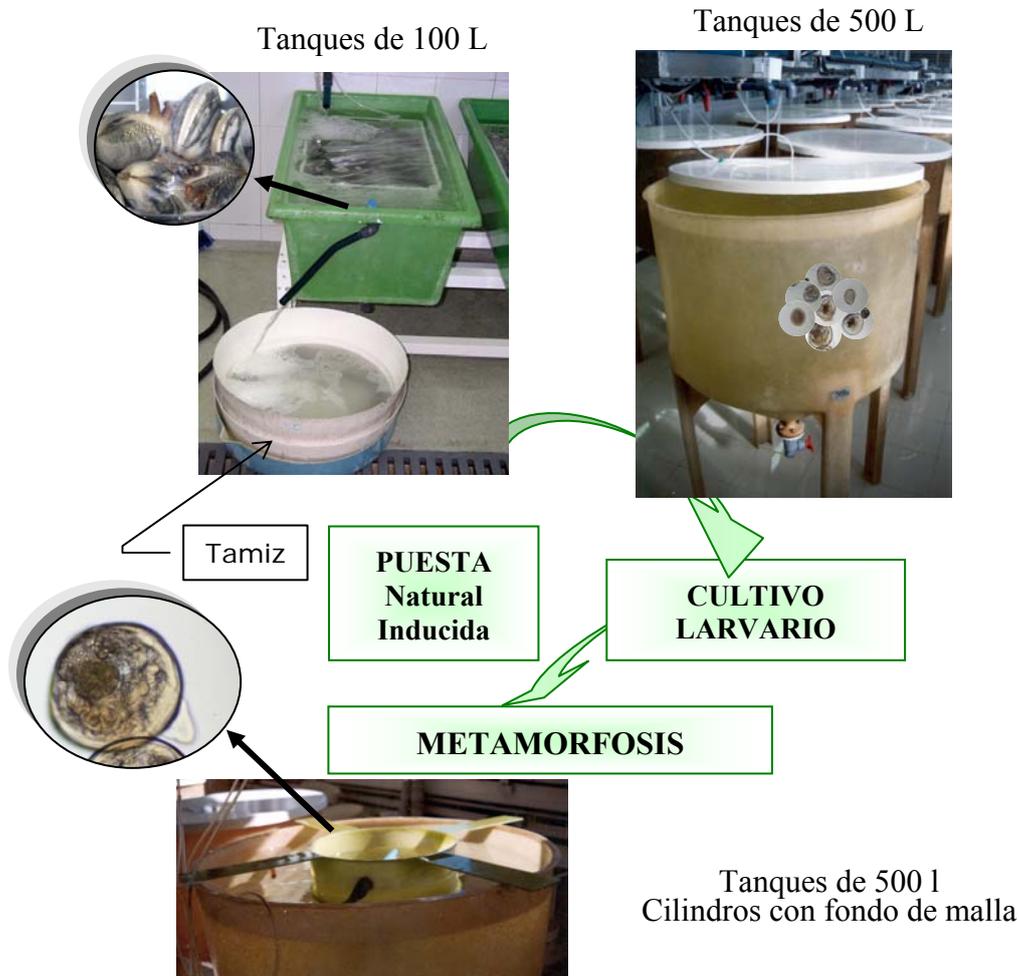
Cuando los reproductores están maduros y desovan, la fecundación es externa. Los ovocitos son fecundados y se forma el huevo, entonces comienza el desarrollo embrionario con divisiones celulares sucesivas que darán lugar a la larva trocófora. A partir de aquí evoluciona el cultivo larvario pasando por las diferentes fases de larva veliger, pediveliger hasta larva competente que va a sufrir la metamorfosis. Este proceso de transformación de una larva nadadora en una postlarva sésil, es lo que determina el final del cultivo larvario.

CA de Galicia

MATERIAL Y MÉTODOS

1- Desarrollos larvarios

El cultivo larvario se realiza en tanques troncocónicos de 500 litros de capacidad. El agua de cultivo está filtrada por filtros de arena y por UVA. La temperatura se mantiene entre 18-20°C, y la alimentación es una mezcla de cuatro especies microalgales: *Isochrysis*, *Monochrysis*, *Chaetoceros* y *Tetraselmis*; cultivadas en matraces de 6 litros. Se empieza con una ración de 10 equivalentes de cada especie y se aumenta según las necesidades del cultivo.



Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

El vaciado y limpieza de los tanques de cultivo se realiza cada dos días, tomando muestras para el control de crecimiento y mortalidad y para posteriores análisis.

RESULTADOS

1- Almeja fina

De todos los desoves obtenidos, la evolución del cultivo larvario fue muy diferente de unos a otros. Sólo en el 20% de los cultivos llegaron las larvas hasta la metamorfosis; del resto, las larvas se murieron entre los 10 y los 20 días de cultivo.

De los que lograron llegar a la metamorfosis, la supervivencia fue muy variable de unos a otros, desde un 7% en el peor de los casos, hasta un máximo del 65%.

En la siguiente Tabla se muestra la evolución de los cultivos larvarios hasta la metamorfosis, el tiempo que tardaron, la supervivencia larvaria y la talla de las larvas.

Tabla I. Evolución de los cultivos larvarios.

	Puebla del Caramiñal			
Larvas iniciales	2,700,000	2,100,000	5,000,000	1,900,000
Duración (días)	40	40	30	40
Supervivencia (%)	17	13	52	12
Talla		275	253	293

	Noya		
Larvas iniciales	11,000,000	13,500,000	5,300,000
Duración (días)	35	27	25
Supervivencia (%)	47	65	50
Talla	280	225	273

	Villaviciosa 2007	Villaviciosa 2006
Larvas iniciales	4,600,000	24,500,000
Duración (días)	30	30
Supervivencia (%)	43	7
Talla	252	259

En la gráfica siguiente se representa el crecimiento de las larvas hasta la metamorfosis. La talla media de las larvas al llegar a la metamorfosis está entre las 252 y las 293 micras.

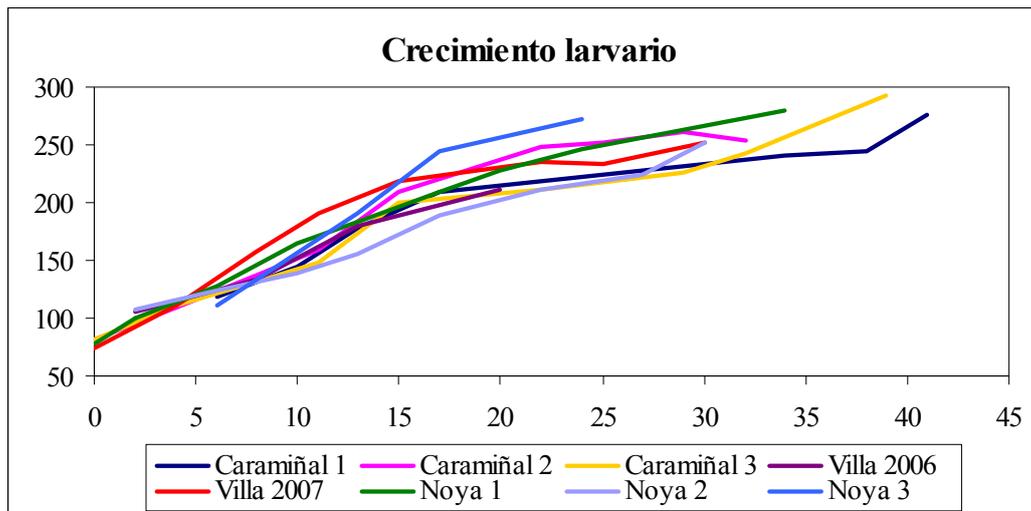


Figura 1. Crecimiento en talla de distintos cultivos de almeja fina.

2- Almeja japonesa

Se trasladan reproductores del medio natural al criadero, cuando los individuos se encuentran maduros. Los lugares de procedencia fueron Camariñas y Palmeira.

En las siguientes Tablas se muestra la cantidad de larvas recogidas en cada uno de los desoves obtenidos y la mortalidad de los reproductores al final de las puestas, así como la evolución de los cultivos larvarios: el número de días hasta fijación y el porcentaje de larvas que llegaron a la metamorfosis.

Tabla II. Número de larvas por desove y mortalidad de los reproductores.

Procedencia de los reproductores	Fecha de llegada al criadero	Fecha de los desoves	Nº de larvas	Mortalidad de los reproductores
Camariñas	12-jul-06	16-jul-06	30,400,000	17% (en 2 meses)
		07-ago-06	4,800,000	
		14-sep-06	3,350,000	
Palmeira	07-jun-07	14-jun-07	28,000,000	11% (3 meses)
		02-jul-07	6,000,000	
		30-jul-07	8,500,000	
		13-sep-07	5,000,000	
		28-sep-07	1,600,000	

Tabla III. Evolución de los cultivos larvarios, duración y porcentaje de supervivencia.

Procedencia	Camariñas			Palmeira		
	Larvas iniciales	30,400,000	4,800,000	3,350,000	8,500,000	5,000,000
Duración (días)	45	30	30	35-40	33	33
Supervivencia (%)	3	33	14	46	43	45
Talla	235	215	240	232	213	244

En la gráfica siguiente se representa el crecimiento de las larvas hasta la fijación. La talla media de las larvas al llegar a la fijación está entre las 213 y las 244 micras.

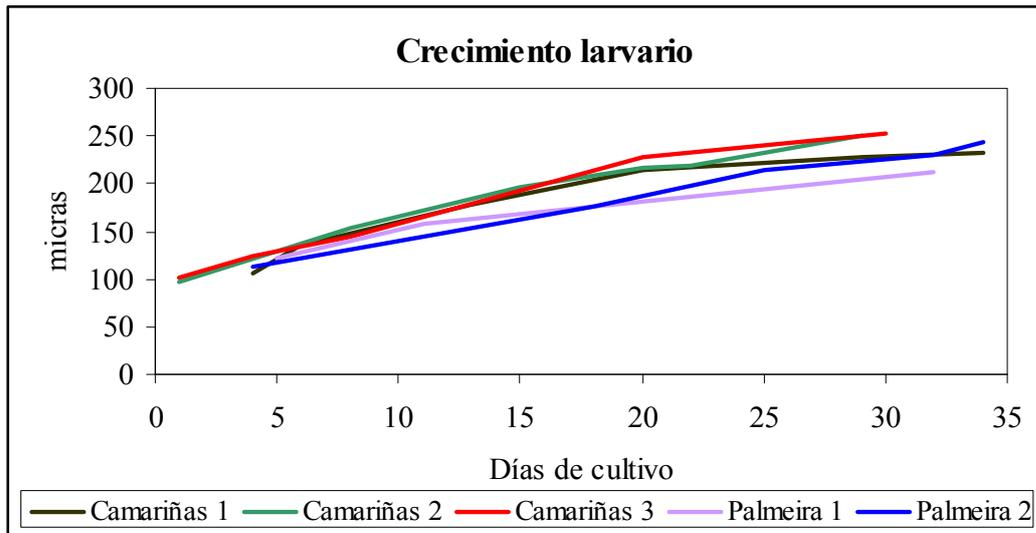


Figura 2. Crecimiento en talla de distintos cultivos de almeja japonesa

3- Almeja babosa

Durante los años 2006 y 2007 se trajeron progenitores de distinta procedencia y en distintas épocas con el fin de verificar si existe alguna época más idónea para el cultivo de esta especie.

Entre enero del 2006 y junio de 2007 en Galicia se trajeron 8 lotes de progenitores de almeja babosa, procedentes de Vilaxoán y Barallobre. Todos ellos desovaron a su llegada al centro, el número de ovocitos por puesta varió entre 5,5 y 31 millones. Estos mismos progenitores se mantuvieron en tanques después del desove, consiguiéndose que aproximadamente a los 30 días se obtuvieran más puestas espontáneas (entre 2 y 47 millones de ovocitos). Se obtuvieron en total 11 desoves.

La duración del cultivo larvario fue relativamente rápido, a los 18-20 días las larvas llegaban a la fijación (tamiz 170 μm) y aproximadamente a los 40 días la semilla alcanzaba ya el tamiz de 400 μm . La supervivencia de los cultivos larvarios osciló desde un 5,6% en el caso de una puesta donde se observó alta mortalidad durante la fijación, hasta una supervivencia del 75 % en el caso de un desove del mes de noviembre.

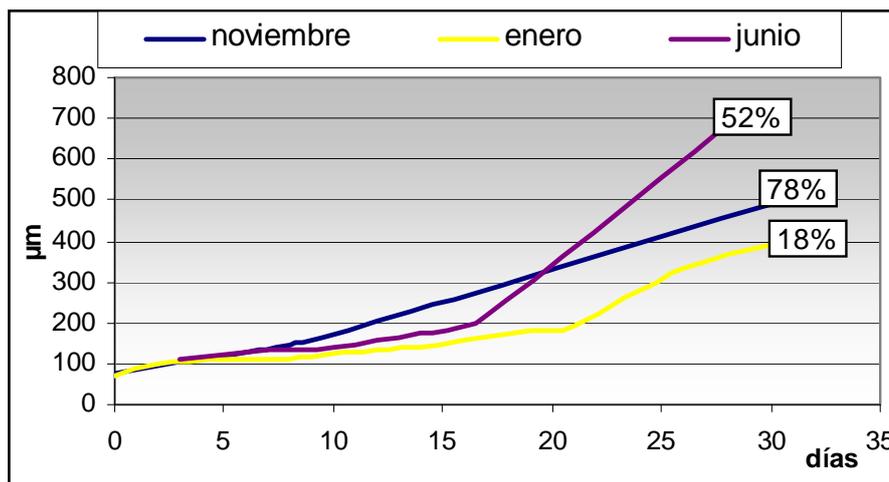
Se presenta en esta Tabla un resumen de las puestas en las cuales se llevó un control de crecimiento y mortalidad. Se refleja el número de ovocitos controlados de cada puesta, así como el número de pediveliger y semilla que se obtuvo de cada una.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla IV. Supervivencia de los cultivos controlados

		Nº ovocitos	Nº pediveliger	Nº semilla	% superv
P 1 (Barallobre)	18 ene	6.000.000	2.500.000	1.100.000	18.3 %
P 2 (Vilaxoán)	31 ene	24.500.000	9.000.000	1.600.000	6.5 %
P 3 (Vilaxoán)	8 feb	3.000.000	1.500.000	536.000	18 %
P 4 (Vilaxoán)	14 feb	2.000.000	1.000.000	534.000	26.7 %
P 5 (Vilaxoán)	9 mar	15.000.000	9.500.000	841.000	5.6 %
P 6 (Vilaxoán)	2 may	13.000.000	9.000.000	8.250.000	63.5 %
P 7 (Barallobre)	14 jun	5.500.000	4.000.000	2.850.000	52 %
P 8 (Barallobre)	14 nov	33.000.000	31.500.000	25.000.000	75 %

Se ha comparado el rendimiento de tres puestas obtenidas de progenitores procedentes de Barallobre en distintas épocas del año (noviembre, enero y junio). El mejor cultivo, en cuanto a velocidad de crecimiento, fue el de junio y el de mayor supervivencia el de noviembre, mientras que en el mes de enero no se obtuvieron buenos datos ni de supervivencia ni de crecimiento.



Gráfica 3. Representación de la evolución del crecimiento y la supervivencia final de las tres puestas de Barallobre obtenidas en los meses de noviembre, enero y junio

Se realizó un control histológico y bioquímico de los progenitores a su llegada al centro y en el caso de uno de los lotes de Vilaxoán se continuaron haciendo controles a estos progenitores con una periodicidad aproximada de 20 días. Se pretendía comprobar si después de un desove conseguían recuperarse y se podrían obtener más puestas.

De este lote de diciembre de 2006 se obtuvo una puesta de 6 millones a su llegada al centro. Con posterioridad se obtuvieron otras dos puestas espontáneas de 33 y 12 millones de huevos, ambas de semejante "calidad" (velocidad de crecimiento y supervivencia) que la puesta de ese mismo lote con las almejas recién llegadas al centro.

CA de Cataluña

MATERIAL Y MÉTODOS

Las larvas obtenidas en las distintas inducciones a la puesta (especificadas en Tabla 2), se cultivaron en tanques troncocónicos de 500 l de fibra de vidrio, en circuito cerrado. Los protocolos de cultivo fueron comunes al resto de Comunidades Autónomas. En la C. A. de Cataluña se contempló: agua de mar filtrada a $1\mu\text{m}$, tratada con U.V., T^a : $21 \pm 1^\circ\text{C}$, densidad inicial de cultivo: 5 larvas/ml, y alimentación escalonada:

1^a semana: *Isochrysis galbana* clone T-ISO

2^a semana: *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis* clone T-ISO y *Tetraselmis suecica*.

Semanalmente, a lo largo del cultivo larvario, se realizan muestreos para evaluar la supervivencia y las tasas de crecimiento. El cultivo se concentraba en 1 litro y se tomaban réplicas de 1ml, para proceder al conteo de larvas y medidas de longitud antero-posterior. Para ello se dispuso de un microscopio Olympus BH-2, y portaobjetos graticulado Sedgewick de 1ml de capacidad. Periódicamente se realizan fotos mediante la cámara digital adaptada al microscopio Leica DMLB.

Transcurrido un período aproximado de 20 días se inicia la fijación (próxima la talla de $230\mu\text{m}$), y se traspasan las larvas a cubiletes de fijación con fondo de malla $100\mu\text{m}$, dotados de airlift. Cada 2 días se procede al vaciado del tanque, para su limpieza y desinfección. Asimismo se aprovecha, para suministrar el alimento y antibiótico (eritromicina 2 ppm) y visualizar el estado de las larvas.

RESULTADOS

1- Almeja fina

En la figura 1 aparecen representados datos correspondientes a crecimiento y supervivencia larvaria de *R. decussatus* en alguna de las puestas obtenidas en nuestra hatchery durante el año 2006. En concreto, y tal y como sucede reiteradamente con el cultivo larvario de almeja fina, se registran altas tasas de mortalidad, y terminan retirándose los cultivos. Otro ejemplo es el correspondiente a una puesta obtenida el 05.06.06 que, aún sufriendo fuertes episodios de mortalidad, se consiguió mantener un pequeño grupo de semilla que alcanzaba los 8 mm, transcurridos 5 meses de cultivo.

A lo largo de 2007 se obtuvieron 2 puestas de almeja fina, con muy buen resultado. El n° de larvas D contabilizadas a día 2 de cultivo eran $16 \cdot 10^6$ larvas (puesta del 21.05.07) y de $3,5 \cdot 10^6$ larvas (puesta del 04.06.07). No obstante, transcurridos 12 de cultivo, cuando la talla ronda las $160\mu\text{m}$, se registran altas tasas de mortalidad que hacen inviable proseguir con el cultivo (figura 2).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

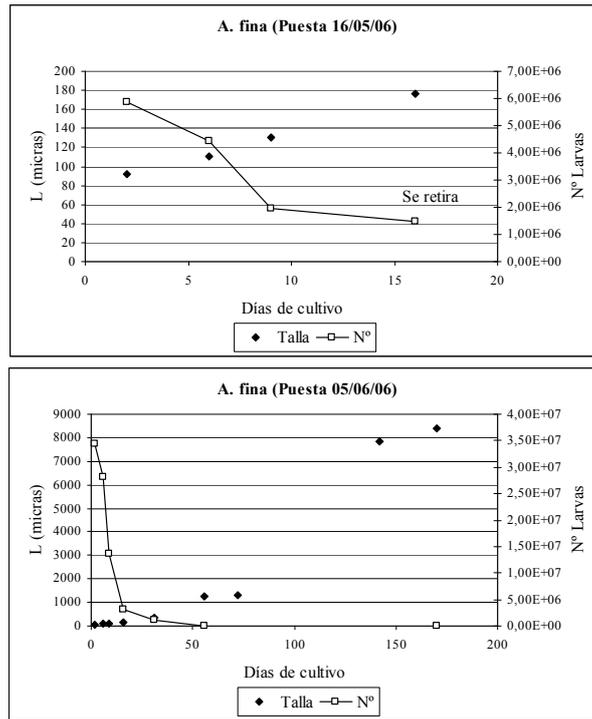


Figura 1. Ejemplos representativos correspondientes a crecimiento en talla y supervivencia larvaria y postlarvaria de almeja fina a lo largo de 2006.

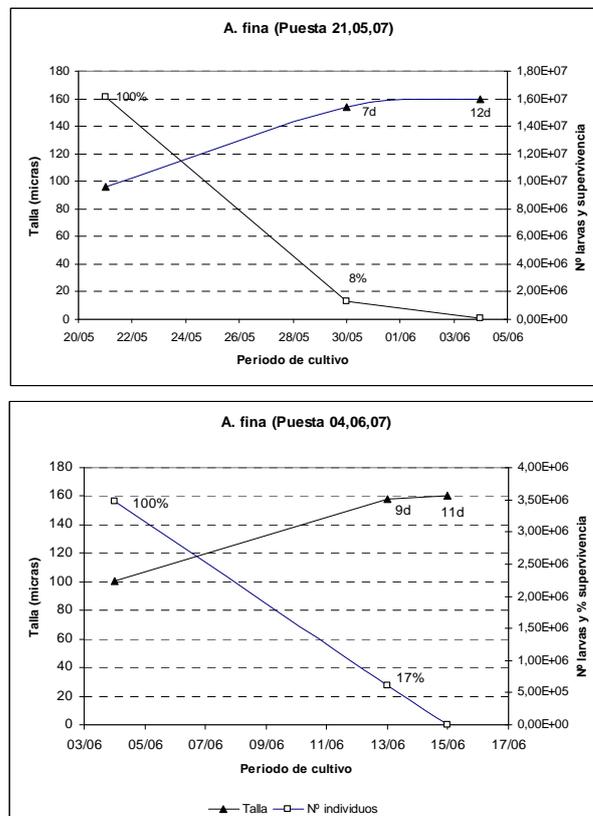


Figura 2. Ejemplos representativos correspondientes a crecimiento en talla y supervivencia larvaria y postlarvaria de almeja fina, a lo largo de 2007.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

2.- Almeja japonesa

En la figura 3 aparecen representados los datos correspondientes a crecimiento larvario y supervivencia larvaria de las puestas obtenidas en 2006 con almeja japonesa. Tal y como se observa, y salvo en el caso de la puesta obtenida en 08/08/06, la mortalidad larvaria es muy alta y todos los cultivos concluyen, bien en los primeros días (70% de los cultivos finalizan alrededor del día 5-6, talla 100-120 micras) o cuando se acercan a la talla de fijación (200-230 micras). A fecha del 10 de enero de 2007, tan solo manteníamos semilla correspondiente a la puesta obtenida el 08/08/06, restando unos 17.700 individuos vivos con una talla media de 1333 micras.

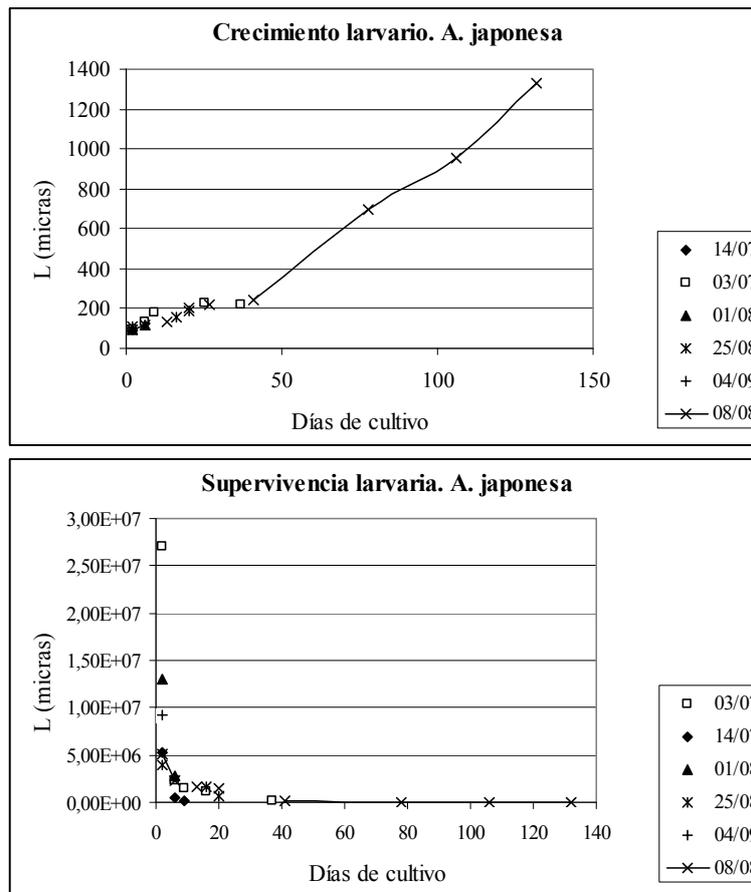


Figura 3. Ejemplos representativos correspondientes a crecimiento en talla y supervivencia larvaria y postlarvaria de almeja japonesa, a lo largo de 2006.

Durante el año 2007, se llevaron adelante tres cultivos larvarios de almeja japonesa. Transcurridos 35-50 días se obtuvieron porcentajes en torno al 11% de supervivencia de semilla de 300 µm (puestas 08/05/07 y 09/05/07) y en torno al 40% (puesta del 29/06/07). En ningún caso se registran mortalidades masivas (figura 4).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

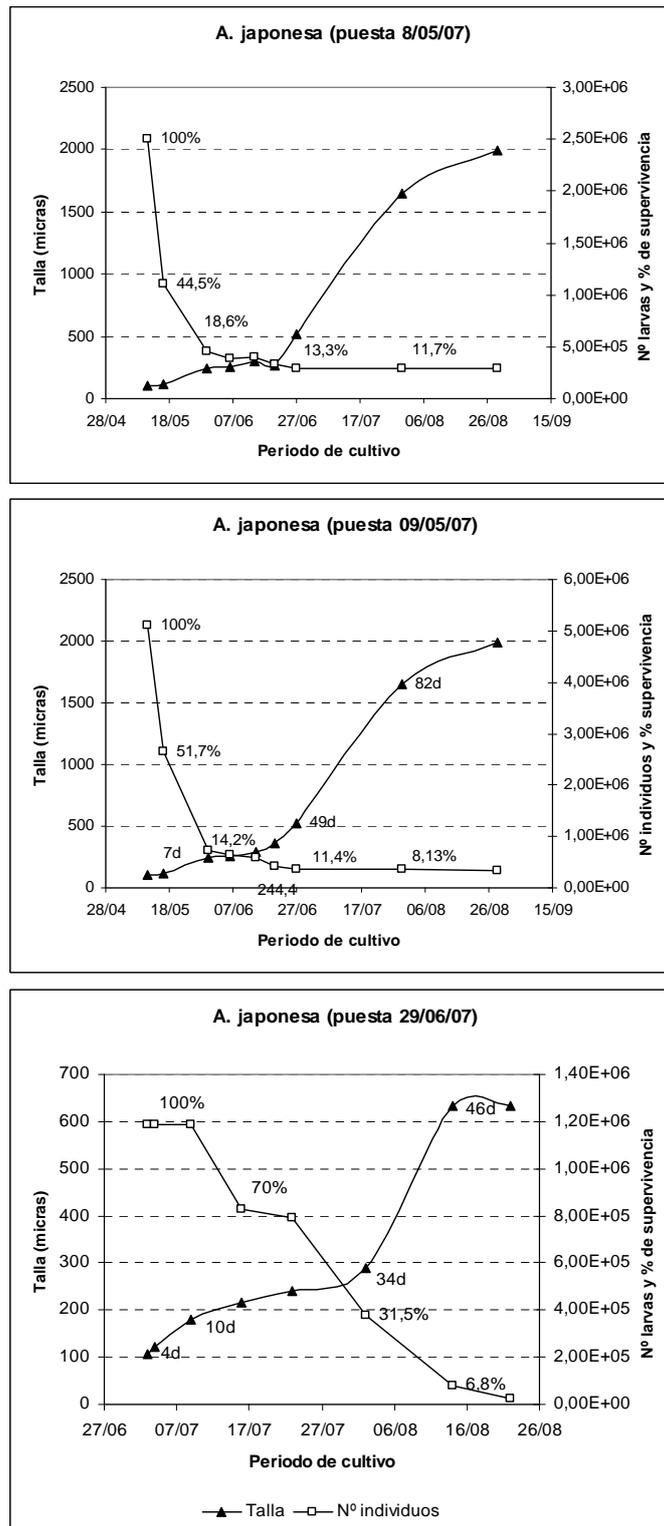


Figura 4. Ejemplos representativos correspondientes a crecimiento en talla y supervivencia larvaria y postlarvaria de almeja japonesa, a lo largo de 2007.

CA de Andalucía

MATERIAL Y MÉTODOS

1- Condiciones generales del cultivo larvario

Se realizan en circuito cerrado, en recipientes troncocónicos de 150-1800 litros. El agua de mar, previo a su uso, pasa por un decantador, una cadena de filtros de cartucho (hasta 3 μm) y se almacena en un depósito en el que interviene un intercambiador de calor (20°C); a partir de aquí, la sala de larvas se abastece por un circuito de flujo continuo desde la piscina pasando por un ultravioleta, pero sin una filtración previa antes de él, y que se vacía y limpia bimensualmente.

Los cambios de agua se realizan tres veces por semana, tamizándose los cultivos y observándose al microscopio óptico. En el momento en que las larvas se retienen en el tamiz de 180 μm (pediveliger) pasan a cultivo postlarvario.

El cultivo se inicia con una densidad de 5 larvas.ml-1 y aireación continua.

La alimentación es una dieta mixta de algas (*I. galbana* T-Iso (*Ti*), *C. gracilis* (*Cg*), *T. suecica* (*Ts*) y, ocasionalmente, *P. tricorutum* (*Pt*)) cultivadas en cámara isoterma a 20 °C y con luz constante de lámparas fluorescentes. La ración inicial es de 50 células. μl^{-1} de *Ti*, la segunda semana es de 80 equivalentes de *Ti* y *Cg*, y, a partir de la tercera, de 100 equivalentes de *Ti*, *Cg* y *Ts*. Las larvas son alimentadas cada dos días, con un suplemento, en el día intermedio, dependiendo del consumo de alimento en el cultivo.

2- Cultivo larvario según procedencia del lote

Se han llevado a cabo cultivos larvarios diferenciándolos según distintos tipos de inducción a la puesta (20°C, 0°C y la mezcla de ambas), así como según la procedencia de los reproductores (Asturias y Huelva).

3- Cultivo en diferentes tipos de tanques larvarios

Se han probado tres tipos de tanques larvarios: troncocónicos de 150 litros (T150), cilíndricos de fondo plano de 200 l (T200) y tanques de fondo plano, rectangular y de poca altura, de 72 l (T72) (Figura 1), manteniéndose el resto de los parámetros de los cultivos según las condiciones generales. Se llevaron a cabo tres réplicas por cada supuesto.

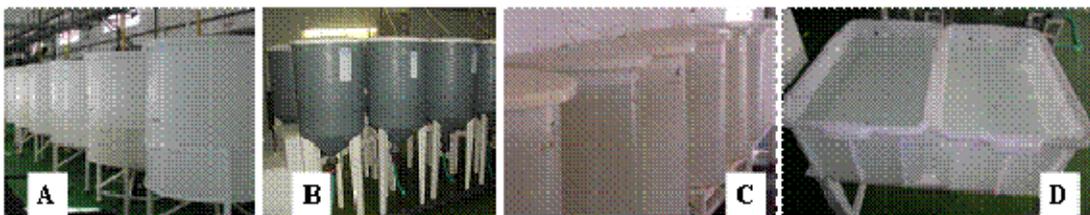


Figura 1. Tipos de tanques utilizados en los cultivos larvarios: troncocónicos de 1.800 (A) y 150 litros (B), de fondo plano de 200 (C) y 72 litros (D).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

4- Cultivo con distintas calidades de agua de cultivo

El objetivo de este ensayo era comparar cultivos llevados a cabo con agua de distintas características (o procedencias), debido a la baja calidad del agua y alta mortalidad observada en los cultivos larvarios anteriores.

El agua de nuestra nave de larvas se almacena en un depósito, a partir de aquí el agua tiene dos circuitos en esta nave:

Sala de larvas, descrito anteriormente.

Cámara de algas: el agua que toman de esa piscina la pasan, por medio de una bomba, por una instalación con filtros de cartucho (hasta 1 μm) y ultravioleta, conllevando, además, una limpieza diaria de este circuito con agua dulce y su vaciado completo.

Se ha estudiado la supervivencia del cultivo larvario con los dos tipos de agua, en tanques troncocónicos (T 150) y con tres réplicas cada uno de ellos.

5- Evaluación del efecto del cobre en las larvas de almeja fina

En la evaluación de los distintos contaminantes presentes en el agua del río Piedras se ha obtenido una concentración de cobre de 30 ppb. A partir de este resultado se quiere estudiar el efecto que produce sobre las larvas la contaminación por cobre, con este fin ha sido necesario preparar agua de mar sintética para poder realizar los cultivos control sin cobre.

Se han utilizado dos tipos de agua de mar: una realizada según el método estándar a partir de sales para cultivos de microalgas (Clesceri et al., 1992) y, la sal marina de Grotech (Corall Marine Reef Salt), que es una sal sintética para acuarios marinos. Se les ha medido el pH, conductividad, alcalinidad, aniones (sulfato, nitrato, nitrito, cloruro y fluoruro) y metales (Ca, Mg, Na, K, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Ag, Cd, Tl y Pb). La medida del pH y conductividad se realizó con un pHmetro y un conductímetro, respectivamente. La alcalinidad se determinó mediante volumetría con ácido sulfúrico, los aniones por cromatografía iónica, el calcio y magnesio por absorción atómica de llama (FAAS), el sodio y potasio por emisión atómica (FEAS) y los metales traza mediante ICP-MS. No existe diferencia significativa entre el agua mar sintética obtenida a partir de las sales según el método estándar y el agua de cultivo de larvas de almeja fina del Centro en el pH, conductividad, alcalinidad, concentración de potasio y de sulfato (ANOVA, $p > 0,065$), mientras que es significativamente mayor en el agua del Centro la concentración de calcio (ANOVA, $p = 0,014$) y menor para magnesio, sodio y cloruro (ANOVA, $p < 0,002$). Por otra parte, en el agua de mar sintética preparada a partir de la sal marina de Grotech, la concentración de todos los parámetros estudiados en la evaluación de la composición química del agua es significativamente menor que en el agua del Centro (ANOVA, $p < 0,026$), excepto para la medida del pH que es significativamente mayor en el caso del agua de mar sintética (ANOVA, $p = 0,010$).

Por último, para las dos muestras de agua de mar sintética utilizada en este estudio, la concentración de metales trazas se encuentra por debajo de los límites de detección (Tabla I).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla I. Límite de detección ($\mu\text{g l}^{-1}$) para la determinación de metales mediante ICP-MS.

Elemento	Concentración	Elemento	Concentración	Elemento	Concentración
V	0,5	Ni	10	Ag	15
Cr	0.5	Cu	10	Cd	10
Mn	30	Zn	50	Tl	1
Fe	110	As	5	Pb	2
Co	2	Se	5		

Los cultivos se realizaron en matraces esféricos de 1 ó 10 litros de capacidad (Figura 2), los pequeños (con perlón en su boca y con las varillas de vidrio para la aireación) se esterilizan en autoclave antes de su uso y durante el cultivo no se les proporciona alimento; y los mayores, de diez litros, se utilizan a la mitad de su volumen para el cultivo.

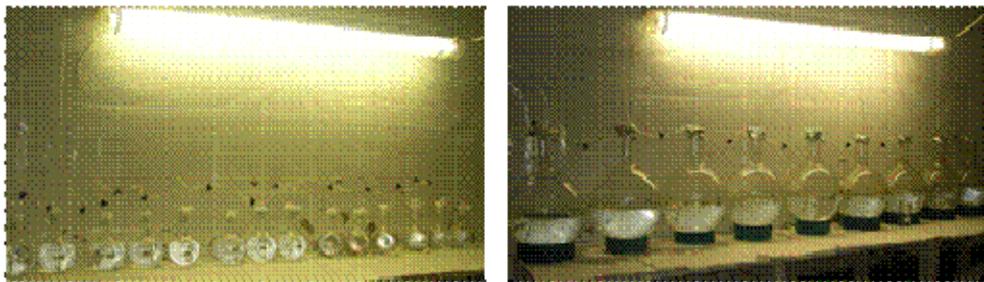


Figura 2. Cultivos larvarios de almeja fina en matraces de 1 y 10 litros de capacidad.

Se han ensayado en los cultivos larvarios diferentes concentraciones de cobre en el agua, con tres réplicas por dosis (30, 50, 100 y 200 ppb), estudiándose el tiempo de exposición (48, 72 y 96 horas) y la supervivencia.

Las condiciones de las cuatro experiencias llevadas a cabo se detallan en la siguiente Tabla (Tabla II):

Tabla II. Condiciones de las experiencias realizadas: Exp.: Fecha de las experiencias realizadas; Volumen: Volumen del cultivo (litros); [Cu]: Concentraciones de cobre en el agua (ppb), Densidad: densidad del cultivo (larvas/ml); Inicio: Edad de las larvas al inicio del cultivo (días); Tiempo: Tiempo de exposición de las larvas (horas); y Agua de mar: Tipo de agua de mar utilizada para el cultivo.

Exp.	Vol.	[Cu]	Densidad	Inicio	t de exp.	Agua de mar
Julio-06	1	0-30-50-100	6.700	7 días	48	Estándar microalgas
Julio-07	1	0-30-50-100-200	5.700	5 días	72	Grotech
Agosto-07	4	0-30-100	9.000	1 día	96	Grotech
Octubre-07	4	0-30-100	11.700	1 día	96	Estándar microalgas

RESULTADOS

1- Condiciones generales del cultivo larvario

En la Tabla III se pueden observar los resultados de supervivencia larvaria según el sistema y el tratamiento utilizado en la inducción.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla III. Supervivencia larvaria según sistema y tratamiento de inducción: Sistema: tipo de tanque de desove utilizado; Tto. Induc.: tratamientos previos al choque térmico: (20°C+Ch.t.), sin tratamiento; (0°C+Ch.t.), se metieron antes en agua a 0°C durante 15 minutos; (En seco+Ch.t.), en seco durante 1 h a temperatura ambiente, y (En frío seco+Ch.t.), están en seco a 5°C durante 30-45 minutos; Total: número de huevos o larvas D totales por puesta; Días cultivo: días a los que hace referencia la supervivencia larvaria; y Sup. Larv.: supervivencia larvaria.

Sistema	Año	Tto. Induc.	Total	Días cultivo	Sup. Larv.
Bandeja	2005	20°C + C.t.	2.650.000	15	0
		20°C + C.t.	2.218.000	4	0
		20°C + C.t.	2.102.000	12	0
		20°C + C.t.	4.984.000	12	6,21
		0°C + C.t.	1.652.000		
		0°C + C.t.	10.803.000	4	0
		0°C + C.t.	1.052.000	12	0
		En seco + C.t.	5.574.000	4	0
		En seco + C.t.	4.896.000	12	0
	2006	En seco + C.t.	6.251.000	21	16,87
Tanque	2006	En seco + C.t.	77.863.000	38	2,34
		En seco + C.t.	17.712.000	20	0
		En seco + C.t.	22.220.000	26	2,40
	2007	En frío seco	300.000	15	0
		En frío seco	1.723.000	15	1,50
		En frío seco	2.953.000		9,20
		En frío seco	660.000	10	0
		En frío seco	435.000	10	0
		En frío seco	13.508.000	21	10,13
		En frío seco	412.000	10	0

En síntesis podemos decir que la supervivencia larvaria media a lo largo del proyecto ha sido muy reducida, 2,56%, confirmándose la problemática existente en los cultivos larvarios.

2- Cultivo larvario según tratamientos de inducción y procedencia del lote de reproductores

Se ha realizado el cultivo larvario, según las condiciones generales expuestas anteriormente, para cada tratamiento de inducción: 0°C, 20°C y la mezcla de ambas. Se fueron realizando muestreos tres veces por semana de crecimiento y supervivencia, (Figuras 3), esta última se dejó de contabilizar a los 15 días debido a la alta mortalidad larvaria.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

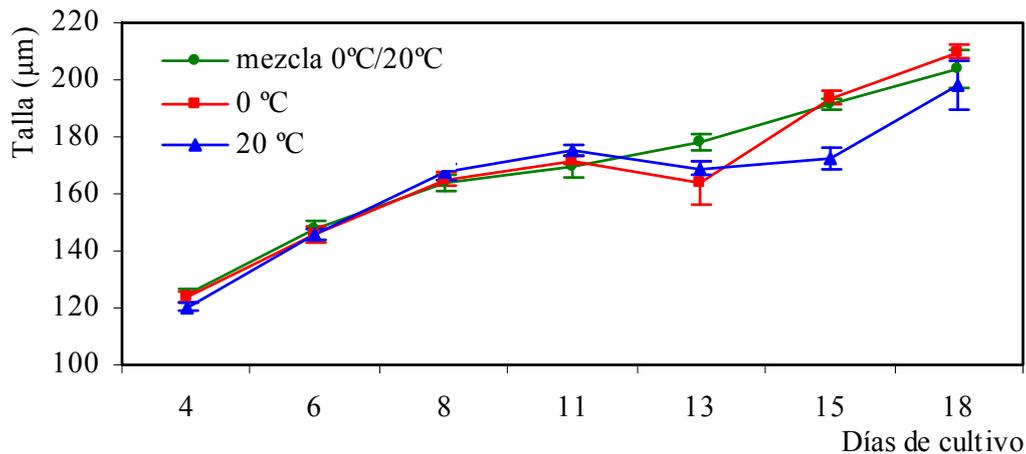


Figura 3. Crecimiento larvario según el tipo de inducción del que provienen las larvas: 20°C, 0°C y la mezcla de ambas.

El crecimiento no muestra una diferencia significativa según el tratamiento, en cambio las que presentaron una mayor supervivencia fueron las de la mezcla de ambos tratamientos.

Según la procedencia de los reproductores (Asturias, Huelva y la mezcla de ambas) se ha llevado a cabo el cultivo larvario por lotes, en las condiciones generales presentadas anteriormente. La supervivencia muestra una diferencia clara (Figura 4), siendo mejor en las larvas procedentes de los reproductores de Asturias (16,27%).

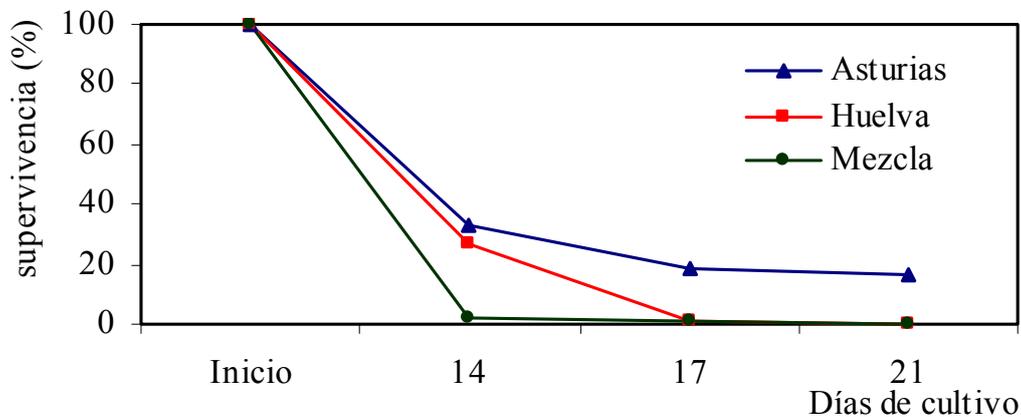


Figura 4. Supervivencia larvaria según procedencia de los reproductores: Asturias, Huelva y mezcla de ambas.

3- Cultivo en distintos tipos de tanques larvarios

Se ha realizado el cultivo larvario, según las condiciones generales expuestas anteriormente, para cada tipo de tanque. Se han realizado muestreos de crecimiento y supervivencia. (Figuras 5 y 6).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

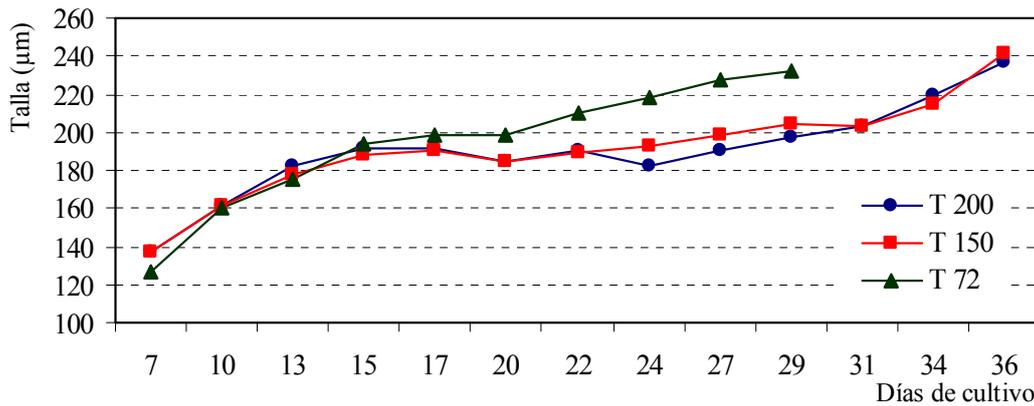


Figura 5. Crecimiento larvario según el tipo de tanque utilizado: troncocónico (150 l), cilíndrico de fondo plano (200 l) y rectangular de fondo plano (72 l).

No hay diferencia significativa en crecimiento entre las larvas cultivadas en tanques troncocónicos (200 l) y las cultivadas en tanques cilíndricos de fondo plano de (150 l), en cambio sí hay diferencia significativa entre éstos y los rectangulares de fondo plano (72 l).

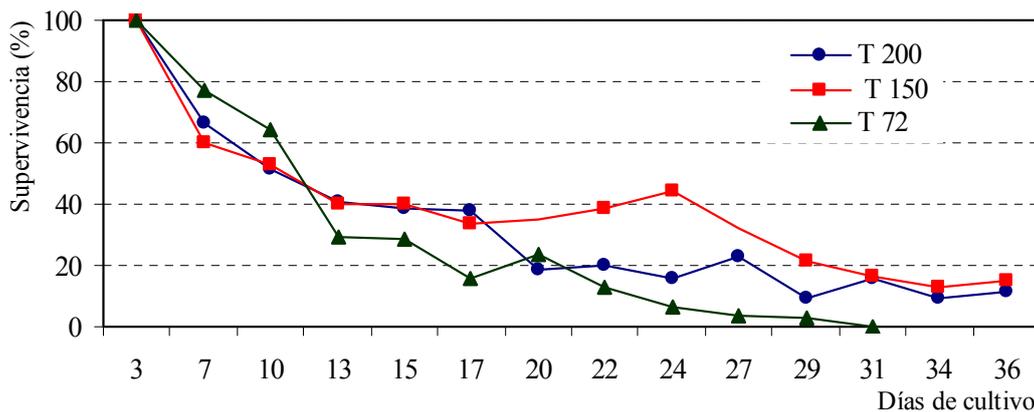


Figura 6. Supervivencia larvaria según el tipo de tanque utilizado: troncocónico (150 l), cilíndrico de fondo plano (200 l) y rectangular de fondo plano (72 l).

La supervivencia muestra una mortalidad muy alta durante los primeros 15 días en todos los supuestos, a partir de ese momento los cultivos en tanques troncocónicos tienen mayor supervivencia que los de tanques con fondo plano, siendo la mortalidad del 100% a las cuatro semanas en los que tienen menor profundidad (T 72).

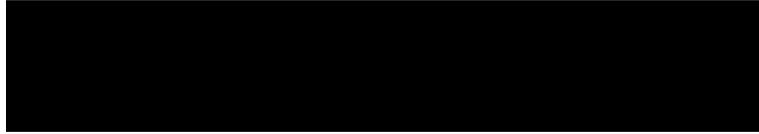
Teniendo en cuenta la supervivencia podemos decir que las larvas de los tanques más pequeños han tenido un mayor crecimiento debido a que han disfrutado de una baja densidad a partir del día 22 de cultivo (300 larvas.l-1).

4- Cultivo con distintas calidades de agua de cultivo

Los resultados muestran una mortalidad muy alta en la primera semana de cultivo, disminuyendo posteriormente en el caso del agua de la cámara de algas y, sin embargo, manteniéndose elevada en los cultivos con agua de la sala de larvas (Tabla IV).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla IV. Supervivencia larvaria según el tipo de tanque y de agua de cultivo utilizado.



Los cultivos del agua de la sala de larvas presentan muchos restos: espículas, esponjas, copépodos, etc., que en los tamizados iniciales se van eliminando, pero a partir de la primera semana ya no se pueden descartar y suponen poca higiene en el cultivo, así como competencia por el alimento.

Actualmente, se está realizando una mejora en el circuito de agua de larvas, independizándose del resto para poder realizarle un mayor filtrado antes de su esterilización y un mayor control de temperatura, así como tener un sistema independiente que podrá limpiarse diariamente.

4- Evaluación del efecto del cobre en el cultivo de las larvas de almeja fina

Tenemos que resaltar que en todas las experiencias realizadas el número total de larvas al final, incluyendo individuos vivos y muertos (Figura 7), es significativamente menor que al inicio para todas las concentraciones de cobre estudiadas (ANOVA; $p < 0,03$), esta disminución puede ser debida a que las larvas muertas se hayan disgregado como consecuencia de la aireación.

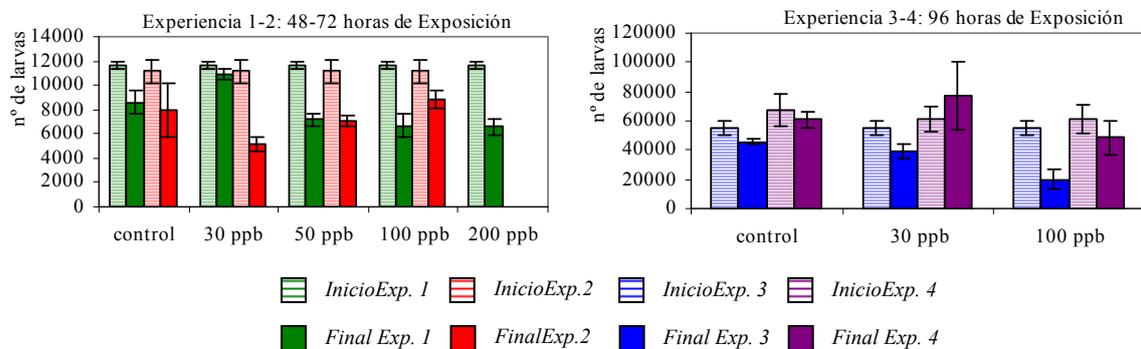


Figura 7. Número de larvas al inicio y al final de su exposición con concentraciones de cobre entre 0 y 200 ppb en las distintas experiencias realizadas.

Por otra parte, los resultados que se han obtenidos en el estudio de supervivencia de las larvas se observa en la Figura 8. Los resultados muestran el 100% de mortalidad de las larvas cuando se exponen a 100 ppb de cobre durante 96 horas, mientras que no se alcanza esta mortalidad larvaria en 48 y 72 horas para las concentraciones de cobre estudiadas, aunque con estas horas de exposición se observa, al microscopio óptico, que la movilidad de las larvas disminuye con respecto al control a concentraciones superiores a 100 ppb de cobre.

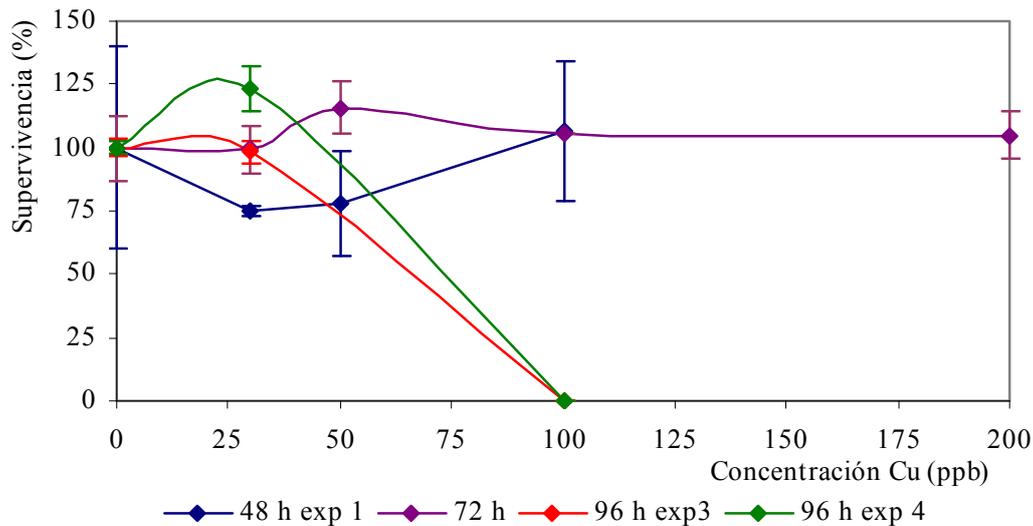


Figura 8. Supervivencia larvaria de almeja fina expuesta a concentraciones entre 0 y 200 ppb de cobre durante 48, 72 y 96 horas.

La evaluación de la toxicidad de cobre mediante los valores de LC50 muestran 190, 97 y 49 ppb para 48, 72 y 96 horas de exposición, respectivamente. Qiu et al. obtienen valores de LC50 entre 145 ppb y 213 ppb de cobre en percebes *Balanus amphitrite*, similares a los obtenidos en este estudio, durante 48 horas de exposición y 96 horas, respectivamente. Sousa et al., obtienen un valor de LC50 80,83 ppb y 58,84 ppb en moluscos gasterópodos *Nassarius reticulatus* durante 48 y 96 horas de exposición. Sin embargo, otros autores estudian el efecto del cobre sobre el desarrollo embrionario en moluscos bivalvos, como *R. decussatus*, *M. galloprovincialis*, *M. mercenaria*, obteniendo valores de LC50 comprendido entre 10-62 ppb de cobre durante 48 horas de exposición.

Por último, la determinación del cobre en el agua antes y después de cada exposición de las larvas en las distintas experiencias, nos muestra que las larvas han acumulado el cobre (Figura 9).

No existen diferencias significativas entre la concentración de cobre antes y después en las larvas en el caso del control y 30 ppb de Cu (ANOVA, $p > 0,096$), mientras que la concentración de cobre disminuye después de la exposición a las larvas significativamente (ANOVA, $p < 0,021$). Por lo tanto, las larvas acumulan cobre cuando se exponen a una concentración superior a 30 ppb durante 48 y 72 horas de exposición.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

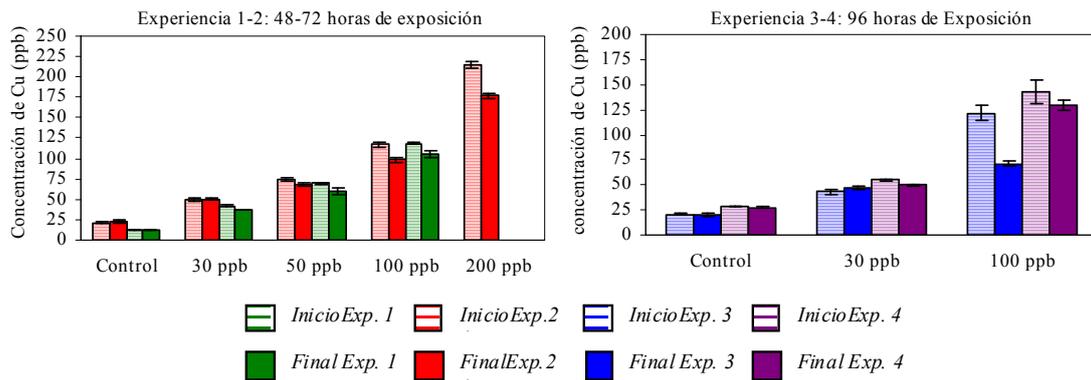


Figura 9. Concentración de Cobre ($\mu\text{g l}^{-1}$) en el agua al inicio y al final de la exposición.

En las experiencias 3 y 4 de exposición al cobre durante 96 horas se aprecia una gran diferencia de acumulación en las larvas cuando se exponen a 100 ppb, siendo de un 40% en las cultivadas en agua de mar sintética Grotech y de un 10% en el cultivo con agua de mar sintética estándar para microalgas, estas diferencias se deben a que en la cuarta experiencia se ha realizado un cambio de agua al segundo día, mientras que en la tercera experiencia se hizo el primer cambio a los 4 días, dando lugar a una exposición más larga en el mismo agua ayudando a tener una mayor acumulación.

CA de Asturias

MATERIAL Y MÉTODOS

El cultivo larvario se realizó en tanques troncocónicos blancos de 500 l (volumen real 400 l). Las condiciones de cultivo, con ligeras modificaciones de unos años a otros, fueron las siguientes:

- Temperatura: 20,1 - 21,8°C
- Salinidad: 31,6 - 34,4 0/00
- Aireación: ligera (varilla de vidrio)
- Densidad inicial: 5 - 6 larvas/ml
- Densidad final: 2 - 4 larvas/ml.
- Cambio de agua: días alternos (L/Mi/V)
- Alimento:
 - 1ª semana: 80 Eq. (Ig-Pau/Chg).
 - 2ª-5ª semana: 80 Eq. (Ig-Paul/Chg/Ts)
(40 / 40 / 20)
- Duración: 4 - 5 semanas



Para el recuento de las larvas se tomaron dos muestras de 50 μl y se realizó la media. Para fijar la muestra se añadió algunas gotas de lugol con lo que se facilitó el recuento y la determinación del tamaño de larvas. Las primeras larvas con pie comienzan a observarse en el transcurso de la 3ª semana y se realiza el paso de las larvas al tanque de preengorde (tamiz 132 μ) cuando quedan retenidas en el tamiz de 180 μ .

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

RESULTADOS

Tabla I. Resultado de los cultivos larvarios de los distintos lotes de reproductores acondicionados en el criadero de Castropol durante los tres años de experiencias.

	2005		2006		2007
	Villaviciosa	Ribadeo	Villaviciosa	Ribadeo	Villaviciosa
Densidad inicial (larvas/ml)	5	6	5	5	5,7
Densidad final (larvas/ml)	2 - 3	3 - 4	2	1-2	2,6
Temperatura (°C)	20,7±0,5	21,8±0,5	21,0±0,7	21,9±0,5	20,1±0,5
Duración (semanas)	3 - 4	3 - 4	4 - 5	4 - 5	5
Nº pediveliger	1.100.000	2.850.000	1.350.000	1.202.000	2.050.000
Talla (µ)	220 - 280	240 - 260	230 - 300	230 - 300	235 - 250
Supervivencia (%)	55	59,4	33,8	30	44,6

La diferencia en la duración del cultivo larvario, entre 3-4 y 4-5 semanas, se debe a la temperatura durante el desarrollo larvario y a la talla a la que se sacaron las larvas pediveliger a los tanques de preengorde.

CA de Cantabria

RESULTADOS

1- Desarrollos larvarios

En las tres especies no ha habido ningún problema en la producción larvaria (19°C para fina y babosa y 22°C para la japonesa) en sistema batch con densidades de 5 larvas/ml.

Se ha probado el uso de ozono para la esterilización del agua de mar frente al método tradicional con UV no obteniendo ninguna diferencia en cuanto a la supervivencia ni al crecimiento. No obstante el uso de ozono presenta algunos problemas de manejo que dificultan su uso, por ej. dosis superiores a 400 mg son tóxicos para las larvas aunque por el contrario es más efectivo que el UV en cuanto a la esterilización. Supervivencia. Al igual que en el 2006 la supervivencia con las 3 especies ha sido buena, oscilando entre el 80-90%.

En la almeja fina, a diferencia del 2006 en el que los resultados en metamorfosis habían sido muy malos, este año ha mejorado considerablemente siendo del 21% para el lote de febrero y del 17% para el de mayo (superv. desde entrada a metamorfosis hasta tamiz 240 micras). No obstante el lote de febrero sufrió una mortalidad total en tamiz 300 en menos de 2 días. Los análisis histológicos y bacteriológicos no han mostrado ninguna patología reseñable. Aunque estas mortalidades súbitas son sobradamente conocidas en esta especie, nunca se ha podido averiguar el origen del problema. El lote de mayo no sufrió ningún problema hasta que llegó a tamiz 500 en el que fue desechado por cuestiones de gestión de la instalación. Con la almeja babosa se han conseguido 2 lotes con muy buenos resultados en metamorfosis con una supervivencia del 53% y del 61%, respectivamente.

Tarea 5: Cultivo postlarvario

El cultivo postlarvario comienza con el proceso de la metamorfosis, esto se detecta cuando se observa que más del 50% de las larvas presentan pie. Suele suceder a partir de los 20-30 días de cultivo, dependiendo de las especies. Las larvas quedan retenidas en tamiz de 170-200 micras, y se colocan en cilindros con luz de malla de 150 micras para que se transformen en postlarvas. A partir de aquí se desarrolla el cultivo postlarvario, con el crecimiento de las postlarvas hasta convertirse en semilla de talla entre 1-3 mm.

CA de Galicia

MATERIAL Y MÉTODOS

Las larvas premetamórficas se colocan en cilindros de 50 cm de diámetro, con luz de malla de 150 μm , con circuito cerrado y flujo de agua directo (de arriba abajo).

Finalizada la metamorfosis, y en cuanto la semilla supera el tamiz de 300-400 μm , se pasan en los mismos cilindros (pero con luz de malla cada vez mayor) a los tanques de semilla de 1500 litros, donde permanecen en circuito abierto y con alimentación procedente de bolsas de fitoplancton.

En esta fase se toman muestras igualmente para el control de la mortalidad y crecimiento, aunque se realizan ya con una periodicidad de 10 ó 15 días.



RESULTADOS

1- Almeja fina

El cultivo postlarvario de almeja fina al igual que el larvario presentó mucha mortalidad y resultados muy diferentes de unos a otros. En el año 2006 la mortalidad de las postlarvas fue casi del 100% la semilla de almeja fina obtenida, tanto de los reproductores de Noya como los de Villaviciosa, se juntan en un tanque y se mantienen varios meses en el criadero. A los seis meses desde el primer desove, se hace recuento de toda la semilla que sobrevivió y quedan solamente 57.900 unidades que tienen una talla entre 3 y 10 mm.

En la siguiente Tabla se muestran los datos de los cultivos postlarvarios del año 2007, tanto de reproductores de Villaviciosa (postlarvario 5), como de la Puebla del Caramiñal (postlarvarios 1, 2, 3 y 4)

Tabla I. Evolución de los cultivos postlarvarios.

	Controles	Duración (Días)	Nº larvas	Talla (micras)	Supervivencia
Postlarvario 1	Inicio		2,661,000	253	
	Final	42	682900	1103	25%
Postlarvario 2	Inicio		228000	293	
	Final	28	122900	850	54%
Postlarvario 3	Inicio		282000	275	
	Final	45	201000	2028	71%
Postlarvario 4	Inicio		450000	295	
	Final	42	286100	1068	63%
Postlarvario 5	Inicio		2,000,000	252	
	Final	30	512500	683	25%

En la siguiente gráfica se representa el crecimiento de los cinco cultivos postlarvarios controlados.

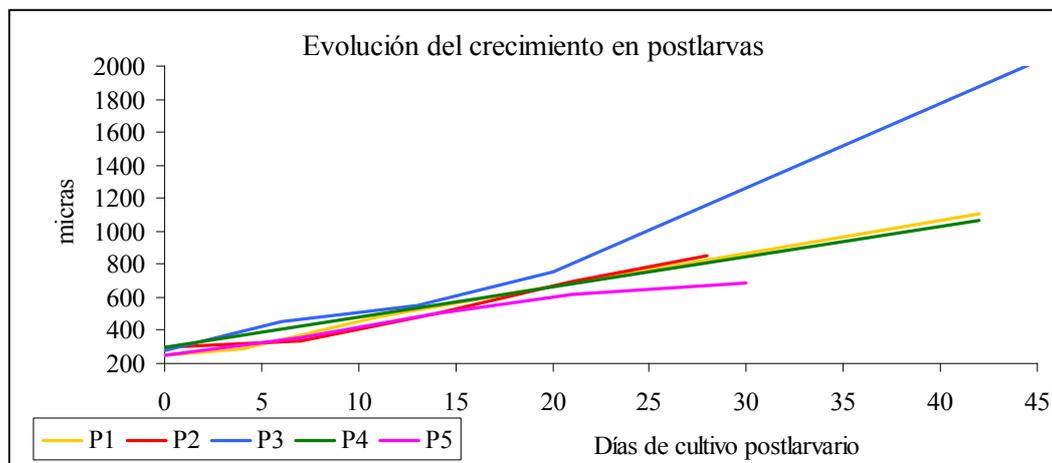


Figura 1. Evolución del crecimiento postlarvario.

De un total de 5.621.000 larvas que se ponen en fijación, el total de semilla que se consigue al mes y medio es de 1.805.400 con una talla entre 683 y 1103 micras. A los

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

tres meses y medio el recuento de semilla es de 983.500 con tallas entre 4.75 y 2.63 mm.

2- Almeja japonesa

El cultivo postlarvario presentó también una evolución muy distinta de unos a otros, desde una supervivencia desde la fijación a semilla del 79% en el mejor de los casos, hasta un 4.6% en el peor. En la Tabla siguiente se muestra un resumen con resultados en los cultivos postlarvarios.

Tabla II. Evolución de los cultivos postlarvarios.

	Controles	Duración (Días)	Nº larvas	Talla (micras)	Supervivencia
Postlarvario 1	Inicio		1,000,000	234	
	Final	35	793100	1105	79%
Postlarvario 2	Inicio		1,590,000	239	
	Final	30	1,178,800	854	74%
Postlarvario 3	Inicio		3,960,000	231	
	Final	77	518500	1859	13%
Postlarvario 4	Inicio		720000	244	
	Final	33	33180	779	5%

En la siguiente gráfica se representa el crecimiento de las postlarvas.

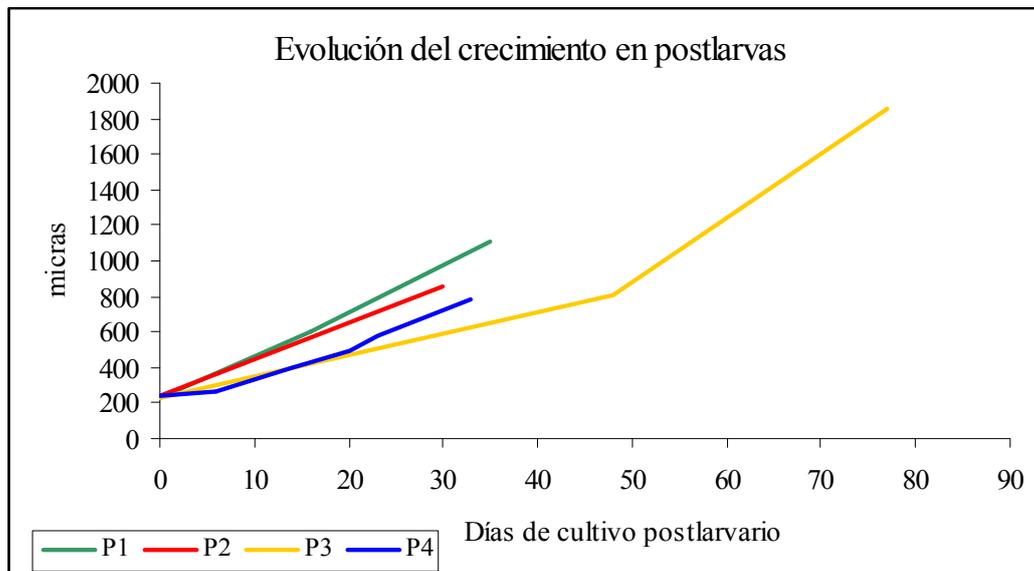


Figura 2. Evolución del crecimiento postlarvario.

3- Almeja babosa

En la siguiente figura se presenta la evolución del crecimiento de tres puestas de almeja babosa en su fase postlarvaria. La supervivencia de estos tres lotes durante esta fase está entre el 35% de la puesta AB2 al 75% de la puesta AB3. En aproximadamente un mes la semilla cuatriplica su tamaño.

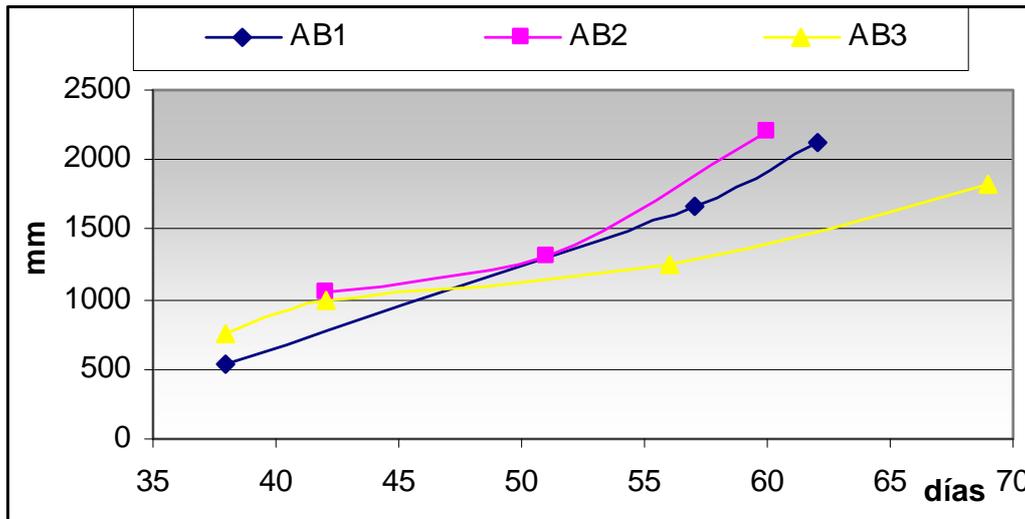


Figura 3. Evolución del crecimiento de tres puestas de almeja babosa en la fase postlarvaria

CA de Cataluña

MATERIAL Y MÉTODOS

La fijación y cultivo postlarvario (a partir de las 200 μm) se realizó en circuito cerrado de fibra de vidrio, con agua de mar filtrada a 1 μm y esterilizada con U.V. La temperatura de cultivo fue de $21 \pm 1^\circ\text{C}$. Las postlarvas se situaron en cubiletes con fondo de malla variable con flujo forzado. Cada dos días se realizaron labores de limpieza y se suministró alimento, consistente en una mezcla microalgal (*Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis clone T-ISO* y *Tetraselmis suecica*).

Las postlarvas se mantienen en este sistema hasta alcanzar una talla aproximada de 4-5 mm. A partir de entonces se llevan a preengordar al medio natural.

RESULTADOS

Los resultados aparecen detallados en las figuras 1,2,3 y 4.

Se obtiene semilla con talla para preengorde en el caso de almeja japonesa, los años 2005, 2006 y 2007.

Tan solo se obtiene semilla con talla para preengorde de la almeja fina el año 2005.

CA de Andalucía

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el cultivo postlarvario se utilizaron tanques troncocónicos de 150 litros, en los que se colocaron contenedores de PVC de 32 cm de diámetro con fondo de malla y con flujo forzado por aire, a 20°C y en ellos se estabularon los lotes de individuos para el

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

seguimiento de las postlarvas procedentes de dos tratamientos de inducción distintos (0°C, 20°C y mezcla de ambas).

Así mismo se colocaron contenedores de PVC con fondo de malla en un tanque rectangular de fondo plano de 2.000 litros, a 20°C, con aireación tipo air-lift para realizar experiencia de densidad postlarvaria (0,23; 0,38 y 0,75 g/cm²), con semillas de 2,05 mm.

Los ensayos se realizaron en circuito cerrado, con agua de la sala de larvas y con tres réplicas cada una. La alimentación diaria está basada en una dieta de *Ti*, *Cg* y *Ts*. Se realizaron controles periódicos de talla y peso total de las postlarvas de las diferentes réplicas.

RESULTADOS

1- Cultivo postlarvario según tratamiento de inducción

Los resultados de crecimiento se observan en la siguiente Figura 1. En ella se observa que, cultivados en las mismas condiciones, hay crecimientos muy diferentes entre los tres lotes procedentes de sistemas de inducción distinto, sin que se pueda atribuir ésta al método de inducción, toda vez que en el cultivo larvario no se observaron dichas diferencias.

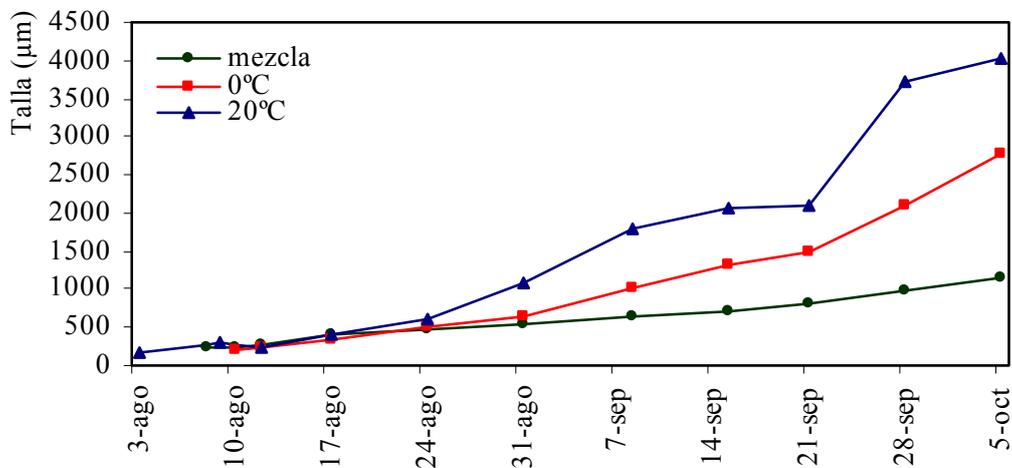


Figura 1. Crecimiento postlarvario según el tipo de inducción del que provienen: 20°C, 0°C y la mezcla de ambas.

2- Cultivo postlarvario a distintas densidades

Como puede observarse en la Figura 2 el crecimiento en peso de las semillas tuvo un comportamiento muy similar independientemente de la densidad inicial de cultivo, por lo que éstas nunca fueron limitante para el crecimiento.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

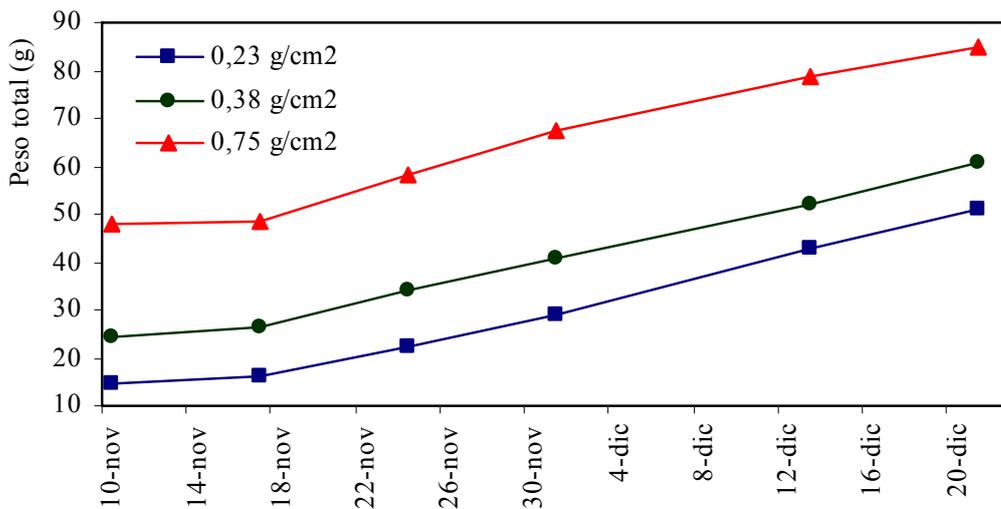


Figura 2. Crecimiento en peso total de las semillas según las densidades testadas: 0,23, 0,38 y 0,75 g/cm².

Las tasas de crecimiento, calculadas por el parámetro G30 (Figura 3), muestran también unos valores finales similares independientemente de la densidad.

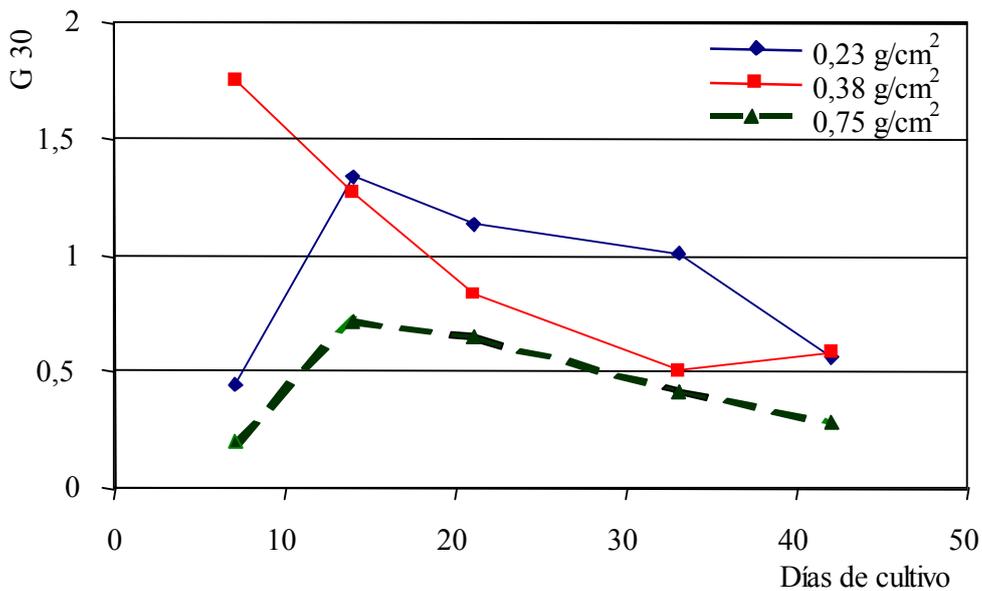


Figura 3. Tasas de crecimiento (G30) a lo largo del cultivo para las densidades testadas: 0,23, 0,38 y 0,75 g/cm².

Aunque podemos observar que la densidad más alta, la G30 siempre disminuyó, mientras que las otras dos densidades tuvieron un comportamiento similar, con una tasa de crecimiento mayor en el segundo muestreo y, a continuación, un paulatino descenso en la tasa de crecimiento.

CA de Asturias

MATERIAL Y MÉTODOS

Las larvas pediveliger retenidas en tamiz de malla 180 μ se distribuyeron en cestillos de \varnothing 400 mm, con malla de 132 μ , y se colocaron en tanques rectangulares con capacidad de 1.000 l.

Las condiciones iniciales de cultivo fueron:

- Temperatura: 20,0°C – 21,5°C
- Aireación: inyección de aire en la parte inferior de un tubo de PVC, forzando una circulación ascendente, con entrada de agua individual a los cestillos de arriba-abajo.
- Densidad inicial: aproximada de 250.000 u/cestillo (200 pediveliger/cm²).
- Cambio de agua: 2 días a la semana (lunes/jueves).
- Alimento inicial: 80 Eq. (*Ith/Paul/ Chg /Ts*).

En los casos en que se consideró necesario, las larvas pediveliger y la semilla fueron pasadas brevemente por agua dulce como tratamiento para eliminar ciliados y vorticelas.



Las labores de mantenimiento consistieron en el lavado y tamizado de la semilla, cambios de tanque, el suministro de alimento y la determinación de los parámetros del agua. La malla de los cestillos de estabulación se adecuó al tamaño de la semilla en cada momento utilizándose mallas de 132 / 300 / 500 / 700 y 1.000 μ .

El suministro de alimento a los tanques se fue incrementando a medida que la semilla fue creciendo hasta unos máximos de 400 Eq. Indicar que las especies utilizadas (*Ith/ Mp/ Ts/ Chg y Pt*) y las cantidades añadidas variaban en función del estado de las microalgas en cada momento.

La temperatura del agua de los tanques sufrió oscilaciones importantes en el tiempo, dependiendo del mes y de la temperatura ambiental del criadero. A pesar de que se utilizaron calentadores estos no lograban mantener la temperatura a los niveles deseados, en torno a los 18°C, debido a que la temperatura ambiente era muy baja.

RESULTADOS

En la Figura 1 se presenta la evolución de la supervivencia de los distintos lotes de semilla desde que se colocan como larvas pediveliger en los tanques de preengorde del criadero hasta que se sacan al medio para que completen el preengorde. Los peores resultados se producen en la primera anualidad, el 2005, tanto para el lote de la ría de Ribadeo que se elimina a los 10 días de colocarse en el tanque de preengorde al observarse a la lupa una elevada mortalidad con abundante cascarilla y presencia de nematodos y ciliados, como para el lote de Villaviciosa en donde la supervivencia solo

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

alcanzó el 22%. El mejor dato se da en el lote Villa-2007 en donde la supervivencia no bajó del 95%.

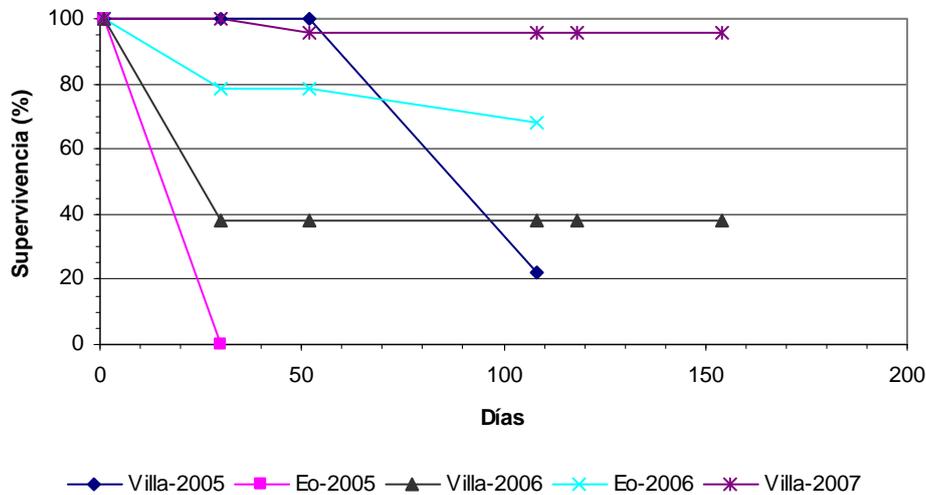


Figura 1. Evolución de la supervivencia de los distintos lotes de larvas pediveliger desde que se colocan en los tanques del criadero hasta que se sacan al medio natural para completar el preengorde.

Algunos de los lotes, ya fuera en su fase de larvas pediveliger o de semilla, sufrieron a lo largo del proceso de preengorde distintos tratamientos para eliminar distintos parásitos que dificultaban su normal desarrollo. Estos fueron los siguientes:

Lote Villa-2005: a los 80 días de su colocación en los tanques de preengorde se realizó un tratamiento a la semilla a base de agua dulce y lejía para la eliminación de las vorticelas y bacterias adheridas a las valvas de las almejas.

Lotes Villa-2006 y Villa-2007: las larvas pediveliger, con un tamaño de 220 – 300 μ , fueron pasadas brevemente por agua dulce como tratamiento para eliminar ciliados y vorticelas, previo a su colocación en los tanques de preengorde.

Los tratamientos aplicados se reflejan en descensos pronunciados en las curvas de supervivencia de los distintos lotes de semilla preengordada (Fig. 1), con la excepción del lote Villa-2007 en donde no se apreció mortalidad alguna.

CA de Cantabria

La semilla de las tres especies fue preengordada en un sistema en pasando de un tamiz de 240 micras a tamiz de 500 en 30 días de promedio para la japonesa, 15 días para la babosa y 35 para la fina. Hay que resaltar el espectacular crecimiento de la babosa, que a menor T^a que la japonesa y la fina, duplica la tasa de crecimiento de las otras 2 especies. La supervivencia en todos los casos ha sido buena, oscilando entre el 87% de la japonesa al 76% de la babosa y 75% de la fina.

A partir de tamiz 500 todas las especies han salido a un preengorde exterior.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tarea 6: Diseño, análisis y validación de pequeñas unidades de producción de semilla

Con las instalaciones de minicriaderos se pretende poner a punto unos modelos de planta de producción de semilla de moluscos que puedan proyectarse y aplicarse, con razonables garantías, al sector marisquero y de cultivo tradicional de moluscos.

Los minicriaderos de moluscos bajo cubierta ligera, tienen como objetivo aportar al sector marisquero gallego una opción, para disponer de semilla de moluscos bivalvos, principalmente almeja para siembra, que complemente la producción de los bancos naturales y los habilite en las técnicas de cultivo de semilla desde las primeras fases.

En esta tarea y, en la siguiente, la Comunidad Autónoma de Galicia, pretende exponer las experiencias realizadas en tres minicriaderos y los resultados y valoración obtenidas.

CA de Galicia

El cuerpo principal de los criaderos es un invernadero, que integra las partes esenciales de un criadero de moluscos tradicional. Son versátiles y de bajo coste que operan estacionalmente, aprovechando los períodos de maduración y puesta natural. Utilizan sistemas en flujo continuo: equilibrando los procesos de producción, y aminorando los problemas bacteriológicos, por lo que, facilitan los protocolos operativos y de procedimiento. El tratamiento y circulación del agua es por filtrado sucesivo y efecto de gravedad. El control de temperatura, automático: ventilación, pantalla térmica interior y nebulizadores.



La capacidad de producción de estas pequeñas instalaciones es variable según las especies. Se estima una producción estable, en torno a 10 millones de unidades (2-3 mm).

En una primera fase se analizan y validan, en instalaciones ubicadas en la Isla de Arousa -anexas al IGFAFA-, los sistemas de producción y los protocolos operativos y de trabajo más ajustados a este tipo de instalaciones.

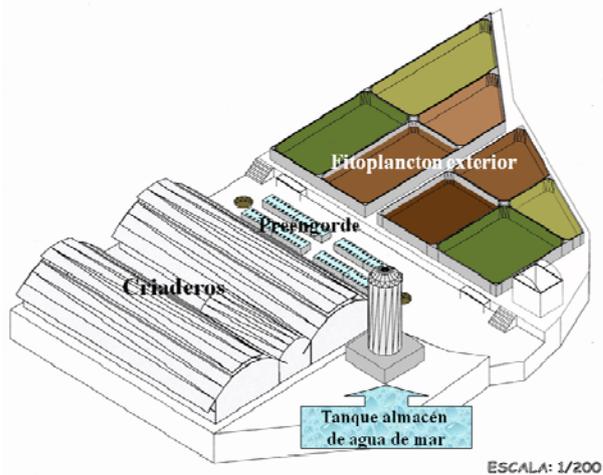
Otro objetivo de los minicriaderos ubicados en Camariñas y O Vicedo, fue la puesta a punto del sistema de preengorde, para la semilla de tamiz 2 (T2) que producen ambos criaderos.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

El sistema de flujo invertido forzado por “airlift,” ensayado en un pantalán del muelle deportivo de Camariñas dio buenos resultados, lo que llevó a instalar otro sistema similar, en el puerto de O Vicedo.

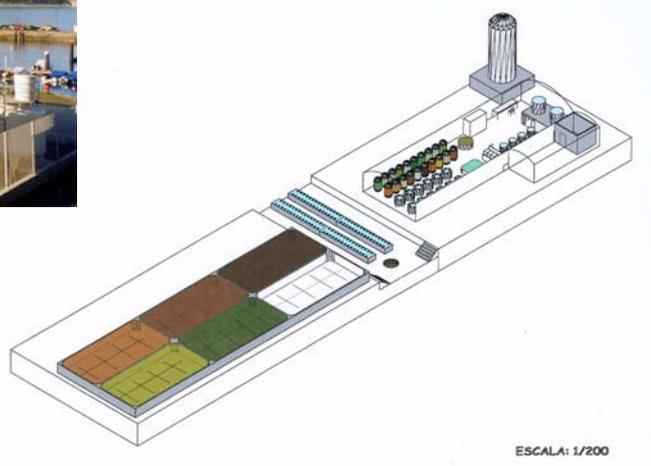
Inicialmente la talla de la semilla preengordada en Camariñas era T2, posteriormente, se hicieron ensayos con un sistema de bandejas en columna, también en flujo forzado invertido, que permite preengordar almeja retenida en tamiz de 1,2 mm. Esto permite acortar el tiempo de residencia de la semilla en el interior del criadero, abaratar los costes de producción y facilitar el manejo de la instalación.

La finalidad es lograr semilla de almeja con la talla objetivo, que es la retenida en un tamiz de 7 mm (T7), lo que supone semilla con longitud igual o superior a 12 mm. En este sentido, es necesario mejorar en ambos criaderos, la gestión de las entregas de la semilla que salen de las instalaciones de preengorde, de forma que ésta no esté más tiempo del que le corresponde, en dicha instalación.



Minicriadero dela Isla de Arousa (Pontevedra).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.



Minicriadero del Vicedo (Lugo).



Minicriadero de Camariñas (A Coruña).

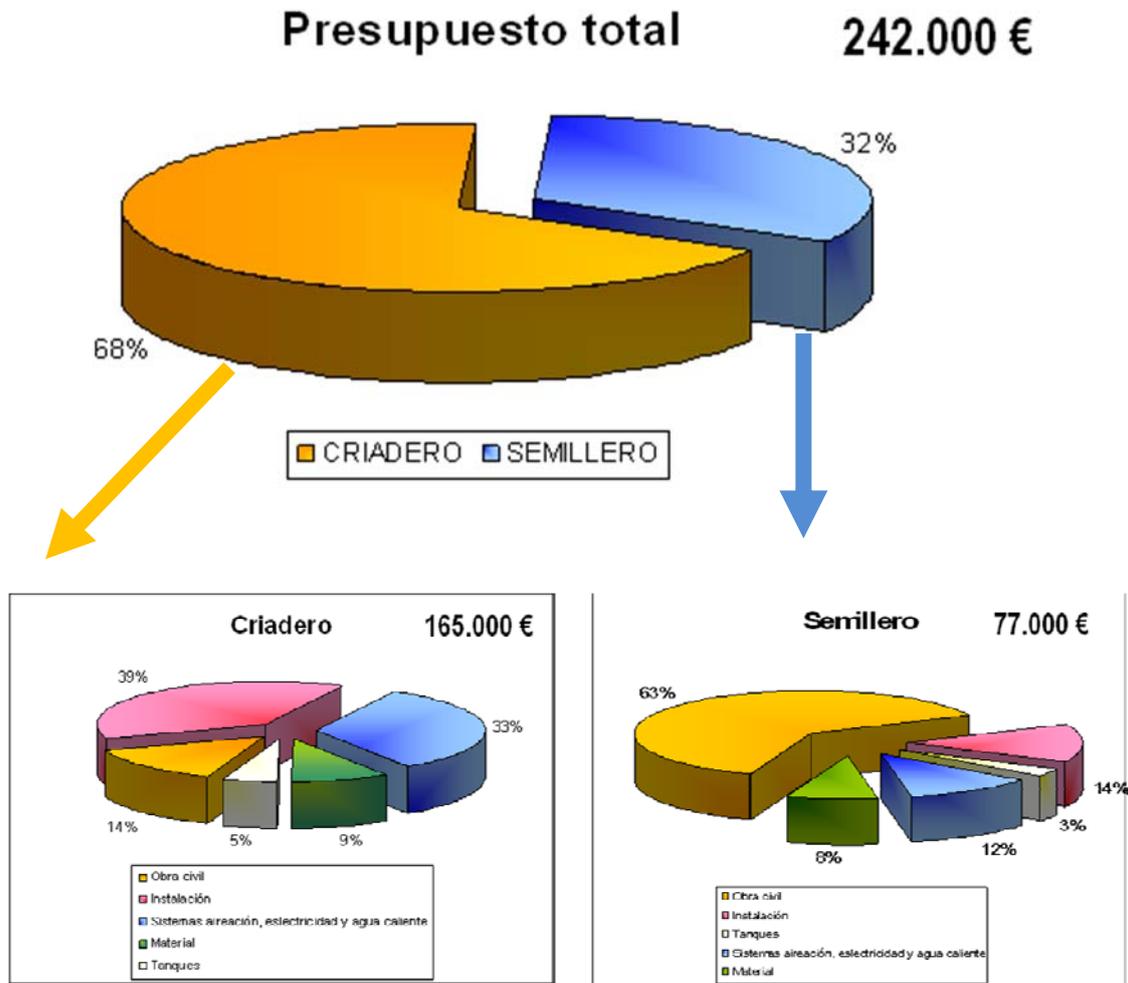
Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tarea 7: Análisis de costos/rendimientos y transferencia una vez analizados

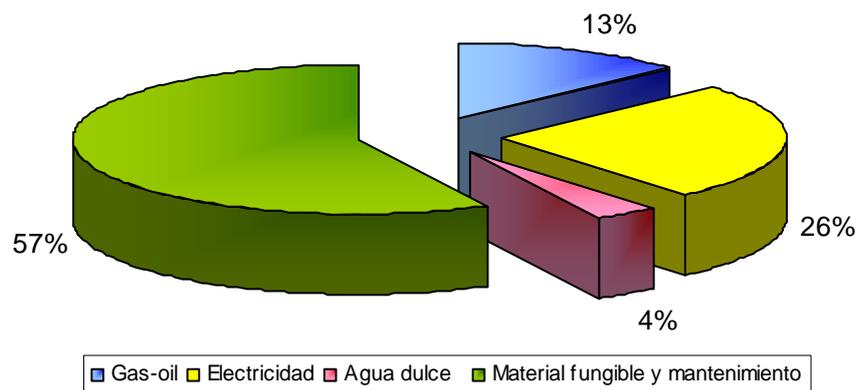
En una primera fase se analizan y validan las instalaciones ubicadas en la Isla de Arousa. Los resultados de producción de semillas son los obtenidos en los minicriaderos de Camariñas y O Vicedo.

CA de Galicia

Los costes de instalación de los minicriaderos se muestra en las siguientes figuras.



Con relación a los costes de mantenimiento que suponen, se desglosan en la siguiente figura.



Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

En la siguiente Tabla, se resume la producción de semilla hasta noviembre de 2007, obtenida de los criaderos de Camariñas y O Vicedo y que fue preengordada en los sistemas proyectados al efecto y según se desglosa, entregada en las tallas que se indican a diversas entidades asociativas del sector marisquero.

Tabla I. Producción de semilla obtenida en los criaderos de Camariñas y O Vicedo.

Instalación	Especie	Talla (mm)	Unidades	Zona de cultivo
Cr. Camariñas	A. babosa	>13	1.494.185	Ría de Camariñas
Cr. Camariñas	A. babosa	>14	593.455	Ría de Vigo
Cr. Camariñas	A. babosa	>15	86.956	Ría de Ferrol
Cr. Camariñas	A. babosa	>13	1.207.064	Varios destinos
Cr. Camariñas	A. babosa	Varios	521.969	En preengorde
Cr. Camariñas	A. fina	>14	14.091	Ría de Camariñas
Cr. Camariñas	A. fina	>11	39.500	Ría de Camariñas
Cr. Camariñas	A. fina	Varios	6.762.848	En preengorde
Cr. Camariñas	A. japonesa	>15	61.190	Ría de Ferrol
Cr. Camariñas	A. japonesa	Varios	57.158	En preengorde
Preeng. efluente	fina	>14	140.000	Vilaxoán (Arousa)
Preeng. efluente	babosa	>12	112.000	Vilaxoán (Arousa)
Subtotal (uds)	Almeja fina	<i>Tapes decussatus</i>		6.956.439
	Almeja babosa	<i>Tapes pullastra</i>		4.015.629
	Almeja japonesa	<i>Tapes philippinarum</i>		118.348
Cr. O Vicedo	A. babosa	>14	32.234	Ría de Ribadeo
Cr. O Vicedo	A. babosa	>11	62.026	Ría de Ortigueira
Cr. O Vicedo	A. babosa	>12	102.500	Ría de O Barqueiro
Cr. O Vicedo	A. babosa	>12	247.728	Ría de Ferrol
Cr. O Vicedo	A. babosa	T>3	100.326	En preengorde
Cr. O Vicedo	A. fina	>11	33.806	Agrup. Marisc. San Cosme
Cr. O Vicedo	A. fina	>10	34.052	En preengorde
Cr. O Vicedo	A. japonesa	7,73	120.000	Ría de Ribadeo
Cr. O Vicedo	A. japonesa	14	30.000	Agrup. Marisc. San Cosme
Cr. O Vicedo	A. japonesa	11,99	69.761	Ría de Ortigueira
Cr. O Vicedo	A. japonesa	T>8	26.991	Ría de Ferrol
Cr. O Vicedo	A. japonesa	T>3	1.653.407	En preengorde
Subtotal (uds)	Almeja fina	<i>Tapes decussatus</i>		67.858
	Almeja babosa	<i>Tapes pullastra</i>		544.814
	Almeja japonesa	<i>Tapes philippinarum</i>		1.900. 159

CONCLUSIONES DE LA LÍNEA 1

Parámetros de emplazamiento para criaderos

La conclusión principal a la hora de definir parámetros de emplazamiento para todas las instalaciones de las Comunidades Autónomas, dadas sus características medio-ambientales, es que el parámetro fundamental a controlar y a mejorar es la calidad del agua (condiciones físico-químicas).

En cualquier caso, no se trata de un parámetro que esté afectando a los resultados de los cultivos de las tres especies de almejas estudiadas.

Acondicionamiento, cultivo larvario y postlarvario

El acondicionamiento de reproductores es un proceso factible y que da buenos resultados si a los criaderos les interesa obtener larvas de almeja fuera de la época natural de puesta. Sobre todo con la almeja fina y japonesa, ya que tienen un período natural de desove relativamente corto. La babosa por ser una especie donde se pueden conseguir desoves en cualquier época del año, no sería necesario acondicionar.

Para que el proceso tenga éxito, es muy importante conseguir reproductores en buenas condiciones, controlando los factores que puedan afectarles en el proceso de recogida y traslado al criadero y así influir sobre su supervivencia: método de captura, tiempo de emersión, cambios de temperatura etc. Las condiciones generales para un acondicionamiento exitoso son:

- Mantenimiento de los reproductores en tanques con aireación y renovación de agua continua (entre 1/3 y 1/5 del volumen total a la hora).
- Aumento gradual de la temperatura hasta los 18-20°C, manteniéndola constante una vez alcanzada.
- Dieta mixta de varias especies de microalgas que garantice todo el aporte nutritivo necesario y una ración diaria entre el 3 y el 6% en peso seco de microalgas, respecto al peso seco de las almejas.
- Fotoperíodo, positivo con más horas de luz, si se quiere adelantar la maduración y negativo, con más horas de oscuridad si se quiere retrasar.

La almeja japonesa responde al acondicionamiento en cualquier época del año, mientras que la almeja fina responde mal los meses siguientes al desove natural, desde agosto hasta noviembre. Esto indica que necesita un período de descanso tras la puesta para poder recuperarse y empezar un nuevo ciclo.

El protocolo a seguir en el cultivo larvario, con independencia de las variaciones propias dependientes de la infraestructura disponible en cada criadero sería:

- Una densidad de cultivo de 5 larvas/ml.
- La temperatura del agua entre 18-20°C para la almeja fina y babosa, y entre 20-22°C para la almeja japonesa.
- Renovación del agua de cultivo cada dos días, si no se dispone de un sistema de cultivo abierto con renovación continua de agua.
- Aireación permanente.
- Alimentación mixta de varias especies de microalgas, sobre todo *Isochrysis*, *Monochrysis*, *Chaetoceros* y *Tetraselmis*.

El protocolo para el cultivo postlarvario es llevarlo a cabo en tanques de diferente volumen, según lo que se disponga en cada criadero y en circuito abierto de agua, manteniendo las postlarvas en contenedores o recipientes, bien cilíndricos o cuadrados,

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

con fondo de malla, adaptando la longitud de la luz de malla para que sea inferior al tamaño de las postlarvas en cada momento del cultivo, con alimentación lo más variada posible y empleando densidades adecuadas según las tallas.

De las tres especies cultivadas, la que presenta mayor dificultad es la almeja fina con episodios de mortalidades elevadas que se pueden presentar en cualquier etapa del cultivo. Empleando los mismos reproductores por todas las Comunidades Autónomas participantes, los resultados obtenidos son, la mayoría de las veces diferentes, incluso utilizando los mismos protocolos (dentro de lo posible, ya que las instalaciones en cada criadero son diferentes) tanto en las condiciones como en el manejo de los cultivos. Por eso se cree que no se trata en exclusiva de un problema local, y esto exige que sea abordado en mayor profundidad y bajo otro tipo de enfoque científico, donde se tengan en cuenta aspectos genéticos y microbiológicos para intentar averiguar la causa de los resultados obtenidos, tan variables y diferentes y mejorar los resultados. Por ejemplo en el caso de Asturias y Galicia que están en la misma Ría, los resultados en el cultivo de almeja fina durante la ejecución del proyecto, fueron más exitosos en la primera. Este es un criadero con pocos años de funcionamiento, sus instalaciones son nuevas y trabajan con pocas especies, a diferencia de Galicia donde se juntan a la vez el cultivo de varias especies tanto de almejas como de coquina, navajas, erizo etc. Por eso se cree que el aspecto microbiológico del criadero puede jugar un papel importante.

Cultivo de fitoplancton

Según las condiciones de los distintos sistemas de cultivos de fitoplancton de las distintas instalaciones de este proyecto, van a existir diferencias en las producciones de distintas especies de fitoplancton, así como en su composición bioquímica mayoritaria y de ácidos grasos. Esto, condiciona los posteriores resultados en los cultivos de las tres especies de almejas.

En conclusión se deben buscar sistemas de cultivo de las microalgas que garanticen la constancia, no sólo en la disponibilidad de las producciones, sino también en la calidad nutritiva. En este sentido, una solución podría hallarse en los sistemas de cultivo continuo. El uso de alimentos artificiales con microcápsulas de gelatina-acacia (GAM), podría emplearse como suplemento alimenticio y, como herramienta de trabajo para estudiar esenciabilidades y metabolismos lipídicos.

Minicriaderos

Las instalaciones de minicriaderos son una alternativa razonable (por su bajo coste y alta versatilidad) para actuar como centros de producción de pequeña semilla de moluscos bivalvos comerciales, principalmente de almejas.

Su eficiencia pasa por disponer de los emplazamientos y ubicaciones adecuados, así como de las instalaciones de semillero que preengorden la semilla antes de la siembra al exterior: áreas con elevada productividad natural localizada en zonas con agua de mar confinada y/o efluentes de piscifactorías con elevada carga de materia orgánica finamente particulada.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

En estas instalaciones, las condiciones ambientales y las épocas de puesta natural de las especies con las que se trabaja, marcan en gran medida el cronograma de trabajo. Por ello, cada emplazamiento concreto de Minicriadero marcará un calendario de trabajo específico adaptado a estas condiciones (T^a , luz, especie, etc).

BIBLIOGRAFÍA DE LA LÍNEA 1

Álvarez, M.C. y L.A. Fuiman. 2005. Environmental levels of atrazine and its degradation products impair survival skills and growth of red drum larvae. *Aquat. Toxicol.*, 74: 229-24.

Arnaud, P. y R. Raimbault. 1963. Note préliminaire sur la palourde (*Tapes decussatus* L.) de l'Étang de Thau. *Revue. Trav. Inst. Pêch. Marit.*, 27 (2): 195-202.

Arnold, G.L., M.W. Luckenbach y M.A. Unger. 2004. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 298: 323-346.

Arufe, M.I., J. Arellano, M.J., Moreno y C. Sarasquete. 2004. Comparative toxic effects of formulated simazine on Vitrio fisheri and gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) larvae. *Chemosphere*, 57: 1725-1732.

Bancroft, J.D. y A. Stevens. 1996. *Theory and Practice of histological techniques*. Churchill Livingstone (ed.). Nueva York. 765 pp.

Bayne, B. L. (1976). *Aspects of reproduction in bivalve molluscs. Estuarine processes. Vol 1, Uses, stresses and adaptation to the estuary*. M. Wiley. London. 1.

Beiras, R. y M. Albentosa. 2004. Inhibition of embryo development of the commercial bivalves *Ruditapes decussates* and *Mytilus galloprovincialis* by trace metals; implications for the implementation of seawater quality criteria. *Aquaculture*, 230: 205-213.

Beiras, R., A. Pérez Camacho, and M. Albentosa. 1994. Influence of temperature on the physiology of growth in *Ruditapes decussatus* (L.) larvae. *Journal of Shellfish Research* 13(1): 77-83.

Beninger, P.G. y A. Lucas. 1984. Seasonal variations in condition, reproductive activity and gross chemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat: *Tapes decussatus* L. (Jeffreys) and *Tapes philippinarum* (Adams and Reeve). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 79: 19-37.

Bertazzon S., C. Micheletti, A. Critto, A. Marcomini. 2006. Spatial analysis in ecological risk assessment: Pollutant bioaccumulation in clams *Tapes philippinarum* in the Venetian lagoon (Italy). *Computers, Environment and Urban Systems*, 30: 880-904.

Brown M.R., Jeffrey S.W. y Garland C.D. 1989. Nutritional aspects of microalgae used in mariculture: a literature review. *CSIRO Marine Reports*, 205.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Brown, M. R., Jeffreys, S.W. and C.D. Garland. 1989. Nutritional aspects of microalgae used in Mariculture; a literature review. Canberra, CSIRO Marine Laboratories: 44 pp.

Brown, M.R., S.W. Jeffrey, J.K. Volkman, G.A. Dunstan. 1997. Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture* 151: 315-331.

Clesceri, L.S., A.E. Greenberg, R.R. Trussell, M.A.H., Franson. 1992. Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales, ed. Díaz de Santos.

Dâmaso, A. 2000. Reproductive performance of carpet-shell clam, *Ruditapes decussatus* (L.), under different experimental conditions. Estágio Profissionalizante. Departamento de Zoologia e Antropología. Facultad de Ciencias. Universidad de Lisboa.

Delgado, M. y A. Pérez-Camacho. 2005. Histological study of gonadal development of *Ruditapes decussatus* (L.) and their relationship with food amount. *Scientia Marina*, 69 (1): 87-97.

Delgado, M. and A. Pérez-Camacho. 2007. Comparative study of gonadal development of *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve) and *Ruditapes decussatus* (L.): Influence of temperature. *Scientia Marina*, 71(3): 471-484.

Delgado, M. y A. Pérez Camacho. 2001. Efectos de la ración de alimento en el desarrollo gonadal de la almeja *Ruditapes decussatus* (L.). En: Actas VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Dirección General de Pesca y Alimentación del Gobierno de Cantabria (eds.): 290-292. Santander.

Devauchelle, N. 1990. Sexual development and maturity of *Tapes philippinarum*. En *Tapes philippinarum*. Biologia e sperimentazione. (Ente Sviluppo Agricolo Veneto) 3: 47-62. Verona, Italia.

Dietrich, A. M., D.I. Gallagher y K.A. Klawiter. 2001. Copper in coastal creeks and three relationship to plasticulture and copper-based crop protectants. *J. Am. Water Res. Assoc.* 37: 281-294.

Dietrich, A.M., T. Labreche, M.C. y N. Shepherd. 2002. A flow-through chamber for toxicity testing of 80-200 μm organisms. *Water Res.* 36: 2002-2010.

Drummond, L., M. Mulcahy y S. Culloty. 2006. The reproductive biology of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, from the North-West of Ireland. *Aquaculture*, 254: 326-340.

Estudio del ciclo reproductor y el crecimiento de moluscos bivalvos y cefalópodos del litoral andaluz. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Gallagher, D., K.M. Johnston y A.M. Dietrich. 2001. Fate and transport of copper-based crop protectants in plasticulture runoff and the impact of sedimentation as a best management practice. *Water Res.* 35: 2984-2994.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Giese, A. y H. Kanatani. 1987. Maturation and spawning. En: Reproduction of marine invertebrates. A.C. Gise, J.S. Pearse y V.B. Pearse (eds.), 9 (4): 251-330. Blackwell-Boxwood. Boston, EE UU.

Helm, M. 2004. Hatchery culture of bivalves. A practical Manual. FAO Fisheries Technical Paper. Lovatelli (ed.). Roma. 177 pp

Helm, M.M., D.L. Holland, y R.R. Stephenson (1973). The effect of supplementary algal feeding of a hatchery breeding stock of *Ostrea edulis* L. on larval vigour J. mar. biol. ass.U.K. 53: 673-684.

Herrero C., Angeles C., Fabregas J. y Abalde J. 1991. Yields in biomass and chemical constituents of four commercially important marine microalgae with different culture media. Aquacult. Eng., 10: 99-110.

Holland, D. A., and K. K. Chew (1974). Reproductive cycle of the Manila Clam (*Venerupis japonica*), from Hood Canal, Washington. Proceedings of the National Shellfisheries Association 6: 53-58.

Howard, D.W. y C.S. Smith. 1983. Histological techniques for marine bivalve mollusks. NOAA Tech. Memo. NMFS-F/NEC, Vol. 25, US Dept. Commerce. Woods Hole, MA. 97 pp.

Inoue S., Y. Oshima, H. Usuki, M. Hamaguchi, Y. Hanamura, N. Kai, Y. Shimasaki, T. Honjo. 2006. Effects of tributyltin maternal and/or waterborne exposure on the embryonic development of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*. Chemosphere, 63: 881-888.

Kumari L.K., S. Kaisary, V. Rodrigues. 2006. Bio-accumulation of some trace metals in the short-neck clam *Paphia malabarica* from Mandovi estuary, Goa. Environment International, 32: 229 - 234.

LaBreche, T.M.C., A.M. Dietrich, D.L. Gallagher y N. Sheph. 2002. Environmental Toxicology and Chemistry, 21: 760-766.

Laurrelle, F., J. Guillou, Y.M. Paulet. 1994. Reproductive pattern of the clams *Ruditapes decussatus* and *Ruditapes philippinarum* on intertidal flats in Brittany. J. Mar. Biol. Assoc. (U K), 74: 351-366.

Lawton, J.C., P.L. Pennington, K.W. Chung, G.I. Scott. 2006. Toxicity of atrazine to the juvenile hard clam, *Mercenaria mercenaria*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 65: 388-394.

Lubet, P. (1980-1981). Influence des facteurs externes sur la reproduction del lamellibranches. Oceanis 6(5): 469-489.

Manchado Gonçalves Banha, M.L. 1984. Aspectos da biología (crescimento e reprodução) de *Ruditapes decussatus* Lineu, 1789 (Mollusca, Bivalvia) na ría Formosa,

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Algarbe. Estágio Científico. Instituto Nacional de Investigaçao das pescas. Facultad de Ciencias.

Mann, R. 1979. The effect of temperature on growth, physiology and gametogenesis in the Manila clam *Tapes philippinarum* (Adams y Reeve, 1850). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 38: 121-133.

Martínez, D., Nóvoa, S. y J. Ojea. 2001. Cultivos larvarios y postlarvarios de almeja fina (*Ruditapes decussatus*) y almeja babosa (*Venerupis pullastra*) en criadero. Comunicación oral. VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Resúmenes de Congreso. Santander (Cantabria).

Martínez, I., A. Silva, L. Domínguez, P. Álvarez Fariña y J.L. Sánchez. 2005. Efecto combinado del fotoperíodo y la ración de alimento sobre el acondicionamiento de *Ruditapes decussatus*, Linné 1758, en criadero. En: Libro de resúmenes del X Congreso Nacional de Acuicultura. pp. 520-521. Gandia.

Mata Vázquez, A.J., A. Royo Rodríguez e I. Márquez Pascual. 2001. Posibilidades pesqueras de *Venus nux* (Mollusca, Bivalvia) en la costa de Huelva. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. (Publica: Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.; Colección: Pesca y Acuicultura.; Serie: Recursos Pesqueros).

Meneghetti, F., V. Moschino y L. Da Ros. 2004. Gametogenic cycle and variations in oocyte size of *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice. Aquaculture, 240: 472-488.

Mubiana V. K., R. Blust. 2007. Effects of temperature on scope for growth and accumulation of Cd, Co, Cu and Pb by the marine bivalve *Mytilus edulis*. Marine Environmental Research, 63: 219-235.

Nóvoa S., Martínez D., Ojea J., Blanco J., Bujan J., Rodríguez J.L. 1999. Fabricación de microcápsulas a partir de aceites naturales (atún, caballa, bacalao y sardina) para su empleo como suplemento lipídico nutricional en los cultivos larvarios de almeja. Actas VII Cong. Nac. de Acuic., 361-366.

Nóvoa S., Martínez D., Ojea J., Soudant P., Samain J-F., Moal J., Rodríguez J.L. 2002. Ingestion, digestion and assimilation of gelatin-acacia microcapsules incorporating deuterium labeled arachidonic acid by larvae of the clam *Venerupis pullastra*. Journal of Shellfish Research, 21(2): 649-658.

Ojea J., Nóvoa S., Martínez D., Rodríguez J.L. 1999. Evaluación de la calidad nutritiva del fitoplancton en tres sistemas de cultivo empleados en criaderos de moluscos. Actas del VII Cong. Nac. de Acuic., 317-322.

Ojea, J., D. Martínez, D., Nóvoa, S., Pazos, A.J. y M. Abad. 2003. Efecto del régimen de temperatura durante el proceso de acondicionamiento de almeja fina (*Ruditapes decussatus*) Linné, 1787. En: Actas IX Congreso Nacional de Acuicultura. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía (eds.): 262-264. Cádiz.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Pérez Camacho A., R. B., M. Albentosa. 1994. Effects of algal food concentration and body size on the ingestion rates of *Ruditapes decussatus* (bivalvia) veliger larvae. Marine Ecology Progress Series 115: 87-92.

Pérez Camacho, A. 1980. Biología de *Venerupis pullastra* (Montagu, 1803) y *Venerupis decussata* (Linne, 1767) (Mollusca, Bivalvia), con especial referencia a los factores determinantes de la producción. Boletín del Instituto Español de Oceanografía, 281: 43-76.

Pérez Camacho, A. y G. Román. 1987. La reproducción en los moluscos bivalvos. En: Reproducción en acuicultura. J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta (eds.): 133-184. CAICYT (Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica). Madrid.

Pérez-Camacho, A. 1977. Experiencias en cultivos de larvas de tres especies de moluscos bivalvos, *Venerupis pullastra* (Montagu), *Venerupis decussata* (Linnaeus) y *Ostrea edulis* (Linnaeus). Bol. Inst. Esp. Oceano., 3: 1-60.(Pérez Camacho 1977).

Qiu, J.W., V. Thiyagarajan, S. Cheung y P.Y. Qian. 2005. Marine Pollution Bulletin, 51: 688-693.

Rodríguez J.L., Moal J., Samain J.F., Delaunay y Marty Y. 1992. Mise au point de microcapsules lipidiques pour l'étude des besoins en acides gras des larves de bivalves. Océanis, 18: 227-234.

Rodríguez Moscoso E., R. Arnaiz, A. Coó, D. Martínez, A. Silva, J.L. Varela. (1993). Proceso de maduración y acondicionamiento de *Tapes decussatus* (Linné, 1787), fuera de época natural. I. Histoquímica, Histología y Composición Bioquímica. Actas IV Congreso Nacional de Acuicultura.

Rodríguez-Moscoso, E., J.P. Pazo, A. García, F. Fernández Cortés. 1992. Reproductive cycle of Manila clam *Ruditapes philippinarum* (Adams y Reeve, 1850) in Ría of Vigo (NW Spain). Sci Mar., 56: 61-67.

Sarasquete, M.C., S. Gimeno, y M.L. González de Canales. 1990. Cycle reproducteur de la palourde *Ruditapes philippinarum* (Adams y Reeve, 1850) de la côte sud ouest atlantique (Espagne). Rev. Int. Océanogr. Med. 97-98: 90-99.

Shafee, M.S. y M. Daoudi. 1991. Gametogenesis and spawning in the carpet-shell clam, *Ruditapes decussatus* (L.) (Mollusca: Bivalvia), from the Atlantic coast of Morocco. Aquaculture and Fisheries Management, 22: 203-216.

Sousa, A., L. Genio, S. Mendo, C. Barrosói. 2005. Applied Organometallic Chemistry, 19: 324-328.

Tirado Narváez, C., A. Rodríguez de la Rúa Franch, M.A. Bruzón Gallego, J.I. López Linares, C. Salas Casanova y I. Márquez Pascual. 2002. La reproducción de bivalvos y gasterópodos de interés pesquero en Andalucía. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. (Publica: Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.; Colección: Pesca y Acuicultura.; Serie: Recursos Pesqueros.)

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Toba, M., y Y. Miyama (1991). Gonadal development and spawning induction in artificially conditioned Manila Clams *Ruditapes philippinarum*. Nippon Suisan Gakkaishi 57(5): 1269-1275.

Vilela, H. 1950. Vida bentónica de *Tapes decussatus*. Travaux de la station de Biologie Marine de Lisbonne, 53. 120 pp.

Villalba, A., M.J. Carballal, y M.C. López (1993). Estudio del ciclo gonadal de tres especies de almeja, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis pullastra* y *Venerupis rhomboides* de las rías gallegas. Actas IV Congreso Nac. Acuicult.: 341-346.

Walne, P.R. 1966. Experiments in the large-scale culture of the larvae of *Ostrea edulis* (L.). Fishery Investigations. Series II., XXIV(1): 1-45.

Xie, Q. y G. M. Burnell. 1994. A comparative study of the gametogenic cycles of the clams *Tapes philiphinarum* (A. Adams & Reeve 1850) and *Tapes decussatus* (Linnaeus) on the south coast of Ireland. Journal of Shellfish Research, 13 (2): 467-472.

LÍNEA 2: PREENGORDE DE SEMILLA

INTRODUCCIÓN

La fase de preengorde es uno de los cuellos de botella más importante en la obtención de cantidad suficiente de semilla que pueda proveer de forma regular una industria de cultivo de almeja. Existen sistemas, zonas marinas y conocimientos que permiten establecer modelos de producción de semilla que subsanen esta deficiencia.

Es necesario adecuar los sistemas de cultivo a las zonas marinas, a sus condiciones ambientales y oceanográficas, optimizar las operaciones de manejo solucionando los problemas de calidad, para proceder de una forma segura, a una difusión generalizada de los modelos de preengorde industrial y por lo tanto subsanar la deficiencia de semilla de almejas para engorde. Además es necesaria una valoración económica completa y comparada de los diversos modelos con el fin de facilitar las decisiones empresariales y las futuras líneas de mejora.

Dentro de esta línea de trabajo se incluyen varias tareas a realizar por las diferentes Comunidades Autónomas.

Tarea 1: Diseño de sistemas de preengorde de semilla.

Tarea 2: Estudio comparativo del crecimiento de la semilla en los diferentes sistemas.

Tarea 3: Influencia de los factores medioambientales sobre el crecimiento y mortalidad.

Tarea 4: Validación de sistemas, análisis de rendimientos y costes.

	a) Galicia	b) Cataluña	c) Andalucía	d) Asturias	e) Cantabria
Tarea 1	X	X	X	X	X
Tarea 2	X	X	X	X	
Tarea 3	X	X		X	X
Tarea 4	X		X		

OBJETIVOS DE LA LÍNEA 2

- Estudio de sistemas de preengorde para semilla de pequeño tamaño. Instalaciones en tierra y en el medio natural
 - o Instalaciones en tierra:
 - Semilleros en tierra basados en la potenciación en condiciones ambientales de la biomasa algal
 - Semillero en tierra basado en aprovechamiento de aguas efluentes de granjas de peces marinos
 - o En el medio natural
 - En batea, viveros o plataformas flotantes, empleando diversos artefactos como:
 - Cestillos ostrícolas, cilindros o bolsas
 - Contenedores en sistemas con flujo de agua forzada (air lift)
 - En intermareal en bolsas o sacos

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

- Estudio de parámetros de cultivo: densidades óptimas, condiciones medioambientales, épocas de inmersión, tiempos de inmersión, etc
- Estudios de rendimientos

RESUMEN DE LA LÍNEA 2

En la línea de preengorde las experiencias planteadas han estado encaminadas a determinar la viabilidad biológica y la rentabilidad económica de diferentes sistemas de preengorde de semilla de almeja.

En la Comunidad Autónoma de Galicia y Cantabria se ensayaron los distintos sistemas de preengorde con las tres especies de almeja objeto de estudio; las Comunidades de Cataluña y Andalucía realizaron las experiencias con las almejas japonesa y fina, mientras que en Asturias sólo con ésta última.

En cuanto a los sistemas empleados, éstos fueron muy variables. Cada Comunidad Autónoma utilizó aquellos que consideraron los más apropiados dada las características de cada zona y las experiencias realizadas en el pasado.

En Galicia se ensayaron numerosos sistemas de preengorde, como la utilización de minibolsas en batea y en el intermareal, tambores de flujo invertido en efluentes de piscifactorías, un semillero tradicional de agua de mar enriquecida con fitoplancton y un sistema de flujo invertido forzado con airlift en un pantalán.

En cuanto al sistema de preengorde en bolsas se obtienen mejores resultados en la batea, y dentro de esta se dan mayores tasas de crecimiento para la almeja babosa, luego para la japonesa y finalmente para la fina. Se observaron mayores crecimientos en el semillero tradicional que en el que aprovecha los efluentes de una piscifactoría de rodaballo. El sistema de flujo invertido airlift también da buenos resultados en cuanto a crecimientos pero además, se trata de un método de preengorde resistente y estable aún cuando las condiciones ambientales son adversas.

En Cataluña el objetivo principal fue validar la posibilidad de preengorde de venéridos en la zona del Delta del Ebro. Para ello emplearon diferentes sistemas de cultivos como cestos y sacos ostrícolas colgados de una batea, un semillero en tierra basado en la potenciación en condiciones ambientales de la biomasa algal y una estructura flotante con flujo forzado en sistema lagunar.

Los resultados más alentadores se obtuvieron empleando cestos ostrícolas colgados de bateas mejilloneras, en ambas bahías del Delta del Ebro en el caso de la almeja japonesa, y en la Bahía de Alfacs para la almeja fina.

En Andalucía las experiencias contemplaron la utilización de sistemas y receptáculos tradicionales: sacos ostrícolas sobre mesas y cestillos ostrícolas colgados en batea; y modificaciones de ambos, que incluyen la reducción de los sacos ostrícolas o el aumento de superficie de trabajo con cilindros de 1 m de diámetro.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Además de esas modificaciones en los receptáculos se han incluido otras en los sistemas, que suponen el aumento del flujo de agua mediante la utilización de airlifts, con el concurso de la energía eléctrica, y reformas (paredes horadadas) en los contenedores de mayores dimensiones, para facilitar el aumento del flujo mareal, para evitar el empleo de energías complementarias.

Con pocas cantidades de semilla, es decir, para cubrir las necesidades de empresas pequeñas se debe trabajar con recipientes de pequeño tamaño como bolsas y cestos; mientras que a gran escala se obtuvieron mejores resultados (en relación a la mano de obra utilizada) con el empleo de grandes recipientes de preengorde.

En Asturias se ensayaron tres sistemas de preengorde de semilla, uno intermareal (sacos y minisacos sobre parrilla) y 2 submareales (sistemas sobre plataforma flotante empleando bandejas y minisacos). Los sistemas empleados son adecuados para el preengorde en la zona, aunque los resultados son variables no se puede diferenciar qué sistema es mejor, sino que esta variabilidad depende de la época de la colocación de la semilla. Así el seguimiento de distintos lotes de semilla de producción propia muestran que el crecimiento de la semilla durante los meses de invierno (diciembre hasta mayo) resulta prácticamente nulo.

En Cantabria el sistema empleado en el preengorde es el utilizado en Tinamenor aprovechando el fitoplancton natural de la zona. Se realizaron estudios de la composición en microalgas y su relación con el preengorde, no encontrando presencia de dinoflagelados, posibles causantes de mortalidades en la semilla.

TAREAS DE LA LÍNEA 2

Tarea 1: Diseño de sistemas de preengorde de semilla

Dentro del Plan Nacional del desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas, en el apartado de preengorde, se pretendía poner a punto la tecnología para la optimización del proceso de producción de semilla hasta que alcance la talla óptima de siembra en las playas y zonas de cultivo.

En Galicia y Andalucía, con varios años de bagaje en este campo, se mejoraron los sistemas utilizados durante años; entre ellos se diseñaron nuevos experimentos con pochones y cestillos, se aprovechó el agua procedente de piscifactorías de rodaballo, se utilizaron diversos tipos de cilindros o se probó la realización del preengorde en el suelo.

En las Comunidades de Asturias y Cataluña, con menos experiencia en este terreno, se priorizaron pruebas y experiencias acerca de la posibilidad de preengorde de almeja y la búsqueda de una localización y un sistema adecuado para su realización.

CA de Galicia

En esta comunidad se realizaron estudios con los siguientes sistemas:

- Semilleros en tierra
 - o Tambores de flujo invertido en un semillero tradicional con alimentación basada en bloom de microalgas natural
 - o Tambores de flujo invertido en un efluente de piscifactoría
- Semilleros en el medio natural
 - o En la franja intermareal sobreelevado (pochones sobre mesas ostrícolas)
 - o En sistemas flotantes (bateas o pantalán)
 - En jaulas
 - En flujo airlift en el pantalán de Camariñas

1- En la franja intermareal sobreelevado

Dado que ya se había ensayado con la utilización de bolsas de malla rígida de diferentes luces de malla, se optó por optimizar el preengorde utilizando bolsas de menor tamaño con objeto de evitar uno de los problemas que surgían cuando se usaban directamente las bolsas ostrícolas, con sus dimensiones originales, es decir de 1000 x 400 mm para las luces de 2 y 3 mm y de 1000 x 500 mm para las bolsas con luces de 4 mm o superiores.

Dichas bolsas eran colocadas sobre mesas construidas con varilla de acero inoxidable de dimensiones 2500 x 1000 mm con una altura de 500 mm.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

En estas condiciones de cultivo la semilla de almeja suele acumularse en uno de los extremos de las bolsas por lo que se desperdicia mucha de la superficie de cultivo a la vez que la densidad real de trabajo era muy elevada.



Con objeto de resolver esta incidencia y optimizar el preengorde, se diseña un sistema que, aprovechando las mismas mesas de hierro, permita la estabulación de bolsas de dimensiones más reducidas, de forma que mediante cortes a lo largo del ancho del pochón se obtienen 5 o 6 bolsas de dimensiones 400/500 x 190/150 mm.

Inicialmente las bolsas se cortaban en un ancho de 150 mm lo que nos permitía obtener 6 bolsas de cultivo por cada pochón. A lo largo de las distintas pruebas se fueron ensayando bolsas de mayor ancho hasta llegar a las consideradas adecuadas que tienen unas medidas de ancho de 190 mm, permitiendo la obtención de 5 bolsas por cada unidad.

Para las pruebas de preengorde en intermareal se utilizaron dos zonas de la Ría de Arousa, la primera en la zona de la Vía Norte de O Grove y la segunda en la playa de Aduana, cofradía de Vilaxoán, próxima al Centro de Investigaciones Mariñas de Corón (CIMA).

2- En viveros flotantes o bateas

Para el preengorde en batea se tuvieron en cuenta los mismos planteamiento de reducción del tamaño de las bolsas, realizando las pruebas con diferentes tamaños hasta optimizarlo en la bolsa de 400/500 x 190 mm.

En este caso se utilizaron jaulas de acero inoxidable o de hierro galvanizado en caliente de distintas dimensiones a lo largo de las diferentes pruebas. Esta jaulas se construyeron de tal manera que permitían la estabulación de las bolsas de cultivo en diferentes pisos, para lo cual la jaula disponía de unas líneas o carriles en forma de “U”, donde se colocaban las bolsas que iban cerradas en sus extremos por tubo de PVC ranurado, que a la vez que ejercían como sistema de cierre nos permitían utilizarlos como elementos de soporte en las jaulas.



Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.



Para las diferentes pruebas de cultivo en batea, se utilizó una batea propiedad de la empresa A´Ostreira S.L., ubicada en la cuadrícula 220 del Polígono “Cambados D”, en la ría de Arousa, así como una batea propiedad de la Cofradía de Cangas, ubicada en el polígono “Cangas C”.



Por último se estudiaron otros tres sistemas de preengorde: en tambores de flujo invertido utilizando el efluente de piscifactorías de granja de rodaballo, un semillero tradicional de agua de mar enriquecida con fitoplancton, y un sistema de flujo invertido forzado por “airlift” ubicado en el Minicriadero de Camariñas (A Coruña).

3- Tambores de flujo invertido

Son sistemas de flujo invertido, en los que el agua por gravedad atraviesa los contenedores (de 0,32 cm/diámetro), con flujo de 13 L/minuto y 500 g/de semilla en cada unidad de cultivo.

Se realizarán experiencias manteniendo los tambores:

- En agua de mar suplementada con microalgas de bloom natural exterior (semillero industrial de moluscos)
- En agua de efluente de granja de rodaballo (piscifactoría en tierra).



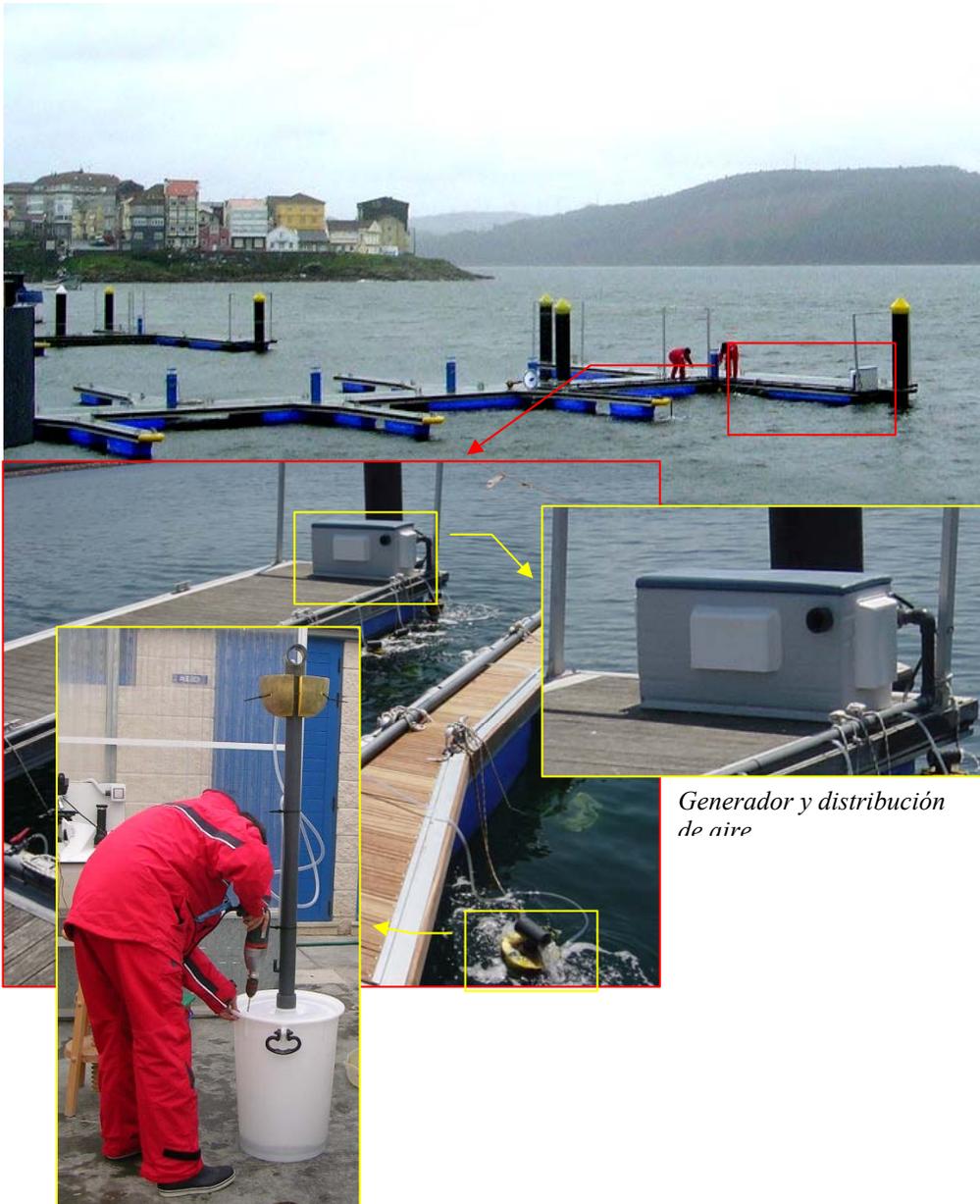
4- En flujo airlift en el pantalán de Camariñas

Este sistema de preengorde se situó en un pantalán del puerto deportivo de Camariñas (La Coruña), en una zona de 46 m² y consta de 2 partes diferenciadas:

a.- Generador y distribución de aire: El cuerpo principal del sistema lo compone un soplante de 0,6 cv, capaz de suministrar un caudal de 79 m³/h de aire, que se encuentra instalado en un arcón de material plástico, para protegerlo de la intemperie. El aire se distribuye mediante una tubería de PVC, de 63 mm de diámetro, en cuyo extremo distal se ha colocado una válvula con un tubo que se hunde 50 cm en el agua, como aliviadero para los excedentes de aire. A lo largo de la tubería principal, se practican orificios en los que se introducen boquillas roscadas, a las que se conectan los contenedores, que contienen las semillas de almejas.

b.- Contenedores para estabular la semilla: Se seleccionó un contenedor de polietileno de baja densidad de 50 litros de capacidad, provisto de fuertes asas y con el fondo perforado, con numerosos agujeros de 2 mm. Se cierra mediante una tapa, en la que, se ha colocado un tubo periscópico, constituido por una tubería de PVC de 63 mm de diámetro, en cuya parte distal se pega una “T” del mismo material y diámetro; bajo ella se inserta un flotador, que dará estabilidad al sistema. Al inyectarle el aire, se fuerza la entrada de agua por la base del contenedor, haciéndola salir por ambos ramales de la “T”.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.



*Generador y distribución
de aire*

*Contenedores para
estabular la semilla*

CA de Cataluña

Los sistemas de preengorde estudiados fueron los siguientes:

- Semilleros en tierra
 - o Tanques de 1000 L-3000 L

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

- Semilleros en el medio natural

- En viveros flotantes o bateas
 - En sistema lagunar con cilindros en airlift
 - Cestos colgados de batea en la Bahía de Fangar
 - Cubos con flujo forzado

1- Semillero en tierra

Basado en la potenciación en condiciones ambientales de la biomasa algal.

Se trabajó del siguiente modo:

- En tanque de 1000 L-3000 L, en cilindros con airlifts con fondos de malla variable, y con entrada de agua de mar de la bahía.
- Densidad de trabajo: Aprox. 250 gr de semilla por cubo:
 - 5 cubos para *R. philippinarum* (T2) de diámetro 40 cm.
 - 5 cubos para *R. decussatus* (T2) de diámetro 40 cm.
- Nº de desdobles efectuados: No se hicieron desdobles debidos a la mortalidad acaecida a mitad de la experiencia. Se redistribuyeron en los cubos una vez tamizados por tallas.
 - Tamices utilizados: La tamización por talla se realizó con tamices: 1.5 mm, 2 mm y 7 mm.
 - Limpiezas y renovación del material: Limpieza semanal.

2- Estructuras flotantes con flujo de agua forzada en sistema lagunar

La prueba se llevó a cabo en un sistema lagunar abierto (agua directa de la bahía dels Alfacs), con cilindros con airlift adaptados a una estructura flotante.

El trabajo se realizó de la siguiente forma:

- Densidad de trabajo: Aprox. 6 kg/m² e inferior.
 - 5 cubos para *R. philippinarum* de diámetro 40 cm, para distintas tallas iniciales (T2, T3 y T7).
 - 5 cubos para *R. decussatus* de diámetro 40 cm (T2, T3 y T7)
- Nº de desdobles efectuados: No se hicieron desdobles.
- Limpiezas y renovación del material: Limpieza semanal.

- Cestos colgados de batea en la Bahía del Fangar

La experiencia se llevó a cabo en una batea mejillonera situada en la Bahía del Fangar (ver situación en figura1), durante un período de 4,5 meses comprendido entre los meses de mayo y septiembre de 2006. La almeja utilizada (23.000 unidades) procedía del criadero de Tinamenor. La talla inicial osciló entre 4.8-7.8 mm (longitud media: 5.8 mm). Inicialmente las almejas se colocaron en cestas con cestillos de 1 mm de luz de malla, a una densidad de 2kg/m².

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

La zona de cultivo, la Bahía del Fangar, sufre fluctuaciones de temperatura y oxígeno de importancia a lo largo del año, dada su poca profundidad y escasa renovación de agua, incluso en la salinidad dada la cercanía de salidas de agua dulce de campos de cultivo de arroz. De ahí la importancia en realizar un seguimiento exhaustivo de parámetros ambientales críticos para el cultivo.

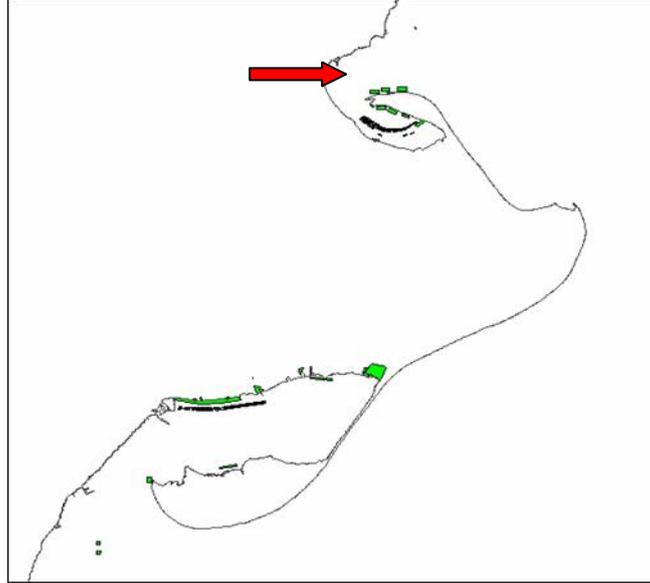


Figura 1. Ubicación de la batea mejillonera en la que se colgaron los cestos de preengorde de almeja japonesa, en la Bahía del Fangar (Delta del Ebro).

4- Cubos con flujo forzado

La experiencia se llevó a cabo en una estructura flotante con cubos con flujo forzado (durante un período de 3 meses comprendido entre los meses de mayo y agosto de 2006. La almeja utilizada (23.000 unidades) procedía del criadero de Tinamenor. La talla inicial osciló entre 4.8-7.8 mm (longitud media: 5.8 mm).

Inicialmente las almejas se colocaron en cestas con cestillos de 1 mm de luz de malla, a una densidad de 2kg/m².

La zona de cultivo, una laguna dentro de los terrenos del IRTA, está próxima a la Bahía del Alfacs y tiene una profundidad máxima de 2 m, que implican fluctuaciones de temperatura y oxígeno de importancia a lo largo del año. De ahí la importancia en realizar un seguimiento exhaustivo de parámetros ambientales críticos para el cultivo.

CA de Andalucía

En esta comunidad se realizaron ensayos en los siguientes sistemas de preengorde:

- Semilleros en el medio natural
 - o En viveros flotantes o bateas
 - Cilindros con flujo forzado (airlift)

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

- Cilindros horadados con flujo forzado (airlift)
- Cestillos y sacos ostrícolas

1- Cilindros con flujo forzado

Diseño de un semillero para moluscos bivalvos (“El Toruño”): preengorde de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*, Adams & Reeve 1850) y almeja fina (*Ruditapes decussatus*, Linné 1758).

Se utilizan cilindros con una superficie de 6793 cm^2 , dotados de flujo forzado (airlift), con fondo de red de 2-3 mm. Cada cilindro está provisto de 4 airlifts, situados en cada una de las cuatro patas del recipiente.



Cilindro con airlift



Cilindro horadado



Interior cilindro con almejas

2- Bateas

Preengorde de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850). Comparación del rendimiento de sistemas basados en el aprovechamiento de la columna de agua.

En un trabajo anterior sobre preengorde de semilla de almejas en suspensión desde una batea, se utilizaron tres tipos de recipientes:

- Cilindros con una superficie de 6793 cm^2 , dotados de flujo forzado (airlifts), con fondo de red de 2-3 mm. Cada cilindro está provisto de 4 airlifts, situados en cada una de las cuatro patas del recipiente.
 - Grupos de cestillos ostrícolas, subdivididos en cuatro cuarterones (250 cm^2), con una luz de malla de $2,00 \text{ mm} \times 2,00 \text{ mm}$.
 - Sacos ostrícolas ($40 \text{ cm} \times 16 \text{ cm}$), con luz de malla de $2,00 \text{ mm} \times 2,00 \text{ mm}$, distribuidos en cuatro niveles de una estructura diseñada al respecto.

Teniendo en cuenta el trabajo anterior de referencia, se diseñaron cilindros semejantes a los anteriores, con la diferencia de no estar dotados de los 4 airlifts, y, para facilitar el paso del agua, se horadaron en su perímetro ocho ventanas ($24 \text{ cm} \times 9 \text{ cm}$), tapadas con red plástica de $2 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$, con el objetivo de no precisar el concurso de la energía eléctrica.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.



Cestillos



Sacos en Estantes

3- Suelo

Preengorde intensivo de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850), a altas densidades de siembra, en el sustrato de la zona intermareal.

La posibilidad de reducir la mortalidad de siembra en la fase de engorde del cultivo de la almeja, debe relacionarse con la siembra de semilla de un tamaño superior al mínimo recomendado por los diferentes autores, de 10 mm. Sin embargo, este objetivo lleva emparejado el aumento del mantenimiento de la semilla en los sistemas de preengorde, en elevación o suspensión, en definitiva, fuera del sustrato. Es decir, en condiciones diferentes a las naturales, de enterramiento, lo que conlleva la aparición de deformaciones en las valvas o enfermedades.



Sacos sobre mesas



Preengorde Intensivo en Suelo

Para evitarlo, se propone la introducción de una nueva fase intermedia entre las de preengorde y engorde tradicionales, que consiste en aplicar las técnicas conocidas de engorde en el suelo, hasta tallas próximas a los 20 mm, lo que permitiría la utilización de altas densidades de siembra.

Un lote de semilla de almeja japonesa (60,500 kg), adquirida en un criadero, con una talla media de $6,01 \pm 0,69$ mm, se preengordó en un recipiente (cilindro) dotado de aire forzado, hasta alcanzar una talla media de $10,52 \pm 1,26$ mm. Posteriormente se sembró, siguiendo la tecnología aplicada en el engorde en suelo (enmienda del terreno, labor de cava y cobertura con red de protección), en módulos de 4,00 m x 1,50 m, a cinco densidades distintas 1500 (referencia); 3000, 4000, 5000 y 6000 ud/m².

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

La recolección se llevó a cabo, tres meses más tarde, al detectarse un incremento notable de la mortalidad, suponiéndose que las almejas habían alcanzado la talla de competencia, y se realizó por cribado (5 mm x 5 mm) de volúmenes de suelo.

CA de Asturias

Los sistemas empleados en esta comunidad fueron:

- Semilleros en el medio natural
 - o En la franja intermareal utilizando sacos/minisacos
 - o En la franja submareal (batea)
 - Bandejas
 - Estructura de hierro galvanizado

La ría de Ribadeo se caracteriza, en su parte asturiana, por ser un estuario de vaciado completo en donde las mareas con coeficientes medios-altos dan lugar a unas bajamares que dejan grandes superficies al descubierto, en donde únicamente queda un canal de desagüe de escasa profundidad. Este hecho condicionó los sistemas de preengorde a emplear, que deben adaptarse a las condiciones de la zona, optándose por tres variantes, una intermareal y dos submareales, que se describen a continuación.

1- En la franja intermareal



Sacos/minisacos sobre parrillas a distintas densidades dependiendo de la superficie del saco utilizado.

2- En la franja submareal

Se ensayaron dos sistemas colgados de una batea fondeada en medio del canal de desagüe de la ría.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

- 1- Bandejas, en cilindros de malla, colgadas de una batea.

Diámetro de la bandeja: 26 cm

Superficie: 0,05 m²

Densidad: 4.000 g/m²



- 2- Estructura de hierro galvanizado, con 8 alturas, en donde se colocan los minisacos (Cerviño Eiroa et al., 2005).

Dicha estructura se dispuso colgada de una batea en el canal de la ría de Ribadeo anexo al tesón antes referido



CA de Cantabria

En Tinamenor se preengordan las tres especies de almeja: fina, babosa y japonesa. El particular sistema de preengorde del semillero industrial aprovecha la productividad de la Ría, manteniendo el ecosistema natural y favoreciendo así la adaptación de la semilla del criadero a su nuevo hábitat.



Este semillero está localizado en una marisma controlada por compuertas, de forma que se renueva total o parcialmente el agua mediante las mareas. Se producen blooms naturales de fitoplancton para el suministro de la semilla, la cual se estabula en grandes recipientes de un metro de diámetro colocados sobre un pantalán flotante y se consigue el movimiento del agua gracias a una rueda de paletas. Por su diseño este semillero resulta muy eficiente en cuanto a su relación consumo de energía/caudal producido y su sencillo mantenimiento.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tarea 2: Estudio comparativo del crecimiento de la semilla en los diferentes sistemas

Se presentan a continuación los resultados de crecimiento obtenidos con los distintos sistemas de preengorde ensayados en cada una de las Comunidades Autónomas participantes.

CA de Galicia

1- Rendimientos (crecimiento y mortalidades), factores medioambientales y procesos de maduración sexual

Sistemas de preengorde en la franja intermareal (sobreelevado) y en viveros flotantes (bateas)

Se realizaron tres pruebas globales con las tres especies de almeja fina, japónica y babosa y dos sistemas de preengorde: Batea y sobreelevado en playa en dos localizaciones en la playa de la Isla de la Toja en O Grove y playa de Borreiros en Vilaxoán-Vilagarcía.

- Prueba preengorde. Jacumar 1

Inicio : 27-10-2004

Final : 23-06-2005

Especies preengordadas : A. fina, A. japónica y A. babosa

- Prueba preengorde. Jacumar 2

Inicio : 08-03-2005 para A. fina y Japónica

08-04-2005 para A. babosa

Final : 21-06-2005

Especies preengordadas : A. fina, A. japónica y A. babosa

- Prueba preengorde. Jacumar 3

Inicio : 06-07-2005

Final : 03-11-2005

Especies preengordadas: A. japónica y A. babosa

En todas estas pruebas se realizaron muestreos quincenales o mensuales (dependiendo de las condiciones meteorológicas en las diferentes épocas del año) registrándose los datos de talla y peso húmedo individual, porcentaje de mortalidad intermuestras y mortalidad acumulada en función de pérdida de número inicial de individuos vivos. Asimismo se llevó a cabo el registro en continuo de los parámetros oceanográficos de temperatura y salinidad.

Con todos estos datos, se elaboraron las gráficas de crecimiento, mortalidad y distribución demográfica y las correspondientes tasas instantáneas de crecimiento y mortalidad.

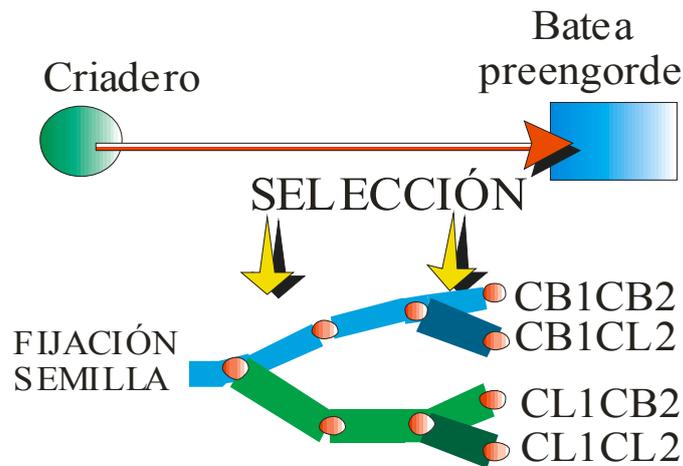
Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Otro aspecto relevante que se abordó durante el año 2005, fue conocer la influencia de los procesos de maduración reproductiva en las tasas de crecimiento y mortalidad de las almejas, durante la fase de preengorde.

Los resultados de la determinación mediante cortes histológicos de los diversos estadios reproductivos de las tres especies y el seguimiento pormenorizado de dos puestas de almeja babosa, vinieron a demostrar la precocidad del desarrollo gonadal en estas especies y su influencia (al detraer cantidades crecientes de alimento y energía del crecimiento para la fabricación de los productos reproductivos) en las tasas de crecimiento durante la fase de preengorde.

Así mismo, y en *A. babosa*, se pudo comprobar la existencia de crecimiento diferencial entre hembras y machos en la fase de preengorde y durante su primera maduración reproductiva. Para ello se diseñó una prueba de acuerdo al esquema que se muestra más adelante.

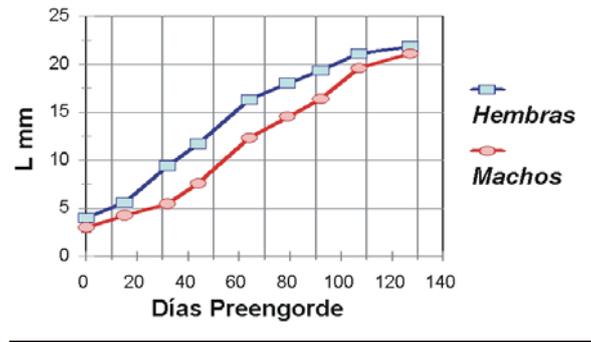
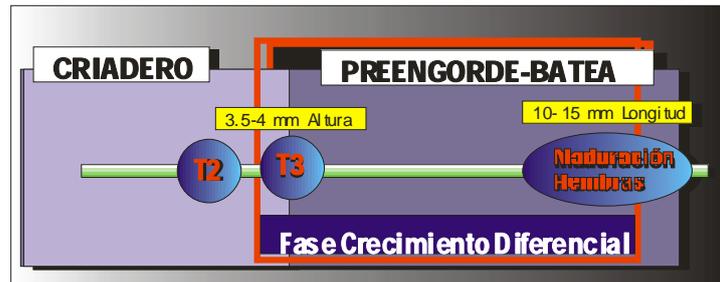
Así, la totalidad de la puesta de *A. babosa* de 22/02/2005 y que se fijó el 08/03/2005, se subdividió en dos fracciones: CB1 (cabeza 1- almejas de talla mayor) y CL1 (cola 1- almejas de menor talla) y posteriormente y antes de entrar en fase de preengorde en batea se volvieron a subdividir en otras dos fracciones atendiendo a las cabezas y colas de cada fracción.



Los análisis de la ratio sexual de cada fracción mostraron una predominancia clara en las fracciones de cabeza (Tabla siguiente), indicando que a partir de los 3-5 mm (T2) se produce, de forma evidente, un crecimiento diferencial entre hembras y machos, ocupando éstas de forma mayoritaria la cabeza de la población, de acuerdo con el esquema y figura siguientes..

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

	H	M
CB1CB2	65.1	34.9
CB1CL2	40.9	59.1
CL1CB2	82.9	17.1
CL1CL2	50.0	50.0



Durante el 2006 se realizaron tres tipos de pruebas diferentes con almejas, utilizando los mismos sistemas, batea y sobreelevado en la zona intermareal, que ya fueron usados en el año 2005. En esta ocasión solo se utilizó la playa de Aduana en Vilaxoán para el intermareal. Igualmente se iniciaron las pruebas de preengorde utilizando malla de 1 mm lo que nos permitió rebajar la talla de inicio con almeja tamizada con malla de 2 mm

- Prueba preengorde

Prueba febrero 2006

Inicio: 01-02-06

Final : 26-05-06

Especies: A. Fina, A. Japónica y A. Babosa

Prueba abril 2006

Inicio: 28-04-06

Final : 27-06-06

Especies: A. Babosa

- Prueba Malla de 1 mm.

1ª Prueba abril 2006

Inicio: 28-04-06

Final : 21-06-06

Especies: A. Babosa

2ª Prueba abril 2006

Inicio: 26-05-06

Final : 05-06-06

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Especies: A. Babosa

- Prueba seguimiento de puesta

Prueba abril 2006

Inicio: 28-04-06

Final : 20-07-06

Especies: A. Babosa

Igualmente la metodología empleada consistió en la realización de muestreos quincenales o mensuales. Se obtuvieron los datos de talla y peso húmedo individual y mortalidad. Se continúa con el registro en continuo de los datos de temperatura y salinidad.

Se realizaron asimismo análisis de composición bioquímica, histología y bacteriología de las mismas, que ya se realizaron el año anterior. Se elaboraron gráficas de crecimiento, mortalidad y distribución demográfica y las tasas de crecimiento y mortalidad. Los métodos de estabulación empleados fueron los mismos usados anteriormente.

Se utilizó semilla de almeja fina, japonesa y babosa para la prueba de febrero, con pesos individuales iniciales (PHind) situados en 47,52 mg para la babosa, 45,37 mg para la fina y 38,72 mg para la japónica, a dos densidades diferentes.

En las siguientes Tablas se muestran los datos obtenidos de Phind, Lmm, G30 y % de mortalidad para las distintas especies. Se repite de nuevo el hecho de que las mayores tasas se dan en la babosa, seguida de la japónica y la fina. Se produjeron dos episodios de mortalidad elevada, tanto en la almeja babosa como en la fina, achacables a problemas con la calidad inicial de la semilla.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

**Almeja fina
Febrero 2006**

Batea

Kg/m ²	Fecha	Phind	Lmm	G30	% Mort
0,89	01-02-06	45.37	5.92		0.97
	28-02-06				
	14-03-06	61.44	6.56	22.19	2.70
	28-03-06				
	03-04-06	80.58	7.18	40.68	2.08
	20-04-06	115.74	8.10	63.90	1.71
	25-04-06				
	05-05-06	186.87	9.51	95.81	1.19
	15-05-06	238.85	10.33	73.63	
	26-05-06				
1,79	01-02-06	45.37	5.92		0.97
	28-02-06				
	14-03-06	55.18	6.33	14.32	4.05
	28-03-06				
	03-04-06	76.08	7.04	48.18	5.97
	20-04-06	104.84	7.84	56.59	0.74
	25-04-06				
	05-05-06	148.00	8.80	68.96	2.95
	15-05-06	237.16	10.30	141.46	
	26-05-06				

Sobreelevado

Kg/m ²	Fecha	Phind	Lmm	G30	% Mort
0,89	01-02-06	45.37	5.92		0.97
	28-02-06	53.29	6.25	17.88	0.00
	14-03-06				
	28-03-06	68.51	6.80	26.92	5.49
	03-04-06				
	20-04-06				
	25-04-06	107.10	7.90	49.64	10.47
	05-05-06				
	15-05-06				
	26-05-06	221.39	10.07	70.27	
1,79	01-02-06	45.37	5.92		0.97
	28-02-06	51.45	6.18	13.97	1.23
	14-03-06				
	28-03-06	64.00	6.65	23.39	1.32
	03-04-06				
	20-04-06				
	25-04-06	98.84	7.69	48.29	2.94
	05-05-06				
	15-05-06				
	26-05-06	148.44	8.81	39.36	

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

**Almeja babosa
Febrero 2006**

Batea

Kg/m ²	Fecha	Phind	Lmm	G30	% Mort
0,89	01-02-06	47.52	7.11		3.06
	28-02-06				
	14-03-06	72.41	8.12	30.82	30.00
	28-03-06				
	03-04-06	130.18	9.77	87.99	40.00
	20-04-06	373.98	13.61	168.80	3.41
1,79	25-04-06				
	26-05-06				
	01-02-06	47.52	7.11		3.06
	28-02-06				
	14-03-06	70.61	8.06	28.98	32.67
	28-03-06				
	03-04-06	128.04	9.72	89.28	35.56
	20-04-06	374.83	13.62	130.38	2.16
	25-04-06				
	26-05-06				

Sobreelevado

Kg/m ²	Fecha	Phind	Lmm	G30	% Mort
0,89	01-02-06	47.52	7.11		3.06
	28-02-06	45.72	7.03	0.00	24.22
	14-03-06				
	28-03-06	57.28	7.54	24.15	38.55
	03-04-06				
	20-04-06				
1,79	25-04-06	81.22	8.42	38.80	32.10
	26-05-06	224.95	11.60	98.59	
	01-02-06	47.52	7.11		3.06
	28-02-06	45.47	7.01	0.00	33.33
	14-03-06				
	28-03-06	49.97	7.23	10.11	34.13
	03-04-06				
	20-04-06				
	25-04-06	63.35	7.79	26.36	32.38
	26-05-06	182.12	10.86	102.19	

Datos en negrita son de la muestra tamizada por malla de 4 mm

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Almeja japónica
Febrero 2006

Batea

Kg/m ²	Fecha	Phind	Lmm	G30	% Mort
0,89	01-02-06	38.72	5.99		0.00
	28-02-06				
	14-03-06	58.01	6.82	29.58	1.19
	28-03-06				
	03-04-06	126.58	8.75	117.04	1.33
	20-04-06	229.71	10.59	105.17	0.00
	25-04-06				
	05-05-06	414.98	12.79	118.28	0.69
1,79	26-05-06				
	01-02-06	38.72	5.99		0.00
	28-02-06				
	14-03-06	55.39	6.72	26.20	0.95
	28-03-06				
	03-04-06	105.69	8.26	96.92	0.00
	20-04-06	225.50	10.52	133.73	0.90
	25-04-06				
05-05-06	399.82	12.64	114.54	0.00	
26-05-06					

Sobreelevado

Kg/m ²	Fecha	Phind	Lmm	G30	% Mort
0,89.	01-02-06	38.72	5.99		0.00
	28-02-06	45.89	6.32	18.88	1.03
	14-03-06				
	28-03-06	62.36	6.98	37.89	1.81
	03-04-06				
	20-04-06				
	25-04-06	136.47	8.96	81.80	2.04
	05-05-06				
1,79	26-05-06	376.69	12.40	98.26	0.00
	01-02-06	38.72	5.99		0.00
	28-02-06	45.84	6.32	18.76	0.84
	14-03-06				
	28-03-06	62.98	7.00	34.04	0.00
	03-04-06				
	20-04-06				
	25-04-06	122.44	8.66	73.87	1.20
05-05-06					
26-05-06	281.50	11.30	80.57	0.00	

En la prueba de abril se utilizó solamente la almeja babosa con peso de partida de 26,32 mg. Las tasas presentan diferencias entre las diversas densidades, a menos densidad tasas más altas, y entre la batea y el intermareal, presentan tasas mucho mayores en la batea (más del doble). Las mortalidades fueron casi nulas en los dos sistemas.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

**Almeja babosa
Abril 2006**

Batea

	Kg/m ²	Fecha	Phind	Lmm	G30	% Mort
		28-04-06	26.32	5.91		0.39
	0,89	15-05-06	80.12	8.38	196.45	0.41
		05-06-06	380.2	13.68	222.45	0.00
		28-04-06	26.32	5.91		0.39
	1,79	15-05-06	77.15	8.28	189.78	0.95
		05-06-06	301.52	12.72	194.73	0.00
		28-04-06	26.32	5.91		0.39
	3,58	15-05-06	53.09	7.37	123.82	0.00
		05-06-06	116.96	9.44	112.83	0.00

Sobreelevado

	Kg/m ²	Fecha	Phind	Lmm	G30	% Mort
		28-04-06	26.32	5.91		0.39
	0,89	26-05-06	47.46	7.11	63.17	1.13
		27-06-06	107.17	9.19	76.36	2.73
		28-04-06	26.32	5.91		0.39
	1,79	26-05-06	43.57	6.92	54.00	0.45
		27-06-06	70.12	8.04	44.61	5.03

La fase de preengorde finalizó con tallas de almeja comprendidas entre 10-14 mm y con pesos individuales entre 100 y 400 mg. Los resultados confirman los obtenidos en las anteriores experiencias, siendo mejor el crecimiento en la batea que en sobreelevado en el intermareal, con unas tasas más altas y un período de tiempo más corto para alcanzar un mismo tamaño. La mortalidad registrada fue muy baja salvo episodios concretos que tendrían relación con problemas de la semilla inicial. Se observa también la influencia estacional con mayores tasas en abril que en febrero para la almeja babosa.

Como uno de los objetivos más interesantes consiste en la posibilidad de introducir en sistemas naturales de preengorde, semilla del menor tamaño posible en el camino de aumentar la rentabilidad, se realizaron dos pruebas en la batea con almeja babosa introduciendo diferentes densidades en bolsas de malla de 1 mm.

Las dos pruebas fueron realizadas en el mes de abril con individuos de 6,74 mg de peso individual para la primera, y 12,16 mg para la segunda. Los resultados fueron óptimos, alcanzándose tasas GM en torno a 200 para las densidades mas bajas en las dos ocasiones y con prácticamente nula mortalidad. Estas tasas se mantuvieron al pasar la semilla a pochones de 2 mm, lo que indica que no hay ningún problema en el crecimiento en los pochones de menor tamaño.

El funcionamiento de la malla de 1 mm, permite a las almejas sacar los sifones para captar del exterior el agua, el alimento y el oxígeno, y cuenta por tanto con las ventajas que el sistema ya había demostrado en las pruebas anteriores (menos pérdidas de individuos, captación de agua más homogénea, mayor superficie de contacto con el agua del mar, etc.).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Almeja babosa

Abril 2006

PRUEBA 1^a

Malla 1 mm

Batea

Kg/m ²	Fecha	Phind	Lmm	G30	% Mort
0.72	28-04-06	6.74	3.85		2.87
	15-05-06	23.59	5.71	221.08	0.61
1.44	28-04-06	6.74	3.85		2.87
	15-05-06	16.47	5.10	157.67	0.60
2.15	28-04-06	6.74	3.85		2.87
	15-05-06	13.41	4.78	121.40	3.17

Malla 2 mm

Batea

Kg/m ²	Fecha	Phind	Lmm	G30	% Mort
0.72 <T3	15-05-06	13.76	4.82		3.16
	05-06-06	71.16	8.08	234.74	2.47
	21-06-06	235.98	11.78	224.78	4.22
1.44 <T3	15-05-06	14.48	4.89		1.88
	05-06-06	39.35	6.70	142.82	2.56
	21-06-06	120.32	9.53	209.56	2.81
2.15 <T3	15-05-06	11.97	4.61		2.24
	05-06-06	28.16	6.03	122.21	0.00
	21-06-06	83.09	8.48	202.88	1.39
0.72 >T3	15-05-06	26.44	5.91		0.00
	05-06-06	149.73	10.21	247.71	0.00
	21-06-06	413.4	14.05	190.42	1.15
1.44-2.15 >T3	15-05-06	21.18	5.52		8.47
	05-06-06	141.6	10.03	271.42	0.00
	21-06-06	414.71	14.06	201.48	3.80

Almeja babosa

Abril 2006

PRUEBA 2^a

Malla 1 mm

Batea

Kg/m ²	Fecha	Phind	Lmm	G30	% Mort
0.36	26-05-06	12.16	4.63		1.85
	05-06-06	24.29	5.76	207.57	3.16
0.72	26-05-06	12.16	4.63		1.85
	05-06-06	24.61	5.78	211.50	0.49
1.44	26-05-06	12.16	4.63		1.85
	05-06-06	18.82	5.31	131.03	1.05
2.88	26-05-06	12.16	4.63		1.85
	05-06-06	14.24	4.87	47.37	4.53

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

- Prueba seguimiento de una puesta en batea

Una tercera prueba consistió en el seguimiento de una puesta completa de almeja babosa, introduciendo en la batea sucesivamente los individuos que superaban el tamiz 3. La prueba fue realizada entre el 28 de abril y el 20 de julio. De todas estas partidas se exponen datos de Phind, tasa de crecimiento G30 en peso, longitud y mortalidad. Las partidas están señaladas en la Tabla superior como A, B1, B2, B3>3, B3<3, C1, C2, C3>3, C3<3. Las partidas B3 y C3 fueron tamizadas por presentar un grave problema de deformidades, lo que explicaría su más alta mortalidad. Se fue controlando mediante análisis histológicos la evolución de su estado de maduración, y el porcentaje de machos y hembras de cada una, para constatar el posible crecimiento diferencial que ya se había manifestado en anteriores experimentos. Sin embargo, del análisis de los resultados obtenidos en esta ocasión, no se aprecian diferencias significativas que permitan corroborar esto, quizás por las características de la propia puesta.

Peso ind. /mgr	Inicio						
	28-04-06	15-05-06	26-05-06	5-06-06	21-06-06	6-07-06	20-07-06
A	39.29	161.08		497.12	950.48	1464.52	1741.6
B1	23.27	85.87		349.17	769.55	1269.53	1544.38
B2		40.9		135.03	419.83	826.46	1144.62
B3 >3				61.18	136.87	329.75	488.31
B3 <3				8.63	15.99	34.77	85.9
C1		34.2		115.06	316.54	711.65	947.14
C2			30.81	61.89	206.11	502.04	702.28
C3 >3				34.05	119.94	308.11	550.01
C3 <3				8.37	21.75	95.4	123.89

G30 peso	Inicio						
	28-04-06	15-05-06	26-05-06	5-06-06	21-06-06	6-07-06	20-07-06
A		248.99		160.99	121.53	86.46	37.13
B1		230.41		200.39	148.17	100.12	41.99
B2				170.62	212.69	135.46	69.79
B3 >3					150.98	175.86	84.13
B3 <3					115.63	155.36	193.81
C1				173.32	189.75	162.03	61.26
C2				209.26	225.57	178.05	71.93
C3 >3					236.09	188.69	124.17
C3 <3					179.05	295.69	56.00

Lmm	Inicio						
	28-04-06	15-05-06	26-05-06	5-06-06	21-06-06	6-07-06	20-07-06
A	7.20	11.2		15.1	18.36	20.65	22.09
B1	5.77	9.05		13.67	17.23	20.19	21.27
B2		6.86		10.37	14.42	18.25	19.36
B3 >3				6.62	8.81	11.96	14.81
B3 <3				3.35	4.43	4.61	8.57
C1		6.42		9.81	13.74	17.38	18.24
C2			6.17	8.23	11.46	15.02	16.60
C3 >3				6.09	9.47	13.16	15.37
C3 <3				3.88	5.73	8.18	9.62

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Mortalidad	Inicio						
	28-04-06	15-05-06	26-05-06	5-06-06	21-06-06	6-07-06	20-07-06
A	5.99	0.00		1.23	2.08	0.00	0.00
B1	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
B2		4.78		4.07	3.58	4.65	0.00
B3 >3				2.42	0.00	2.29	0.00
B3 <3				6.11	10.80	19.37	5.81
C1		2.71		0.69	1.96	1.39	0.00
C2			3.41	2.00	1.01	1.52	1.75
C3 >3				0.65	0.98	3.09	1.28
C3 <3				7.21	8.02	5.25	1.75

Datos en negrita obtenidos por regresión

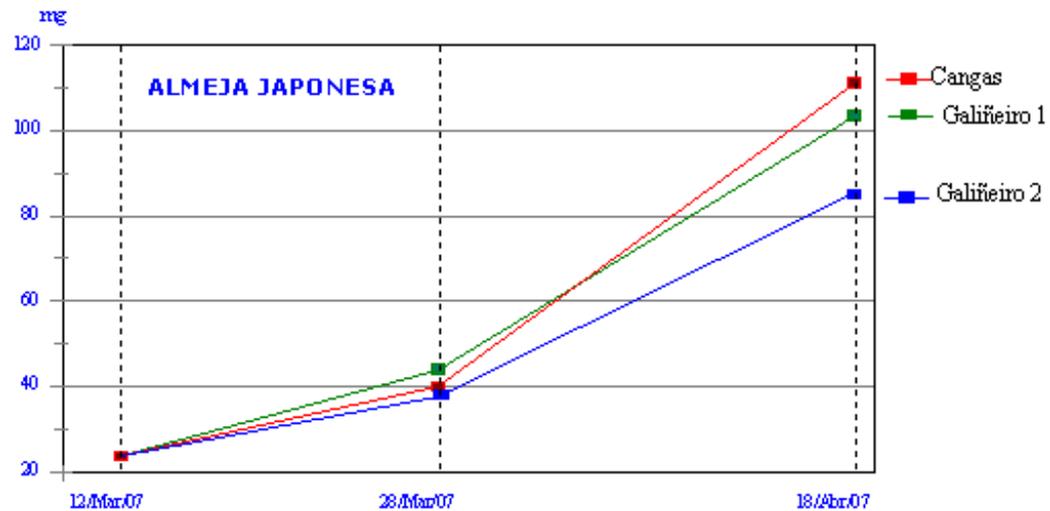
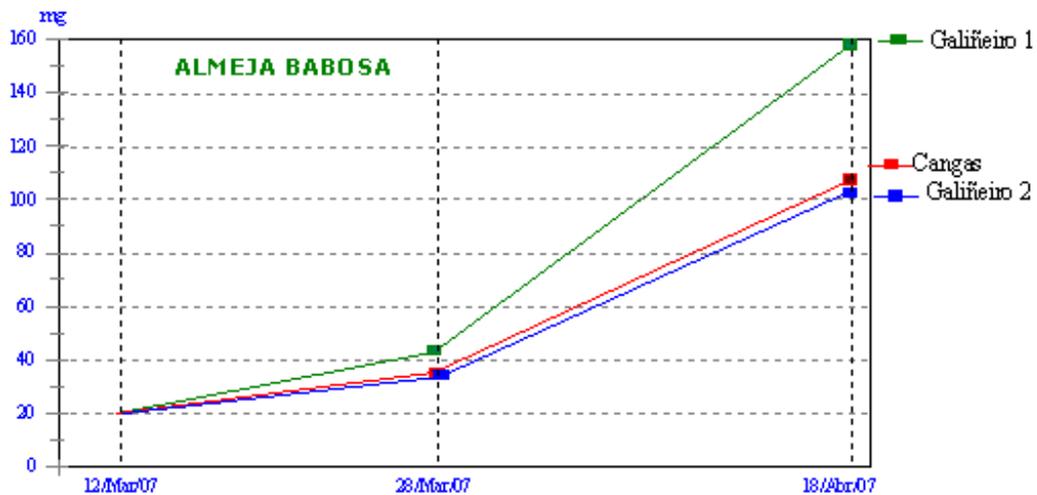
Durante el año 2007 se llevaron a cabo unas pruebas comparativas de crecimiento de almeja babosa y japonesa en dos puntos de las Rías de Arousa y Vigo con objeto de analizar el crecimiento diferencial en polígonos de batea en ambas ubicaciones.

Para la Ría de Vigo se seleccionó la batea experimental de la Cofradía de Cangas en el polígono “Cangas B”, mientras que las pruebas de la ría de Arousa se llevaron a cabo en la misma ubicación de las efectuadas en los años anteriores (Polígono Cambados D).

Se utilizaron un tipo de jaulas de hierro galvanizado de menor tamaño que nos permitía estabular un total de 9 bolsas por jaula. La elección de este tipo de jaula estuvo condicionado por la carencia de sistemas de izado mecánicos en la batea de la Ría de Vigo.



Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.



En la batea de la Ría de Arousa, se llevaron a cabo dos pruebas, la primera con el sistema clásico de las experiencias anteriores, haciendo el desdoble a los 15 días, en el primer muestreo del día 28/03 (Galiñeiro 1) mientras que, en la segunda experiencia (Galiñeiro 2), las bolsas no fueron desdobladas en esa fecha, ni se llevó a cabo ningún control, por lo que siguieron el proceso de preengorde hasta el final de la experiencia sin efectuar desdoble alguno.

Los resultados obtenidos muestran que el crecimiento es más favorable para la almeja babosa en las pruebas de la Ría de Arousa en relación con la Ría de Vigo, mientras que en el caso de la almeja japonesa, el crecimiento fue ligeramente superior en la Ría de Vigo.

En la experiencia realizada donde el ciclo de preengorde se llevó a cabo si efectuar desdoble alguno y, partiendo de la misma densidad, las almejas así preengordadas (Galiñeiro 2), muestran claramente un cierto retraso, tanto para la almeja babosa como para la japonesa.

Sistemas de preengorde en tambores de flujo invertido

La semilla de la almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) y almeja babosa (*Venerupis pullastra*) procede de criadero, como no se pudo disponer de semilla con talla que debe salir del criadero (2-3 mm), la experiencia se realizó con los tamaños (Lo) y pesos (Po) que se indican en la Tabla I. Fue colocada en una densidad de 500 g/de semilla en cada unidad de cultivo y su alimentación se llevó a cabo de dos formas. En un caso, con agua de mar suplementada con microalgas de bloom natural exterior (**semillero de moluscos industrial**) y en otro, con agua de efluente de granja de rodaballo (**piscifactoría en tierra**).

En la fase de semillero se muestrean cada 15 días. Se toman muestras (n=30) de forma aleatoria de cada lote. Se determinan: Longitud (L) y Peso (W) unitario de cada individuo de la muestra. Así mismo se analiza la evolución de su composición bioquímica al inicio y al final de la experiencia.

La fase de preengorde se efectuó entre febrero y mayo de 2006, sembrando la semilla en un parque intermareal en las mareas vivas de junio. Las temperaturas en los sistemas de semillero oscilaron entre 11°C al inicio y 18°C al final de esta fase de cultivo.

En la figura 1 se indica la evolución del crecimiento en longitud, ecuaciones y líneas de ajuste respectivas, durante la fase de preengorde en ambos sistemas de cultivo. Aunque el crecimiento es mayor en el sistema en que la semilla se alimenta con agua de mar suplementada con fitoplancton, al final de esta fase de cultivo las diferencias no son significativas en el caso de la almeja japonesa ($p>0,05$) y sí en el caso de la babosa.

El cultivo en la fase de preengorde abarcó tres meses frente a los siete en parque. En la primera fase (preengorde), los sistemas de semillero basados en flujo invertido de agua enriquecida con fitoplancton son más eficientes que los que tienen como base el efluente de piscifactoría, no obstante los costes operativos y de mantenimiento en el primer caso son superiores al segundo; este aspecto compensa la utilización de los efluentes para este proceso. Aunque en el período en que se efectuaron los ensayos los valores de la temperaturas eran más apropiados para el crecimiento de *V. pullastra*, se observa (Tabla I) que en la fase de preengorde, el crecimiento en longitud es más elevado en *V. pullastra* (con incrementos del 50% en efluente y 90% en semillero) frente a los del 40% y 50% en *T. philippinarum*.

Estos datos se revierten al considerar el peso, más elevado durante el preengorde, en *T. philippinarum* (incrementos de 250% y 750%) que en *V. pullastra* (170% y 440%); en todo caso siempre superiores en el sistema de semillero de agua+fitoplancton.

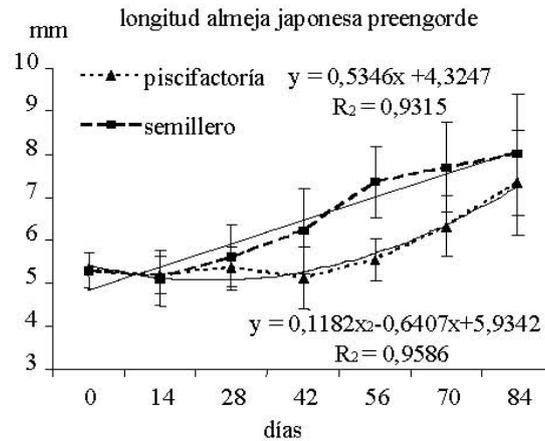


Figura 1. Crecimiento en longitud, líneas de ajuste de las dos especies y sistemas de preengorde ensayados.

Tabla I. Evolución de la semilla en longitud (mm) \pm SD al inicio (L0) y final (Lf) y peso (mg) \pm SD, al inicio (W0) y final (Wf) en la fase de preengorde y durante el cultivo exterior en los parques de Carril (Pontevedra).

		L0 (mm)	Lf (mm)	W0 (mg)	Wf (mg)
I.- Fase preengorde					
En efluente	<i>V. pullastra</i>	7,1 \pm 0,9	10,6 \pm 1,1	58,1 \pm 22,2	185,7 \pm 56,1
	<i>T. philippinarum</i>	5,3 \pm 0,4	7,3 \pm 1,2	24,3 \pm 7,4	85,7 \pm 32,1
En semillero (agua+fito)	<i>V. pullastra</i>	7,1 \pm 0,9	13,3 \pm 2,1	58,1 \pm 22,2	315,6 \pm 154,8
	<i>T. philippinarum</i>	5,3 \pm 0,4	7,9 \pm 1,4	24,3 \pm 7,4	107,1 \pm 45,0

Sistemas de preengorde en flujo airlift en el pantalán de Camariñas

Para realizar la experiencias se introducen 5 lotes de semilla de almeja babosa (*Venerupis pullastra*), retenida en tamiz de 2 mm de luz (T2), con las características que se indican en la Tabla II. Cada uno de los lotes se introdujo en contenedores independientes con densidades entre 113 y 181 uds/cm².

Aproximadamente, cada 15 días se toman muestras para conocer el crecimiento en longitud y peso. Los datos de crecimiento se obtuvieron mediante medición en su dimensión antero-posterior, de 50 individuos recogidos al azar en cada uno de los lotes, con un calibre Mitutoyo digital, con una precisión de 0,01 mm.

Para obtener el peso individual, tomaron 6 muestras de 50 unidades al azar, de cada uno de los lotes y se pesaron en una balanza de 0,01 g de precisión.

Cada lote está aislado en un contenedor, por ello se considera cada uno de ellos, como una población independiente. Se hizo la Anova para un sólo factor, con el fin de determinar si las diferencias de crecimiento entre dos muestreos consecutivos, son

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

significativos. A efectos de comparar crecimientos en períodos iguales de cultivo de los diferentes grupos, dada la irregularidad de alguno de los períodos de muestreo, se determina la tasa de crecimiento mensual (Spencer y Harper, 1981) en longitud (GL30) y peso (GW30).

Todos los lotes han tenido diferencias significativas de crecimiento ($P < 0,05$) en los sucesivos controles (Figura 2). Considerando todos los lotes en conjunto, se observa una tasa media de crecimiento de 0.1 mm/día, con un mínimo de 0.085 mm/día (Lote 1) y un máximo de 0.115 mm/día (L4). En lo que se refiere al incremento de la biomasa por unidad y día, la tasa media se sitúa en 29 mg/día.

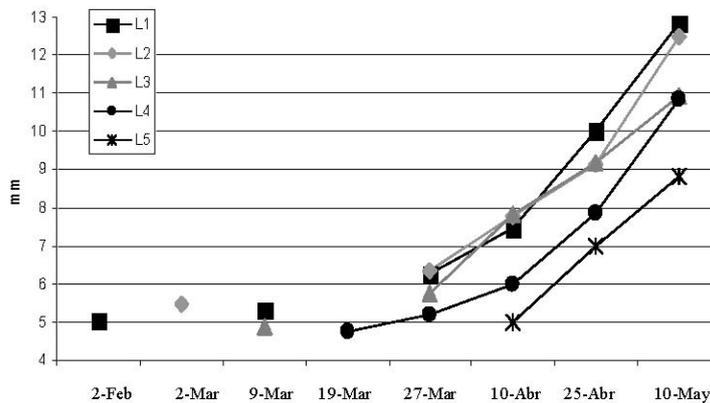


Figura 2. Variación temporal del crecimiento de los diferentes lotes de la experiencia.

En la unidad de cultivo correspondiente al L4 se sufrieron pérdidas de semilla a través del tubo periscópico, también en otros lotes, aunque en menor proporción. Probablemente las pérdidas han ocurrido, en función de la exposición relativa al oleaje de cada una de las unidades de cultivo en el pantalán.

En el L4 se observa la mayor tasa de crecimiento, que puede deberse al descenso de la densidad por los efectos ya comentados. Entre el L1 y L2, similares en cuanto a densidad y tipo de semilla, hay 17 días de diferencia en iniciarse el cultivo; no obstante se alcanzan tallas muy próximas al final de la experiencia y el L2 con una dispersión notablemente inferior (Tabla II). Este aspecto sugiere, que las condiciones ambientales (temperatura, disponibilidad de alimento...) juegan un papel más determinante, que el tiempo de permanencia en cultivo. De hecho, las mejores tasas de crecimiento se producen a partir de abril.

Del análisis individual de cada uno de los lotes, se determina que hubo crecimientos significativos en cada uno de ellos a lo largo de todo el tiempo que ha durado la experiencia.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla II. Tasas de crecimiento mensual (G_{30}) en longitud (L) y peso (W) de los cinco grupos de semilla.

Mes	$G_{30}L$					$G_{30}W$				
	L1	L2	L3	L4	L5	L1	L2	L3	L4	L5
Febrero	0,05					0,5				
Marzo	0,1	0,12	0,10	0,05		0,25	0,55	0,47	0,17	
Abril	0,08	0,09	0,14	0,06	0,04	0,25	0,25	0,40	0,22	0,39
Abril	0,15	0,08	0,08	0,14	0,16	0,35	0,38	0,23	0,45	0,32
Mayo	0,12	0,15	0,08	0,15	0,11	0,41	0,36	0,26	0,44	0,31

La semilla se observa embisada al fondo y paredes del contenedor, claro síntoma del bienestar de la misma. Las líneas de crecimiento son continuas, sin irregularidades, ni deformidades.

En la Tabla III, se observa que las longitudes iniciales se han multiplicado entre 2,55 (L1) y 1,87 (L2), que en promedio es 2,25; las biomásas individuales lo han hecho por 21,79 (L1) y 7,22(L2), que en promedio es 14,46.

Tabla III. Resultados del crecimiento de la semilla. (Lo): longitud al inicio en mm \pm ee; (Lf): longitud final en mm \pm ee; (Wo): Peso inicial en mg \pm ee; (Wf): peso final en mg \pm ee.

	Inicio del cultivo	Días en cultivo	Lo (mm)	Lf (mm)	Δ %	Wo (mg)	Wf (mg)	Δ %
Lote 1	Feb	87	5.04 \pm 0.19	12.85 \pm 1.01	255	13,4 \pm 0.1	292 \pm 25,9	2179
Lote 2	Mar	70	5.48 \pm 0.15	12.49 \pm 0.47	228	17,3 \pm 0.1	266,4 \pm 43	1537
Lote 3	Mar	63	4.86 \pm 0.14	10.92 \pm 0.39	245	13,6 \pm 0.1	196,1 \pm 1,4	1442
Lote 4	Mar	53	4.74 \pm 0.14	10.83 \pm 0.41	228	13,3 \pm 0.1	179,4 \pm 1,1	1349
Lote 5	Abr	39	4.68 \pm 0.11	8.83 \pm 0.39	187	13,1 \pm 0.1	94,6 \pm 0.8	722

En el sistema de preengorde no se han producido desperfectos, ni en la soplante, ni en las conducciones principales de aire, ni en los contenedores que estabulan la semilla. Aún en condiciones adversas de mar, mantienen la estabilidad, debido a la bolla insertada en la porción distal del tubo periscópico y a un contrapeso (2 kg), colgado en el exterior de la base del contenedor.

2.- Composición bioquímica de distintas especies de almeja en diferentes sistemas de preengorde

Las muestras (n=2) para las analíticas de composición bioquímica de la semilla preengordada en los sistemas probados, se toman al inicio y al final del preengorde y se analizan por triplicado. Los lípidos totales se hallan por el método de Marsh y Weinstein (1966). Para los carbohidratos se cuantifica la glucosa total por el método de Dreywood (1946) empleando el reactivo de antrona-sulfúrico. Los análisis de proteínas se realizan por el método modificado de Lowry (1951).

Se analizó la composición bioquímica mayoritaria de la semilla de las tres especies: almeja babosa (*Venerupis pullastra*), almeja fina (*Tapes decussatus*) y almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) a lo largo de su preengorde.

En la siguiente experiencia se utilizó semilla de *Venerupis pullastra* para testar su preengorde en tres sistemas: **en batea, en efluente de una granja marina de rodaballo (INSUIÑA) y en un semillero tradicional (REMGRO).**

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Los individuos en las distintas experiencias, fueron analizados al inicio y al final de las pruebas. Se obtuvieron datos de pesos secos, de longitud de concha y de composición en proteínas, carbohidratos y lípidos.

En cuanto al crecimiento, la batea alcanza la misma talla aproximadamente en la mitad de tiempo. La composición proteica, alta al inicio de la prueba, en los tres sistemas disminuye. Los carbohidratos se mantienen en INSUIÑA y REMAGRO, pero se duplican en batea. El porcentaje lipídico no sufre mucha variación, salvo en el caso de INSUIÑA que aumentan ligeramente.

Tabla IV. Datos biométricos y bioquímicos de Venerupis pullastra, mantenida en los tres sistemas de preengorde (Batea, INSUIÑA y REMAGRO) durante 1-2 meses. Los datos de pesos secos (P.S.) se dan en mg/individ, el dato de crecimiento se expresa en mm del eje mayor (OL) y la bioquímica se presenta en porcentaje relacionado con el peso seco de la carne del individuo.

<i>Venerupis pullastra</i>	INICIO	FINAL	FINAL	FINAL
		(BATEA)	(INSUIÑA)	(REMAGRO)
		(1 mes)	(2 meses)	
OL (mm)	6.13	12.79	13.66	11.65
P.S. Indiv. Entero (mg/individ)	11.05	155.63	174.38	65.63
P.S. Carne (mg/individ)	2	24.9	27.9	10.5
% Proteínas	38.76	33.96	32.48	37.52
% Carbohidratos	3.58	6.54	4.01	3.79
% Lípidos	15.68	18.89	22.61	16.37

Un segundo experimento comparó el comportamiento de las tres especies estudiadas en el sistema de **batea**.

En el caso de la almeja babosa, también se intentan encontrar diferencias entre un preengorde con una alta y una baja densidad de individuos.

Los resultados se exponen, por especies, en las siguientes Tablas. La especie que menos crece en este sistema de preengorde es la almeja fina. La densidad de individuos en la almeja babosa no afecta a su crecimiento.

El comportamiento bioquímico varía dependiendo de la especie. La almeja fina y babosa, tienen una evolución parecida al aumentar su contenido lipídico y en carbohidratos y, sin embargo, disminuyendo las proteínas.

La almeja japonesa, con relación a los lípidos, presenta un comportamiento distinto puesto que disminuyen.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla V. Datos biométricos y bioquímicos de las tres especies de almeja: A/ *Venerupis pullastra*, B/ *Tapes philippinarum* y C/ *Tapes decussatus* mantenidas en batea durante tres meses. Los datos de pesos secos (P.S.) se dan en mg/individ, el dato de crecimiento se expresa en mm del eje mayor (OL) y la bioquímica se presenta en porcentaje relacionado con el peso seco de la carne del individuo.

A/ <i>Venerupis pullastra</i>	INICIO	FINAL (ALTA DENSIDAD)	FINAL (BAJA DENSIDAD)
OL (mm)	8.05	13.55	13.62
P.S. Indiv. Entero (mg/individ)	32.53	198.22	192.8
P.S. Carne (mg/individ)	3.8	23.5	20.0
% Proteínas	52.41	34.26	38.14
% Carbohidratos	1.32	10.34	9.32
% Lípidos	5.09	12.54	10.55

B/ <i>Tapes philippinarum</i>	INICIO	FINAL
OL (mm)	7.10	13.61
P.S. Indiv. Entero (mg/individ)	36.15	162.0
P.S. Carne (mg/individ)	5.78	27.5
% Proteínas	39.8	31.72
% Carbohidratos	1.89	10.91
% Lípidos	13.13	12.43

C/ <i>Tapes decussatus</i>	INICIO	FINAL
OL (mm)	7.19	10.31
P.S. Indiv. Entero (mg/individ)	35.32	64.4
P.S. Carne (mg/individ)	5.65	10.3
% Proteínas	42.81	35.44
% Carbohidratos	3.91	10.66
% Lípidos	4.61	8.5

Por último se analizan dos sistemas de preengorde de semilla de almeja obtenida en criadero de dos especies: almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) y almeja babosa (*Venerupis pullastra*).

El preengorde se efectúa en **tambores con flujo invertido procedente de: a) efluente de piscifactoría de granja de rodaballo y b) en semillero tradicional** de agua de mar enriquecida con fitoplancton. Se aportan datos de la composición bioquímica al inicio y final del preengorde.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla VI. Comparación entre el contenido en proteínas, carbohidratos y glucógeno en semilla de ambas poblaciones: A (almeja babosa), B (almeja japonesa). Los datos se expresan en porcentajes del total de materia orgánica.

	INICIO		FINAL			
	A	B	A (<i>V. Pullastra</i>)		B (<i>T. Philippinarum</i>)	
			agua+fito	efluente	agua+fito	efluente
OL (mm)	7,1	5,3	13,3	10,6	7,9	7,3
Proteínas (%)	48,54	30,98	39,67	43,58	34,61	32,53
Lípidos (%)	7,85	11,59	14,43	12,86	7,26	9,83
Carbohidratos (%)	1,55	1,64	5,81	2,15	4,87	6,48

Al final de esta fase de cultivo no existen muchas diferencias en el caso de la almeja japonesa y sí en el caso de la babosa. Las dos especies estudiadas se comportan de diferente manera, cuando analizamos las variaciones de su composición bioquímica mayoritaria, durante su preengorde en los dos sistemas. La almeja babosa incrementa su porcentaje en lípidos y carbohidratos. La almeja japonesa, lo hace en proteínas y carbohidratos pero disminuye su composición lipídica. En los dos sistemas son los carbohidratos los que sufren una mayor variación aunque en la almeja babosa, el incremento es bastante mayor cuando la alimentación está basada en fitoplancton.

CA de Cataluña

En este apartado se presentan conjuntamente los resultados obtenidos por la C.A. de Cataluña en las tareas 1, 2 y 3. El objetivo principal de la C.A. de Cataluña fue validar la posibilidad de preengorde de venéridos en la zona del Delta del Ebro. Para ello, y a lo largo de los tres años de proyectos, se realizaron diferentes pruebas de preengorde en diferentes sistemas y diferentes zonas del Delta, con almeja fina (*Ruditapes decussatus*) y almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*).

1.- Rendimientos (crecimiento y mortalidades) y factores medioambientales

En semillero en tierra basado en la potenciación en condiciones ambientales de la biomasa algal (Primavera 2005)

En las instalaciones en tierra (dentro de la hatchery) se midieron parámetros: T^a, materia orgánica en suspensión, clorofila, O₂ y salinidad).

El envío de semilla (desde Tinamenor), tras revisión patológica (C.A. Galicia), se produjo el 16 de marzo. El tipo de semilla para iniciar las experiencias fue T2 (4,0 mm; 0,020 mg). Los ensayos se basaron en un número mínimo de unidades (50.000). El objetivo era conseguir semilla T6 (12,3 mm; 0,39 g) y/o T8 (15,3 mm; 0,7 g).

En la figura 1 aparecen representados los datos de temperatura, oxígeno, salinidad y caudal, correspondientes a la prueba realizada en semillero en las instalaciones del IRTA. Asimismo, se muestran las variaciones correspondientes al contenido en materia orgánica del agua.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

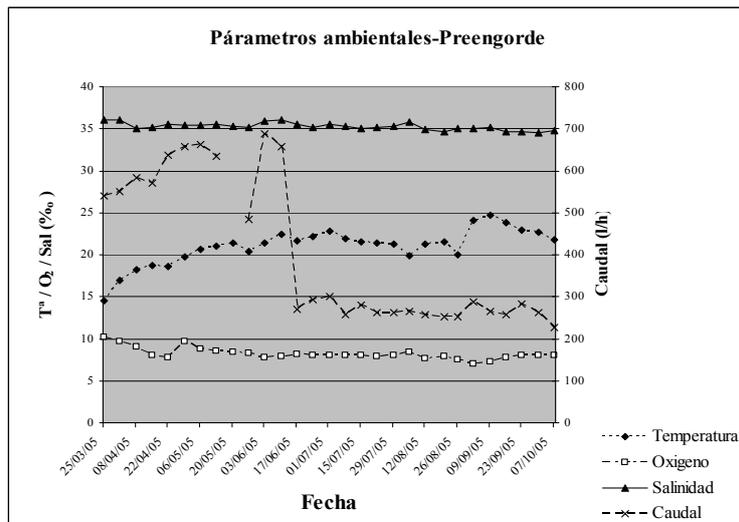


Figura 1. Variación de los parámetros ambientales a lo largo de la prueba de preengorde de primavera 2005: temperatura, oxígeno, salinidad y caudal.

La temperatura se mantiene dentro del rango comprendido entre los 15 y 25°C, coincidiendo las subidas con los meses estivales y las temperaturas más bajas con los meses de marzo y abril. En ningún momento se aprecian niveles críticos de oxígeno y salinidad que puedan comprometer el cultivo.

El contenido orgánico del agua oscila entre los 0,5-3 mg/l (fig. 2). Periódicamente se potenciaron blooms fitoplanctónicos en el agua de cultivo, con inóculos de *Isochrysis galbana* clone T-ISO y *Tetraselmis suecica*.

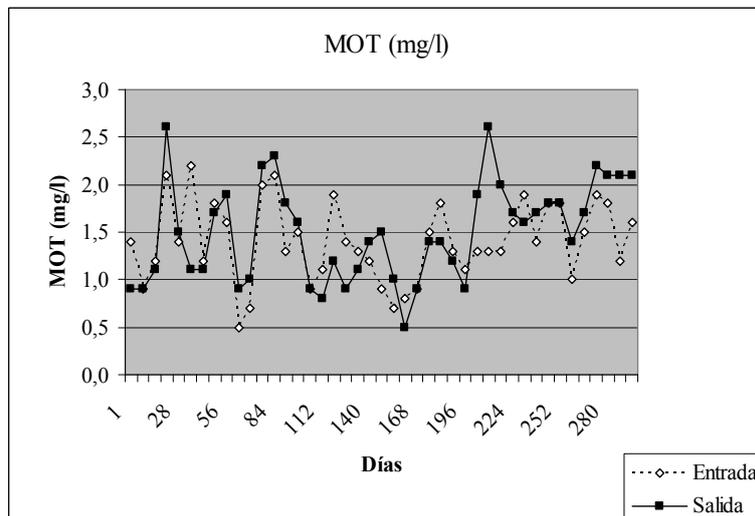


Figura 2. Variación del contenido orgánico del agua de entrada y salida al tanque durante la prueba de preengorde de primavera: temperatura, oxígeno, salinidad y caudal.

Los datos referentes a la evolución de la talla (mm) aparecen en la figura 3.

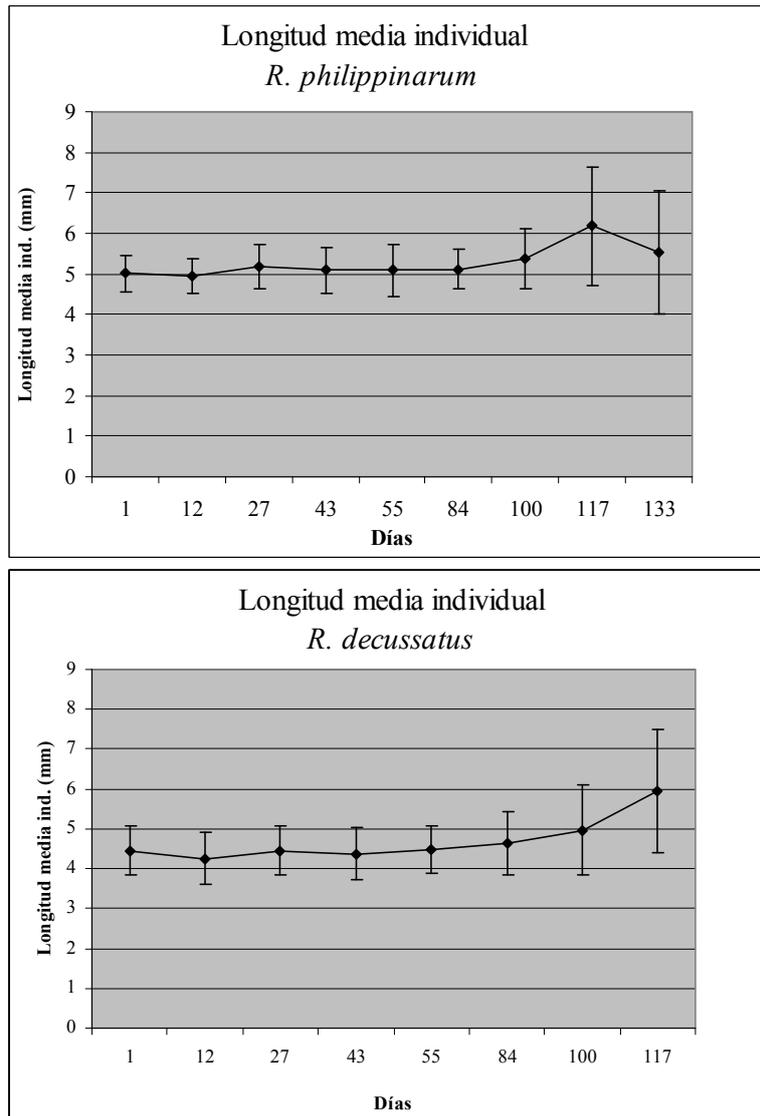


Figura 3. Evolución de la longitud media individual de semilla de *R. philippinarum* y *R. decussatus* a lo largo de la prueba de preengorde de primavera.

Tal y como se puede observar, tras 4 meses y medio de cultivo, apenas sí se aprecia un crecimiento significativo de la semilla, en ninguna de las especies (figura 3).

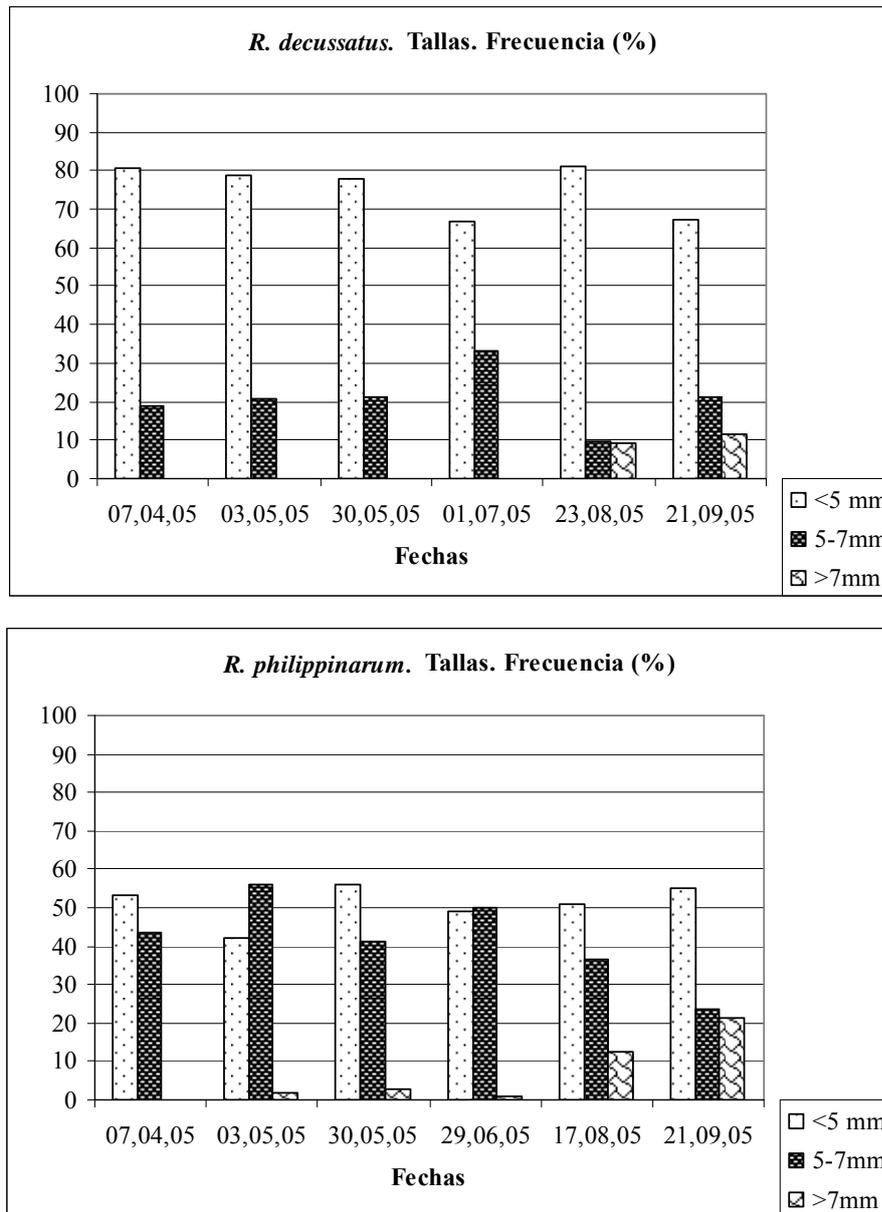


Figura 4. Distribución de tallas de semilla de *R. philippinarum* y *R. decussatus* a lo largo de la prueba de preengorde de primavera.

El estudio más exhaustivo de la distribución de tallas, nos indica una leve tendencia al incremento de semilla con talla superior a los 5 mm, incluso >7 mm. No obstante, transcurrido el período de experimentación, llama la atención que más del 50% de los individuos aún no hayan alcanzado una talla superior a los 5 mm. Es decir, el crecimiento ha sido prácticamente nulo. Podemos suponer que los aportes alimenticios no han sido los idóneos, han permitido el mantenimiento de los individuos, pero no han sido lo suficientemente generosos como para potenciar el crecimiento de estos.

- N° total de individuos inicial y final:

R. decussatus: Inicial: 60.000 ind. aprox. (Biomasa: 1283 g).
Final: 48.027 ind. (Biomasa: 1721 g).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

R. philippinarum: Inicial: 61.000 ind. aprox. (Biomasa: 1216 g).
Final: 51.758 ind. aprox. (Biomasa: 2421,2 g).

- Tiempo total de preengorde: 170 días, 5 meses.

En estructura flotante con flujo de agua forzada en sistema lagunar (Invierno 2005)

Se calculó la tasa G30 en cada una de las pruebas para cada año de proyecto según la fórmula: $G30 = (\ln(Zt+1/Zt)/(\ln D)) * 30$, donde D, es el número de días y Zt es la talla a día t.

En la figura 5 aparecen las variaciones sufridas por los diferentes parámetros ambientales registrados a lo largo de la prueba iniciada en noviembre de 2005, el parámetro más crítico para el cultivo, es la temperatura que llega a alcanzar en enero de 2006 los 8,5°C.

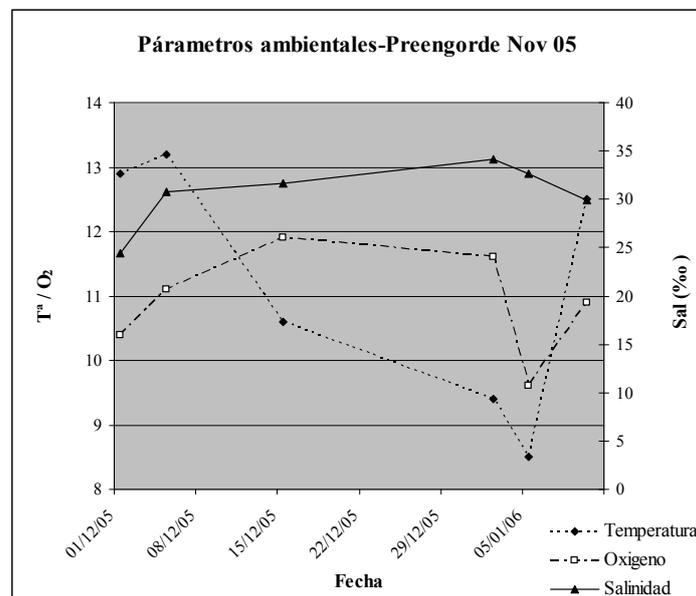


Figura 5. Variación de temperatura, oxígeno, salinidad y caudal en el transcurso de la prueba 2 de preengorde de invierno.

En función de los resultados obtenidos, se toma la decisión de iniciar en primavera de 2006 la siguiente prueba de preengorde en estructura flotante en laguna, debido a las condiciones ambientales reinantes (invierno, caída brusca de temperatura/escasa columna de agua).

En función de los resultados obtenidos se opta por:

- Instalaciones en medio natural. En estructura flotante con el flujo de agua forzada.
- Existen posibilidades de iniciar unas pruebas con cestos colgados en bateas y en sobreelevado.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Los datos referentes a la prueba 2 (iniciada en noviembre de 2005) aparecen detallados en la figura 6. En ella se comprueba que en ambas especies se produce un repunte inicial en la talla, que se incrementa significativamente en el caso de la almeja japonesa, y al que sucede un período de mantenimiento coincidiendo con la bajada brusca de temperaturas,

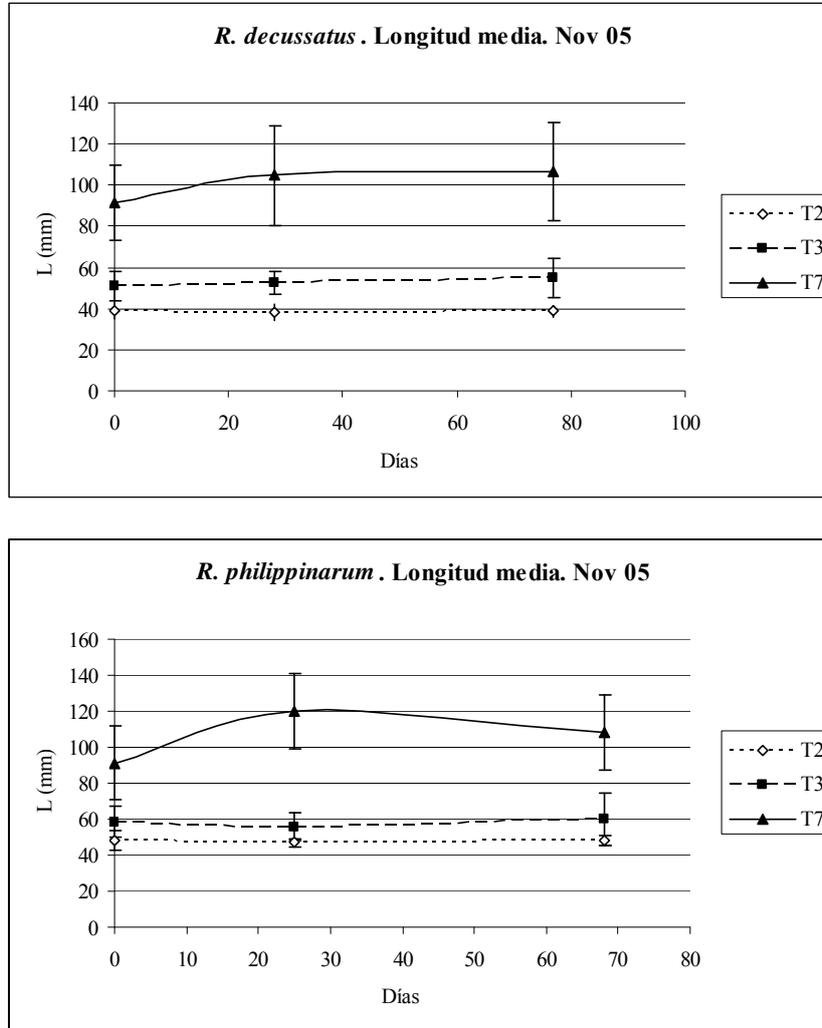


Figura 6. Evolución de la longitud media individual de semilla de *R. philippinarum* y *R. decussatus* a lo largo de la prueba de preengorde de invierno.

Año 2006

Los problemas de suministro de almeja fina (*Ruditapes decussatus*) de talla comprendida entre los 3 y 5 mm han impedido la realización de pruebas con ésta especie. Se han realizado en paralelo dos pruebas de preengorde con almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*), en dos sistemas y ubicaciones diferentes.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Preengorde de almeja japonesa en cestos colgados de batea en la Bahía del Fangar.

Semanalmente se tomaron datos de temperatura, oxígeno y salinidad, en la zona de cultivo, además, temperatura y salinidad fueron registradas automáticamente mediante una sonda instalada en una batea del Fangar, a mitad del polígono de viveros de moluscos, a 2 metros de profundidad (sonda Seabird 16 plus).

Cada 20 días se tomaron muestras de agua para determinar el contenido en clorofila y la materia orgánica en suspensión, como indicadores de la disponibilidad de alimento en las inmediaciones del cultivo. También se realizó un muestreo para estimar el crecimiento y la mortalidad de la población de cultivo.

En la figura 7 aparece representada la evolución de distintos parámetros ambientales a lo largo del período de preengorde. La figura 8 muestra las variaciones de los indicadores de alimento disponible en el medio. Como se puede observar, la experiencia se inicia con una temperatura de 18°C, valor que se incrementa hasta alcanzar un máximo de 27.8°C a mitad de julio. La salinidad oscila entre 35-37‰, con alguna bajada puntual en agosto (lluvias), hasta 32‰. El oxígeno no alcanza valores críticos en ningún punto del período de cultivo.

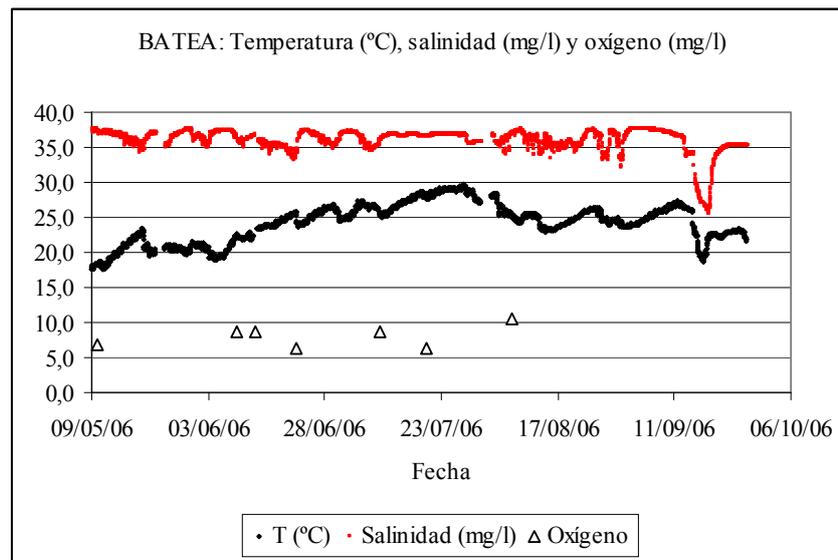


Figura 7. Evolución de parámetros ambientales (T° , oxígeno y salinidad) en las inmediaciones de la batea utilizada para preengorde de almeja en la Bahía del Fangar (Delta del Ebro), durante el período de cultivo.

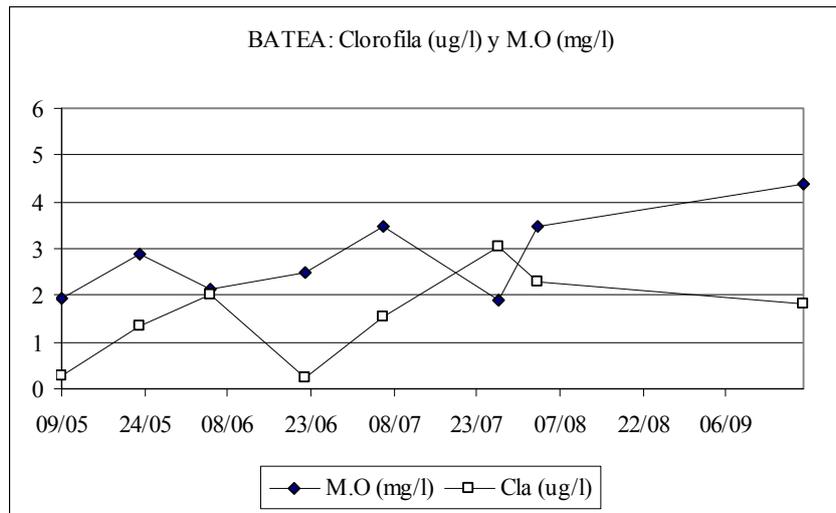


Figura 8. Evolución del contenido en clorofila y materia orgánica en suspensión del agua, en las inmediaciones de la batea utilizada para preengorde de almeja en la Bahía del Fangar (Delta del Ebro), durante el período de cultivo.

En cuanto a los indicadores de alimento disponible, los valores de materia orgánica en suspensión se mueven entre 2-4.5 mg/l. Los valores de clorofila oscilan entre 0.5-3 $\mu\text{g/l}$ (fig.8).

La Tabla I muestra el crecimiento en longitud y peso, así como G30 y el % de mortalidad acumulada. Los resultados son satisfactorios. Tal y como se puede ver, el preengorde se inicia con una talla de 5.8 mm (Pv: 48.8 mg) y se finaliza alcanzando una talla media de 14.6 mm (Pv: 627.9 mg).

La mortalidad no llega a alcanzar ni el 1% al final del periodo de cultivo. La tasa de crecimiento G30, es muy elevada en el período inicial, disminuyendo considerablemente al final del estudio, coincidiendo con el aumento de temperatura del agua.

Tabla I. Crecimiento en longitud y peso, G30 y porcentaje de mortalidad de las almejas preengordadas en batea en la Bahía del Fangar (Delta del Ebro).

Fecha	05.05.06	24.05.06	13.06.06	06.07.06	07.08.06	20.09.06
L (mm)	5.8 \pm 0.7	9.0 \pm 1.5	10.1 \pm 1.4	12.3 \pm 3.5	13.9 \pm 2.9	14.6 \pm 3.3
Pv (mg)	48.8	128.7	159.5	383.8	488.49	627.98
G30	-	161.63	32.18	114.53	22.61	17.13
%M	-	0.74%	0.74%	0.74%	0.74%	1%

Preengorde de almeja japonesa en laguna en cubo con flujo forzado

Dos veces por semana, se tomaron datos de temperatura, oxígeno y salinidad, en la zona de cultivo (10:00 h de la mañana).

Cada 20 días se tomaron muestras de agua para determinar contenido en clorofila y materia orgánica en suspensión, como indicadores de la disponibilidad de alimento en

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

las inmediaciones del cultivo. También se realizó un muestreo para estimar el crecimiento y la mortalidad de la población de cultivo.

En la figura 9 aparece representada la evolución de distintos parámetros ambientales a lo largo del período de preengorde. La figura 11 muestra las variaciones de los indicadores de alimento disponible en el medio. Como se puede observar, la experiencia se inicia con una temperatura de 20°C, valor que se incrementa hasta alcanzar un máximo de 30°C a mitad de julio.

El oxígeno no parece ser un valor crítico, a la vista de los datos tomados a las 10:00 h de la mañana, salvo en algunos puntos coincidentes con los picos de temperatura (mitad de julio).

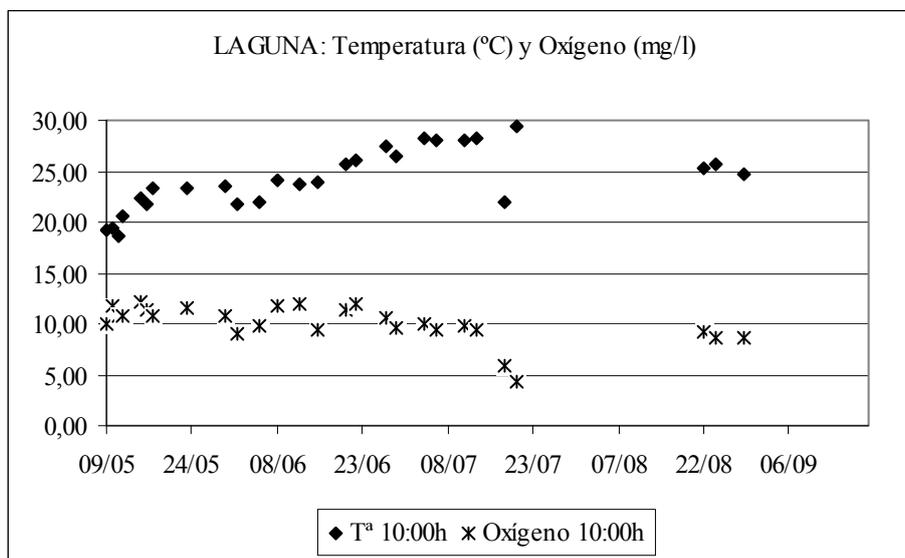


Figura 9. Evolución de parámetros ambientales (Tª, Oxígeno y salinidad) en la laguna ubicada en los terrenos del IRTA, y cercana a la Bahía de Alfacs, durante el período de cultivo.

Pasados 15 días del inicio de la experiencia comenzaron a proliferar macroalgas en la superficie de la laguna.

Esta proliferación de macrófitos llega a invadir toda la laguna (fig. 10), y posiblemente provoque caídas en los niveles de nutrientes necesarios para mantener la producción de fitoplancton del sistema. Asimismo, las macroalgas puede que hayan provocado bajadas críticas en los niveles de oxígeno.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.



Figura 10. Estructura flotante para el preengorde de almeja en la laguna ubicada en los terrenos del IRTA, y cercana a la bahía de Alfacs. Proliferación de macroalgas en la laguna durante el periodo de cultivo.

Los valores de materia orgánica en suspensión se mueven entre 1.1-5 mg/l. Los valores de clorofila oscilan entre 0.2-2 $\mu\text{g/l}$.

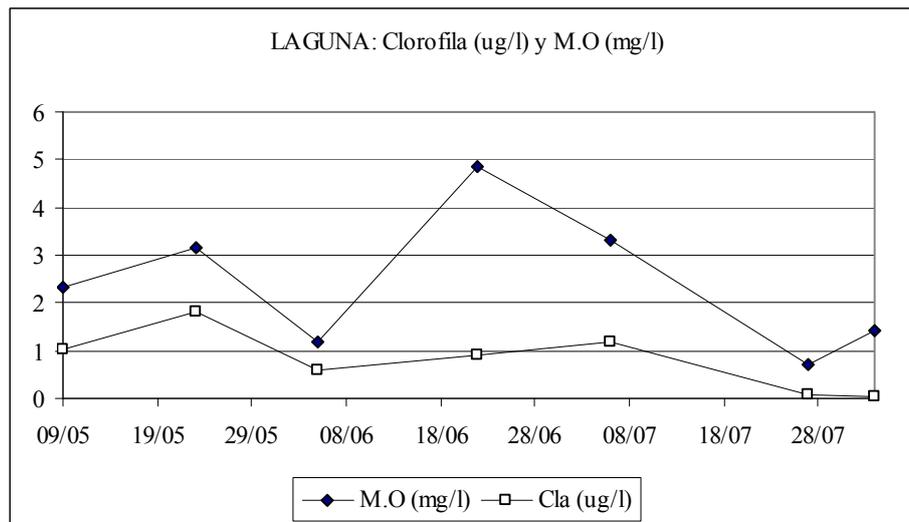


Figura 11. Evolución del contenido en clorofila y materia orgánica en suspensión del agua, en la laguna ubicada en los terrenos del IRTA, y cercana a la Bahía de Alfacs, durante el periodo de cultivo.

Tabla II. Crecimiento en longitud y peso, G30 y porcentaje de mortalidad, de las almejas preengordadas en la laguna ubicada en terrenos del IRTA, y cercana a la Bahía de Alfacs.

Fecha	05.05.06	23.05.06	15.06.06	06.07.06	27.07.06
L (mm)	5.8 \pm 0.7	7.4 \pm 1.1	7.5 \pm 1.1	7.7 \pm 0.1	7.8 \pm 0.1
Pv (mg)	48.8	82.9	106.02	93.96	86.22
G30	-	88.32	32.09	-17.25	-12.28
%M	-	23%	25%	25%	36%
Macroalgas		Aparición y crecimiento de macroalgas en superficie			

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Según se observa en la Tabla II, apenas se produce crecimiento de la semilla preengordada en la estructura flotante del sistema lagunar.

Las evidentes diferencias en el crecimiento de las almejas preengordadas en los dos sistemas (prueba 1 y 2), están posiblemente relacionadas con las condiciones de cultivo, en lo que a parámetros medioambientales se refiere. La laguna parece un sistema menos productivo, a la vista de los resultados obtenidos, en cuanto a disponibilidad de alimento.

La aparición de macrófitos parece responsable de ello, lo que además, pudo comprometer los niveles de oxígeno en la laguna.

Cestos ostrícolas y sacos ostrícolas colgados de bateas situadas en las dos Bahías del Delta del Ebro (Alfacs y Fangar)

Se han realizado experiencias de preengorde de almeja fina y japonesa en estos dos sistemas de preengorde.

La experiencia se llevó a cabo en cestos ostrícolas y sacos ostrícolas colgados de bateas situadas en ambas Bahías del Delta del Ebro (Fangar y Alfacs), durante un período de tiempo de 5 meses y medio (inicio: 24.04.07; final: 13.11.07). La semilla de almeja utilizada procedía del criadero de Tinamenor. La talla media inicial fue de $5,56 \pm 0,73$ mm para almeja fina y $6,55 \pm 0,90$ para almeja japonesa.

La densidad inicial de cultivo fue 2 kg/m^2 . Se realizó desdoble al triplicar biomasa.

Semanalmente se tomaron automáticamente mediante una sonda datos de temperatura, oxígeno y salinidad, en las zonas de cultivo. Las sondas (sonda Seabird 16 plus) estaban instaladas en una batea del Fangar, a mitad del polígono de viveros de moluscos, a 2 metros de profundidad y cercana a la usada para la experiencia de cultivo. La sonda en la Bahía de Alfacs estaba ubicada en la misma batea en la que se realizó la experiencia.

Semanalmente se tomaron muestras de agua para analizar su contenido en clorofila ($\mu\text{g/l}$).

Todo el seguimiento de parámetros ambientales fue realizado por la Unidad de Seguimiento del Medio del IRTA.

Cada mes se realizó un muestreo para estimar el crecimiento y la mortalidad de la población de cultivo.

En la figura 12 aparece representada la evolución de distintos parámetros ambientales a lo largo del período de cultivo, tanto en la Bahía de Fangar como de Alfacs. En la figura 13 aparecen datos correspondientes a concentración de clorofila en agua ($\mu\text{g/l}$).

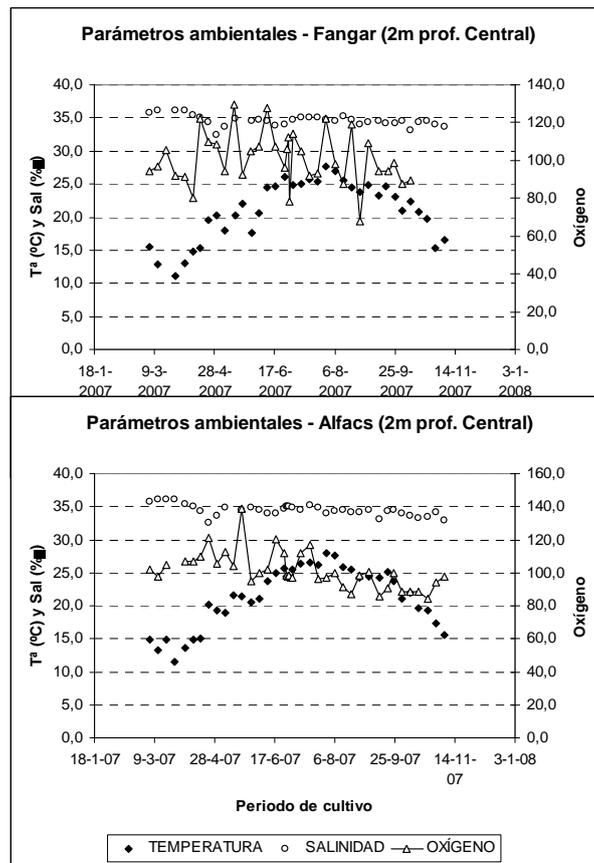


Figura 12. Variación de parámetros ambientales lo largo del periodo de cultivo: T^a (°C), salinidad (‰) y oxígeno (%), en las Bahías de Fangar y Alfacs.

Tal y como se observó, la salinidad se mantiene constante en las zonas de cultivo de ambas bahías, y oscila en torno al 35‰. Los valores de saturación de oxígeno del agua no descienden en ningún momento por debajo del 80% en la Bahía de Alfacs, mientras que en Fangar se registran en dos ocasiones datos por debajo de dicho nivel, coincidiendo con la época estival.

En cuanto a los datos de temperatura, se registran máximos de 28°C en ambas bahías a finales del mes de julio, y mínimos en torno a los 15°C a principios de noviembre.

Los máximos de clorofila se registran a finales de abril y principios de noviembre (>6 $\mu\text{g/l}$), mientras que durante el período estival, el contenido en clorofila del agua oscila en torno a 3 $\mu\text{g/l}$.

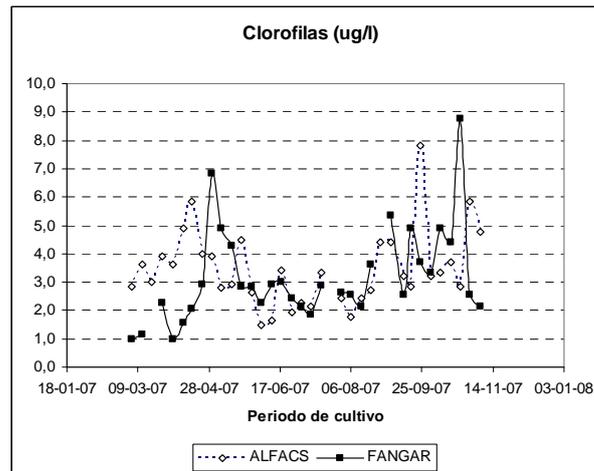


Figura 13. Variación de del contenido en clorofila ($\mu\text{g/l}$) del agua lo largo del periodo de cultivo en la Bahía de Fangar y Alfacs.

En cuanto a los datos de crecimiento y supervivencia, en la figura 14 aparecen expresados los datos correspondientes a *R. philippinarum*, y en la figura 15 los correspondientes a *R. decussatus*.

El diseño experimental contemplaba el uso de dos sistemas de preengorde: cesto y sacos ostrícolas. No obstante, a finales del mes de julio se detectaron defectos (roturas) en los sacos ostrícolas que impedían proseguir con su uso, por lo que hubo que pasar la semilla contenida en esos sacos a cestos ostrícolas.

- *R. philippinarum*

En el período de cultivo logramos pasar de semilla de talla 6.55 ± 0.90 mm a semilla en torno a los 14 mm, apta para su siembra en parque. En general, los datos indicaron unos resultados sensiblemente mejores en los cultivos desarrollados en la Bahía de Alfacs, posiblemente debido a unas mejores condiciones hidrodinámicas de la zona. Se obtuvo un incremento en biomasa cercano al 1000% en el caso del preengorde en cesto en Alfacs frente al 550% obtenido en el mismo sistema en la Bahía de Fangar.

En cuanto a los sistemas de cultivo, parecen claras las ventajas que suponen los cestos ostrícolas frente a los sacos o pochones ostrícolas (ver figura 14). Aunque, en general, los índices de supervivencia son óptimos, destaca el dato de la mortalidad acumulada cercano al 30%, observado a partir de agosto en los cultivos en sacos ostrícolas en Alfacs, si bien, son debido a pérdida por rotura del sistema.

- *R. decussatus*

Tan solo se pudo llevar a cabo un seguimiento del cultivo en la Bahía de Alfacs. El 24.04.07 se colgaron cestos y sacos con almeja fina en la Bahía de Fangar. Quince días más tarde se registraron mortalidades masivas coincidiendo con las mortalidades detectadas en la misma zona de *Crassostrea gigas* y *Cerastoderma edulis*. La causa es desconocida, si bien existe una coincidencia temporal con la apertura de canales de desagüe de los arrozales colindantes.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

En Alfacs la semilla consigue crecer desde los 5 mm iniciales hasta alcanzar 13,6 mm, transcurridos 5 meses y medio, sin que se detecten diferencias significativas en talla entre sistemas de cultivo. Sí se detectan en el incremento en biomasa entre sistemas de cultivo durante el verano, siendo más favorable el cultivo en cesto.

No obstante estas diferencias se reducen hasta casi desaparecer al final del período de cultivo, coincidiendo en fechas con el traspaso de la semilla de los sacos a los cestos. Se comprueba pues, la capacidad de la semilla de adaptación al sistema y recuperación de biomasa. Los datos de mortalidad son superiores cuando el cultivo se realiza en saco ostrícola.

Tabla III. Datos de G30 de la almeja japonesa preengordada en cestos y sacos en las Bahías de Alfacs y Fangar durante 2007.

	24.04.07	24.05.07	21.06.07	24.07.07	30.08.07	09.10.07	13.11.07
Alfacs							
Cestos	-	36.87	9.96	1.54	-1.99	4.80	0.78
Sacos	-	22.59	11.43	-3.17	1.75	5.61	0.30
Fangar							
Cestos	-	42.51	1.67	-0.16	0.32	4.17	1.10
Sacos	-	28.27	5.95	-1.45	3.04	2.78	1.79

Tabla IV. Datos de G30 de la almeja fina preengordada en cestos y sacos en la Bahía de Alfacs durante 2007.

	24.04.07	24.05.07	21.06.07	24.07.07	30.08.07	09.10.07	13.11.07
Alfacs							
Cestos	-	45.46	6.17	-0.03	-1.78	4.94	2.09
Sacos	-	24.03	10.37	0.34	4.28	3.18	0.89

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

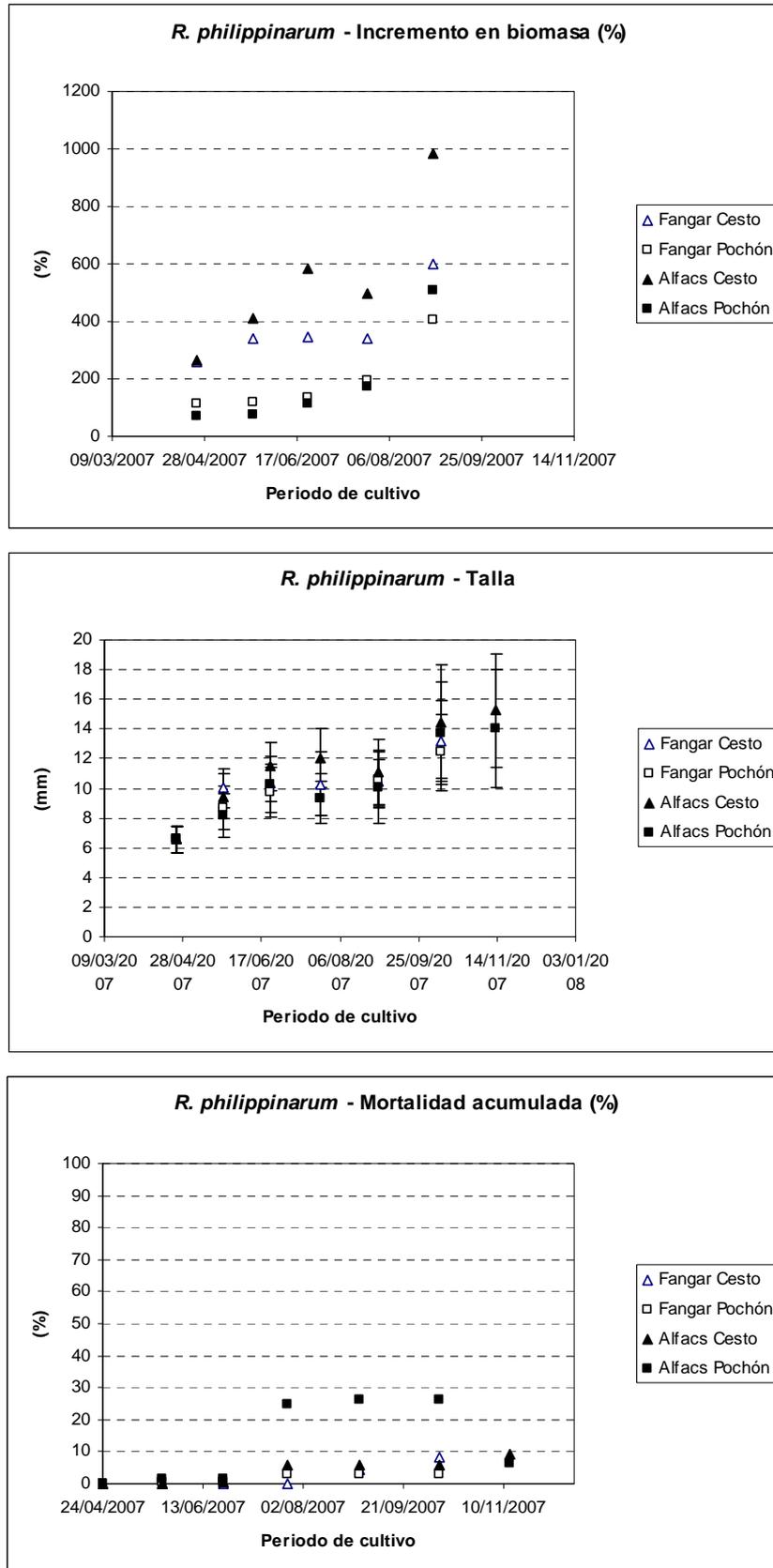


Figura 14. Incremento en biomasa (%), crecimiento en talla (mm) y mortalidad acumulada (%) de las pruebas de preengorde realizadas en las Bahías de Fangar y Alfacs con semilla de *R. philippinarum*, en cestos y sacos ostrícolas (pochones).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

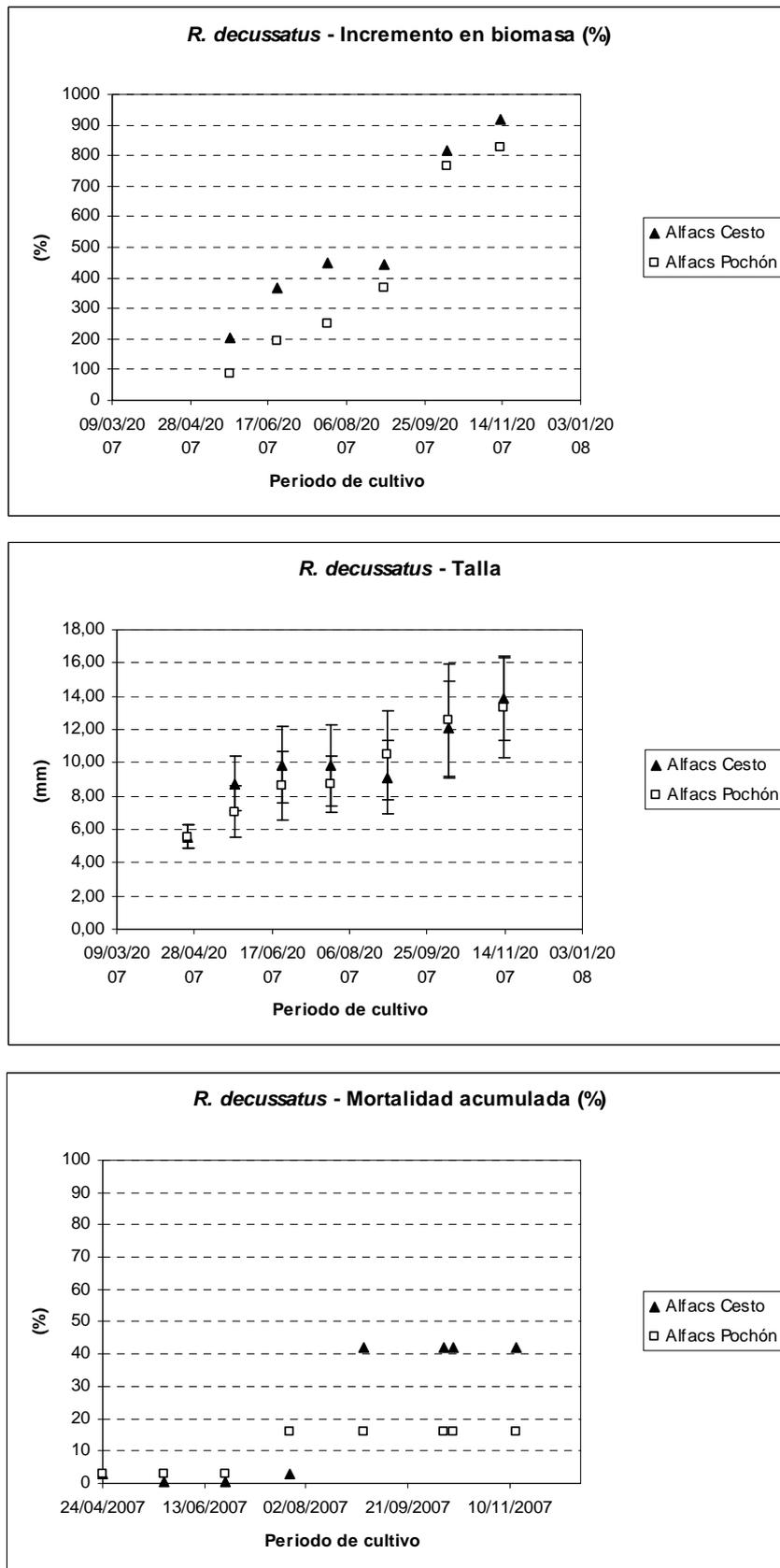


Figura 15. Incremento en biomasa (%), crecimiento en talla (mm) y mortalidad acumulada (%) de las pruebas de preengorde realizadas en las Bahías de Fangar y Alfacs con semilla de *R. decussatus*, en cestos y sacos ostrícolas (pochones).

CA de Andalucía

Como cualquier actividad económica, los sistemas de preengorde de semilla, además de la viabilidad, busca su rentabilidad. Entonces, y de manera simplificada, al analizarlos deberemos considerar, como parámetro más importante, los costes de producción, que definirán el precio final de la semilla obtenida. Este precio final dependerá de la talla perseguida y, consecuentemente, del tiempo de permanencia en las instalaciones, lo que se traduce en mayor o menor necesidad de mano de obra.

Para la obtención de la semilla existen tantos sistemas como permite la imaginación de los cultivadores, siendo una de las premisas fundamentales para decidir su selección que sean fácilmente adquiribles en el mercado, de bajo coste, alta duración y facilidad de paso del agua. Posteriormente, deben considerarse fáciles y posibles modificaciones de esos sistemas encaminadas a incrementar su viabilidad o su rendimiento. Y, por último, sistemas tecnológicamente más avanzados, que mejoren los factores de producción (crecimiento y mortalidad), reduzcan los costes de producción (mantenimiento) y aumenten los rendimientos (número de semilla / cm²; talla/tiempo y cosechas/año).

Un aspecto que no debe obviarse es la calidad de la semilla obtenida y/o adquirida, en cuya valoración reviste una gran importancia el tiempo transcurrido desde el centro de preengorde hasta su siembra, por lo que debe ser ventajoso su realización en la propia explotación o en sus proximidades.

1- Períodos previos a la siembra de emersión o inmersión en agua de la semilla de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850). Incidencia en el enterramiento y la mortalidad inicial

Su objetivo es establecer el protocolo de mantenimiento de semilla con anterioridad a la siembra y determinar la incidencia del transporte en la mortalidad inicial de la fase de engorde.

En 18 módulos de 50 cm x 50 cm, a una densidad de 1500 ud/m² (375 ud/módulo), se sembró un lote de semilla, adquirido en un centro de producción con una talla de 6,01±0,69 mm y preengordado en recipiente con flujo de aire forzado hasta una talla de 10,53±1,37 mm. Se sembraron dos módulos por cada uno de los nueve supuestos que incluían situaciones desde cero a dos días de mantenimiento de las almejas en condiciones de transporte (fuera del agua) y cero a tres días de reinmersión en agua después del traslado y antes de su siembra.

El análisis estadístico de los resultados puso de manifiesto la no existencia de diferencias significativas entre los parámetros de los diferentes módulos.

Consecuentemente, ni el posible estrés del transporte, ni su posterior inmersión en agua, parecen influir en el estado fisiológico de la semilla y sus consiguientes enterramientos y mortalidad inicial.

2.- Rendimientos (crecimiento y mortalidades)

Cilindros con flujo forzado

Se ha realizado el preengorde de almeja fina y almeja japonesa en el semillero de flujo ascendente diseñado en el IFAPA Centro El Toruño (Saavedra et al., 2008), y ubicado en un estanque de reserva de la granja marina del mismo.

Se ha utilizado un sólo contenedor por especie (0,9 m de diámetro y 20 m³/h de flujo de agua), iniciándose el 8 de marzo de 2005 con sendos lotes de 50.000 semillas de cada especie de tamiz 2, suministrados por Tinamenor, y finalizándose el 18 de julio de 2005. Se muestrearon en cinco ocasiones, incluyendo muestreo inicial y final.

La figura 1 recoge el crecimiento en talla y peso vivo, respectivamente, de ambas especies.

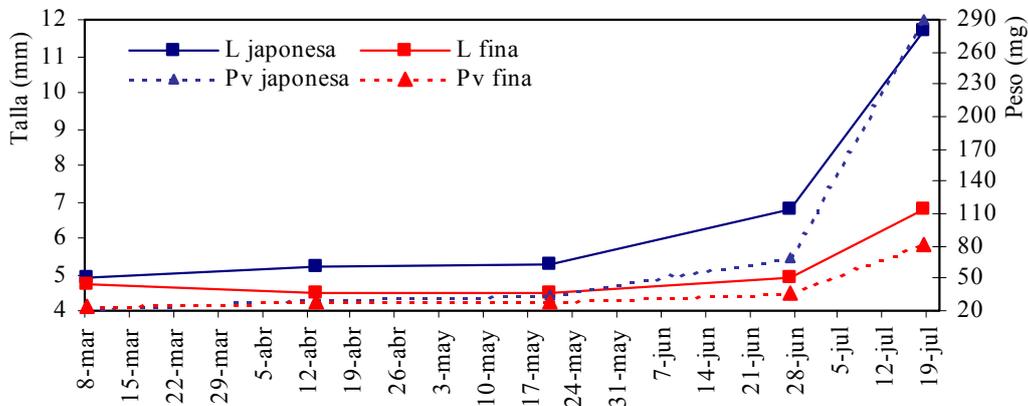


Figura 1. Crecimiento en talla (mm) y peso (mg) a lo largo del preengorde.

En la almeja fina no hubo crecimiento significativo, ni en talla ni en peso, en los primeros meses (marzo-mayo); solamente en el último mes, el crecimiento es claramente significativo (ANOVA, P<0,0005). En la almeja japonesa también hubo poco crecimiento en los primeros meses, pero algo más que en el caso de la almeja fina. A partir del tercer muestreo los crecimientos fueron muy significativos (ANOVA, P<0,00005) tanto en talla como en peso, y mayores que los correspondientes a la almeja fina.

En la Tabla I se recoge por muestreos para cada especie los valores de mortalidad y del parámetro de crecimiento G30 respecto al muestreo anterior, siendo su ecuación: 30*Ln (Peso final/peso inicial)/nº días.

Tabla I. Valores de las observaciones efectuados a lo largo del cultivo. (G30): parámetro de crecimiento de un muestreo respecto al anterior; (M): mortalidad en porcentaje.

Especie		marzo	abril	mayo	junio	julio
A. japonesa	G ₃₀	0,2	0,1	0,6	2,0	
	M			56	71	0
A. fina	G ₃₀	0,2	-0,02	0,2	1,1	
	M			54	91	91

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Como se observa, la mortalidad fue muy importante en ambas especies, superior al 50% en el mes de mayo. Esta mortalidad aumentó en junio y más en la almeja fina, en las que alcanzó el 91%. En esta fecha se comparó la talla de los individuos vivos y muertos en ambas especies, habiendo diferencias significativas en la almeja japonesa (ANOVA, $P < 10^{-9}$), pero no en la fina (ANOVA, $P > 0,05$).

En julio, antes del último muestreo, se tamizó la almeja japonesa por un tamiz de 10 mm. Se logró eliminar totalmente la mortalidad en la fracción superior que continuó su engorde en la misma ubicación. La fracción inferior se eliminó ante su mortalidad prácticamente total. La almeja fina se tamizó por malla romboidal de diagonal 7 mm, pero ambas fracciones, superior e inferior, seguían manteniendo un alta de mortalidad (91%), por lo que se eliminaron, finalizando su cultivo.

Aunque el crecimiento se produjo en ambas especies sobre todo en el último mes, si consideramos todo el período, aproximadamente 4 meses, obtuvimos una G30 de 0,6 para la almeja japonesa y 0,3 para la almeja fina.

Bateas

Su objetivo es estimar el rendimiento de tres sistemas en suspensión desde una batea, aunando los resultados biológicos (crecimiento y mortalidad) con los costes de producción, fundamentalmente en necesidades de mano de obra.

Para estimar la rentabilidad de 1 m² de batea se ensayaron tres métodos de preengorde a una misma densidad (442000 ud/m²) que, según el sistema, estarían repartidos en una sola superficie, o en distintos niveles de la columna de agua, por lo que hay que tener en cuenta que los recipientes con flujo forzado tenían una carga tres veces superior a los otros dos.

Un lote de almeja japonesa de $6,01 \pm 0,69$ mm se distribuyó:

- 600000 uds, distribuidas en 2 cilindros (6793 cm²) dotados de flujo forzado. Cada cilindro está dotado de 4 airlifts y, por cada uno de ellos llegan dos o cuatro entradas de aire.
- 150000 uds, repartidas en 16 sacos (40 cm x 16 cm), a una densidad de 9375 ud/saco, distribuidos en cuatro niveles de una estructura suspendida de la batea.
- 300000 uds, distribuidas en 4 grupos de 4 cestillos ostrícolas (4 cuarterones/cestillo) a una densidad de 4690 ud/cuarterón.

El rendimiento biológico se ha completado con el control del tiempo empleado en cada una de las operaciones de mantenimiento (limpieza, sustitución y desdoble).

Al estimar el rendimiento económico en lo referente a las horas dedicadas al mantenimiento, se comprobó que son necesarias un 55% más en las estructuras verticales (sacos y cestillos) que en las horizontales (cilindros), debiéndose tener en cuenta que en los sacos ese tiempo se empleó en la mitad de las almejas.

La aplicación del ANOVA y posterior test de Tukey a las tallas medias finales puso de manifiesto la existencia de diferencias significativas y la formación de dos grupos

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

homogéneos: airlift > ventana y airlift < cestillos; aunque, desde el punto de vista práctico, pueden considerarse iguales. Tampoco se detectaron diferencias en los índices de mortalidad.

En consecuencia, deducimos que en volúmenes pequeños de semilla, por ejemplo para cubrir las necesidades de una unidad familiar de cultivo, deben utilizarse cestillos; mientras que si el volumen es grande, parques o empresas dedicadas al preengorde, los cilindros dotados de flujo forzado o paredes horadadas, en función del flujo mareal, deben producir mejores rendimientos.

Suelo

Un lote de 376000 ud de almeja japonesa, con una talla de $6,15 \pm 1,62$ mm, se preengordó en dos sistemas diferentes:

- Directamente sobre el sustrato de la zona intermareal, en ocho módulos de $3,00$ m x $1,30$ m, a dos densidades, 9000 y 10000 ud/m².
- En ocho sacos ostrícolas de $1,00$ m x $0,40$ m, a 4500 y 5000 ud/saco, equivalentes a 9000 y 10000 ud/m².

Se han realizado dos recolecciones: una cuando las almejas del sustrato tenían aproximadamente la talla mínima de inicio del preengorde (10 mm); y la otra cuando alcanzaron los 18 mm, teóricamente antes de llegar a la talla de competencia de la especie.

La aplicación del ANOVA, tras comprobar la homogeneidad de las varianzas, y la posterior aplicación del test de Tukey, a las tallas medias obtenidas en la recolección, pone de manifiesto la existencia de diferencias significativas y la formación de tres grupos homogéneos: 1500 ud/m²; 3000 - 4000 - 5000 ud/m² y 6000 ud/m², aunque, desde el punto de vista práctico pueden considerarse iguales.

Además se comprobó que el sistema puede alcanzar una capacidad de carga de hasta 4698 ud/m² ($6,300$ kg/m²) en el módulo de mayor densidad de siembra.

Los resultados de esta experiencia justifican la utilización de este tipo de cultivo, a altas densidades de siembra del orden de 6000 ud/m², que pueden servir además de para cubrir las necesidades de explotaciones de engorde de tipo medio, para proporcionar ingresos adicionales por venta de semilla de talla media próxima a los 20 mm.

En la primera recolección el crecimiento es prácticamente igual en todos los supuestos, pero la mortalidad se duplica en el suelo. Hasta la segunda recolección el crecimiento es un 16% mayor en el suelo y, mientras que en este sistema la mortalidad duplica a la de la primera, superando el 50% , en los sacos es nula.

Los menores trabajos de siembra, facilidades de seguimiento, mantenimiento, mayores rendimientos y la posible utilización de mayores densidades, aconsejan el preengorde en elevación hasta una talla aproximada de 13 mm.

CA de Asturias

En este apartado se detallan las dos pruebas de preengorde llevadas a cabo de acuerdo con las fechas en que se desarrollaron las distintas experiencias, describiendo los sistemas empleados y los resultados obtenidos.

1.- Rendimientos (crecimiento y mortalidad) y factores medioambientales

Se equiparó el sistema intermareal (saco 0,5 m²) con el submareal (bandeja 0,05 m² en batea)

En el 2005 se realizó en la Ría de Ribadeo una experiencia de preengorde de almeja fina, la correspondiente a primavera-verano, a partir de un lote de 80.000 unidades suministrado por Tinamenor. Los datos del muestreo cero de la semilla ofrecieron los siguientes resultados: Lm: 7,18 mm/Ph: 80 mg.

La densidad inicial de trabajo fue de 400 g/m², en los sacos, frente a 4.000 g/m², en las bandejas, es decir, una relación 1 a 10. Esta relación se mantuvo a lo largo de la experiencia para una densidad final de trabajo de 800 g/m² frente a 8.000 g/m², respectivamente. En ambos sistemas la malla inicial fue de 2 mm y la final de 4 mm. La experiencia se inició el 29 de marzo y se dio por finalizada el 7 de julio. Mensualmente se muestrearon ambos sistemas determinándose el peso húmedo individual, la talla media, el rango de tallas y el número de individuos. A partir de estos datos se calculó la mortalidad y la tasa de crecimiento en peso (G30).

Los resultados al final de la experiencia, después de 100 días de preengorde, son muy similares en cuanto a la talla media, en ambos casos, 13 mm, alcanzando un peso ligeramente superior la semilla en las bandejas (500 mg) frente a los sacos (440 mg). En lo referente a la mortalidad, ésta fue superior en la batea con una mortalidad acumulada del 19,23% frente al 12,47% que se alcanzó en los sacos.

Tabla I.: Resultado del preengorde de semilla del lote de Tinamenor dependiendo del sistema utilizado (intermareal-sacos/submareal/bandejas).

PN de Almeja-2005					
Intermareal-Sacos		Lote Tinamenor			
kg/m²	Fecha	Phind (mg)	L(mm)	Gm	
0,4	29/03/2005	80	7,18		
0,6	05/05/2005	120	7,87	34,75	
0,8	06/06/2005	200	9,41	47,89	
	07/07/2005	441	12,90	76,52	

PN de Almeja-2005					
Submareal-Bandejas		Lote Tinamenor			
kg/m²	Fecha	Phind (mg)	L(mm)	Gm	
4,0	29/03/2005	80	7,18		
5,9	29/04/2005	117	8,05	38,01	
8,0	07/06/2005	231	10,16	52,32	
	07/07/2005	495	13,20	73,76	

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

La semilla resultante del preengorde se utilizó para repoblar los bancos naturales de las Rías de Ribadeo y de Villaviciosa.

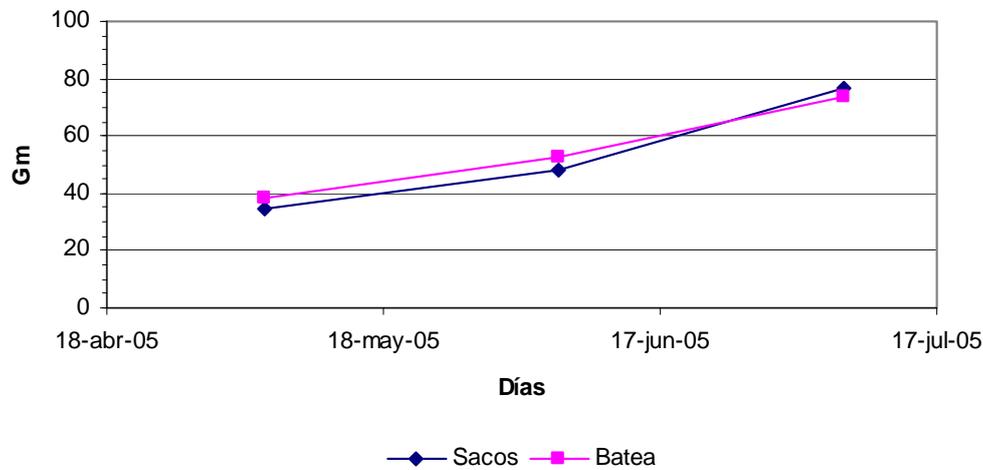


Figura 1. Evolución de la tasa instantánea de crecimiento de la semilla dependiendo del sistema de preengorde (sacos/batea).

Otra experiencia se inició el 14 de diciembre de 2005 y se dio por finalizada el 12 de julio de 2006 (invierno-primavera).

Mensualmente se muestrearon ambos sistemas determinándose el peso húmedo individual, la talla media, el rango de tallas y el número de individuos. A partir de estos datos se calculó la mortalidad y la tasa de crecimiento en peso (G30).

Los datos de muestreo cero de la semilla (suministrada por Tinamenor) ofrecieron los siguientes resultados: Lm: $4,41 \pm 0,6$ mm / Ph: 19 mg.

A efectos de trabajo se equiparó un saco ($0,5$ m²) a una bandeja ($0,05$ m²). La densidad inicial de trabajo fue de 800 g/m², en los sacos, frente a 4.000 g/m², en las bandejas, es decir, una relación 1 a 5. En ambos sistemas la malla utilizada fue de 2 mm.

Tabla II. Resultado del preengorde de semilla del lote de Tinamenor dependiendo del sistema utilizado (intermareal-sacos/submareal/bandejas).

PN de Almeja-2005-2006		Lote Tinamenor		
Intermareal -Sacos		Phind (mg)	L(mm)	Gm
kg/m ²	Fecha			
0,400	14/12/2005	19	4,41	
0,395	16/01/2006	19	4,26	0,00
0,405	14/02/2006	21	4,47	10,35
0,356	15/03/2006	18	4,38	-15,95
0,315	12/04/2006	22	4,53	21,50
0,716	12/05/2006	30	4,99	31,02
0,700	15/06/2006	157	8,20	146,03
1,400	12/07/2006	254	10,77	53,45

PN de Almeja-2005 - 2006

Submareal -Bandejas

Lote Tinamenor

kg/m ²	Fecha	Phind (mg)	L(mm)	Gm
4,000	14/12/2005	19	4,41	
4,100	19/01/2006	20	4,26	4,27
3,580	17/02/2006	22	4,47	9,86
2,780	15/03/2006	21	4,38	-5,37
3,000	12/04/2006	19	4,53	-10,72
3,160	29/05/2006	22	4,99	9,36
3,860	15/06/2006	260	11,18	435,82
4,820	12/07/2006	600	14,98	92,92

La semilla, desde su colocación en el medio, apenas creció resultando muy difícil determinar si estaba viva o muerta. Visto los datos y el comportamiento en los sucesivos muestreos se deduce que la mayor parte murió en los primeros meses de estabulación y apenas quedan algunas vivas en los dos últimos muestreos, que se diferencian de las muertas por su talla.

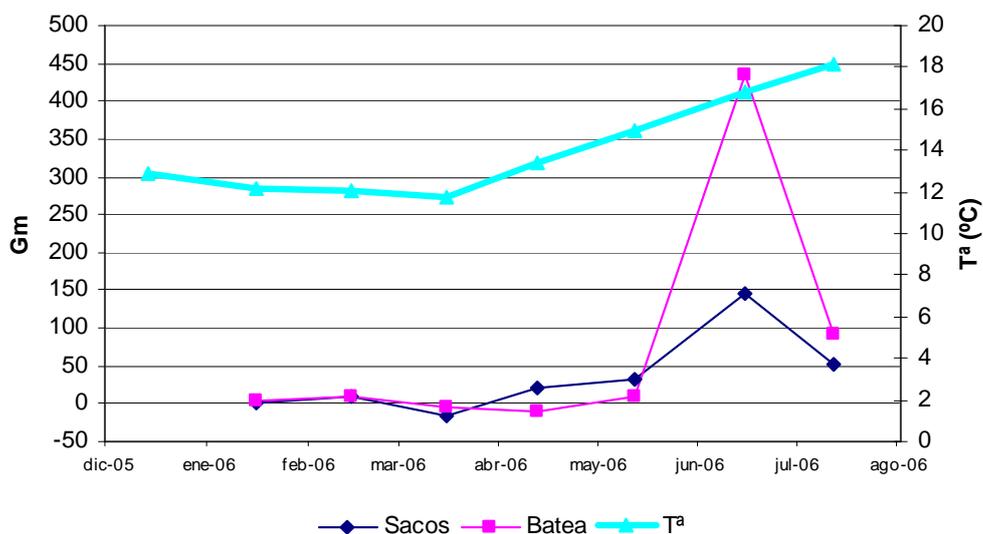


Figura 2. Evolución de la tasa instantánea de crecimiento de la semilla de Tinamenor dependiendo del sistema de preengorde (sacos/ batea).

Intermareal (de sacos a minisacos)

Entre octubre y diciembre del 2005 se colocaron a preengordar en la Ría de Ribadeo, en sacos sobre parrillas, en la zona intermareal, distintos lotes de semilla procedentes de los desoves de los reproductores de Villaviciosa.

La semilla se distribuyó inicialmente en **sacos** de 0,5 m² para pasarse posteriormente a minisacos de 0,25 m². La carga inicial fue de entre 0,4 y 0,8 kg/m².

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla III. Resultado del preengorde de semilla de los lotes del criadero de Castropol dependiendo del sistema utilizado (intermareal-sacos)

PN de Almeja-2005 - 2006

Intermareal-Sacos

Lote 1 Villaviciosa

kg/m ²	Fecha	Phind (mg)	L(mm)	Gm
0,386	03/10/2005	13	3,78	
0,430	14/11/2005	26	5,19	49,51
0,380	15/12/2005	25	4,65	-3,80
0,430	16/01/2006	26	5,03	3,68
0,443	14/02/2006	30	5,11	14,80
0,355	15/03/2006	29	5,12	-3,51
0,322	12/04/2006	32	5,08	10,94
1,024	12/05/2006	60	6,54	62,86
1,120	15/06/2006	152	8,56	82,02
2,240	12/07/2006	252	10,28	56,17

PN de Almeja-2005 - 2006

Intermareal -Sacos

Lote 2 Villaviciosa

kg/m ²	Fecha	Phind (mg)	L(mm)	Gm
0,452	14/11/2005	22	3,95	
0,440	15/12/2005	17	4,11	-24,95
0,370	16/01/2006	23	4,37	28,34
0,411	14/02/2006	23	4,65	0,00
0,380	15/03/2006	24	4,66	4,40
0,365	12/04/2006	32	5,61	31,96
1,176	12/05/2006	46	6,13	36,29
1,540	15/06/2006	121	8,34	85,34
2,830	12/07/2006	220	10,06	66,43

PN de Almeja-2005 - 2006

Intermareal -Sacos

Lote 3 Villaviciosa

kg/m ²	Fecha	Phind (mg)	L(mm)	Gm
0,760	02/12/2005	20	4,82	
0,911	16/01/2006	25	4,90	14,88
0,937	14/02/2006	23	4,75	-8,63
0,873	15/03/2006	25	4,81	8,63
0,850	12/04/2006	30	5,11	20,26
0,916	12/05/2006	58	6,52	65,92
1,480	15/06/2006	134	8,81	73,89
2,460	12/07/2006	279	10,69	81,49

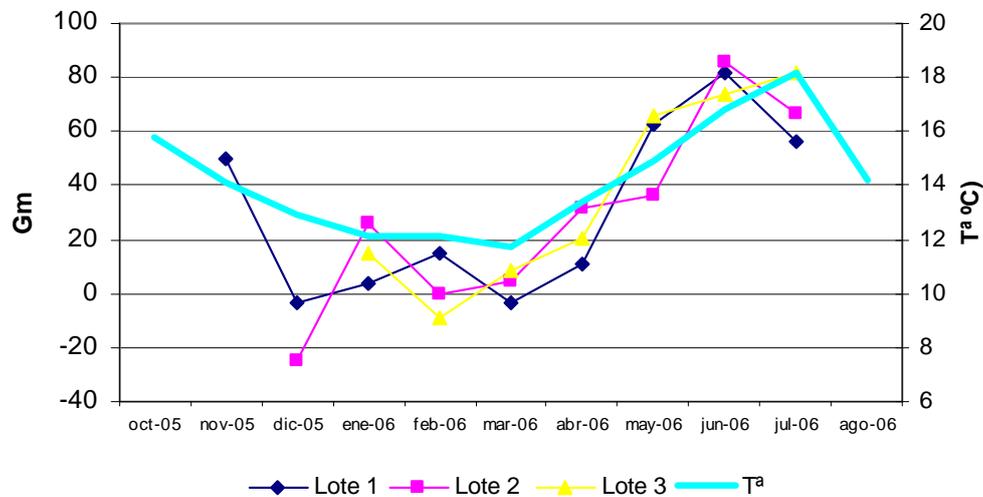


Figura 3. Evolución de la tasa instantánea de crecimiento de los tres lotes de semilla preengordada procedente de reproductores de Villaviciosa.

La supervivencia al final del proceso de preengorde osciló, según los lotes, entre el 76% y el 46%. La semilla obtenida se utilizó para repoblar las Rías de Villaviciosa y de Ribadeo.

De intermareal (sacos sobre parrillas) a submareal (batea)

A finales del 2006, en el mes de diciembre, se colocaron en la ría para preengordar distintos lotes de semilla procedentes de los desoves ocurridos en el criadero de Castropol, en el 2006, de reproductores estabulados y acondicionados procedentes de las Rías de Villaviciosa (16/02/2006) y de Ribadeo (03/04/2006).

En ambos casos los dos lotes de semilla se dividieron en sublotes: Villaviciosa (sublotes 1-3) y Castropol (sublotes 4-5), dependiendo de la talla de la semilla en el momento de su salida a la Ría, y se distribuyeron en minisacos que se colocaron sobre parrillas en la zona intermareal y, posteriormente, en una estructura que se colgó de una batea.

Los lotes 1, 2 y 4 se distribuyen en minisacos (19 cm x 40 cm) de 2 mm y los lotes 3 y 5 en minisacos de (24 cm x 30 cm) de 1 mm, sobre parrillas, a una densidad de 100 g/minisaco (carga: 1,32-1,39 kg/m²). El 19/03/2007 los sacos se colocan en una estructura suspendida de una batea.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla IV. Resultado del preengorde de semilla de los 3 lotes del criadero procedentes de reproductores Villaviciosa en cultivo intemareal-submareal.

PN de Almeja-2006 -2007		Lote 1 Villaviciosa			
Intermareal	kg/m ²	Fecha	Phind (mg)	L(mm)	Gm
Minisacos 2 mm	1,32	04/12/2006	0,022	5,18	
	2,20	21/12/2006	0,031	5,76	60,52
	1,36	18/01/2007	0,013	4,28	-93,34
	1,38	19/02/2007	0,022	5,54	48,99
Submareal	1,45	19/03/2007	0,039	6,37	62,79
	2,05	19/04/2007	0,057	6,68	36,72
	4,19	16/05/2007	0,089	7,60	49,51
	5,41	13/06/2007	0,070	6,95	-25,73

PN de Almeja-2006 -2007		Lote 2 Villaviciosa			
Intermareal	kg/m ²	Fecha	Phind (mg)	L(mm)	Gm
Minisacos 2 mm	1,32	04/12/2006	0,009	3,43	
	1,22	21/12/2006	0,011	3,85	38,31
	1,34	18/01/2007	0,015	3,82	31,07
	1,35	19/02/2007	0,011	3,75	-24,49
Submareal	1,42	19/03/2007	0,013	4,03	13,42
	2,02	19/04/2007	0,022	4,76	50,91
	3,44	16/05/2007	0,045	6,57	79,51
	5,65	13/06/2007	0,064	6,10	37,74

PN de Almeja-2006 -2007		Lote 3 Villaviciosa			
Intermareal	kg/m ²	Fecha	Phind (mg)	L(mm)	Gm
Minisacos 1 mm	1,39	04/12/2006	0,003	2,31	
	1,37	21/12/2006	0,004	2,34	52,77
	1,44	18/01/2007	0,004	2,68	-19,71
	1,38	19/02/2007	0,006	2,79	42,15
Submareal	1,27	19/03/2007	0,004	2,19	-49,95
	1,35	19/04/2007	0,005	3,34	31,79
	3,42	16/05/2007	0,020	4,22	154,03
	3,24	13/06/2007	0,028	5,36	36,05

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

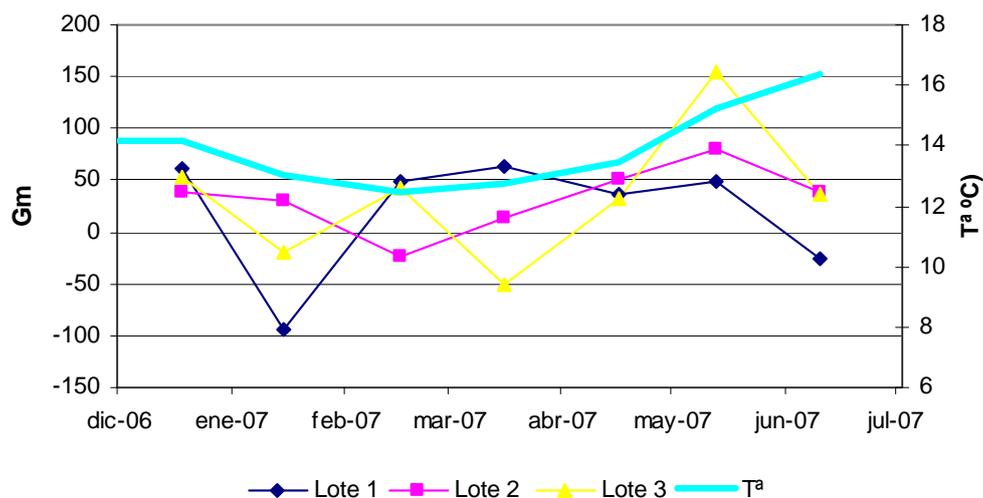


Figura 4. Evolución de la tasa instantánea de crecimiento de los tres lotes de semilla preengordada procedente de reproductores de Villaviciosa.

La supervivencia al final del proceso de preengorde osciló, según los lotes, entre el 44% y el 20%. La semilla obtenida se utilizó para repoblar las Rías de Villaviciosa y de Ribadeo.

Tabla V. Resultado del preengorde de semilla de los 2 lotes del criadero de reproductores procedentes de la Ría de Ribadeo en cultivo intemareal-submareal.

PN de Almeja-2006 -2007		Lote 4 Ría de Ribadeo			
Intermareal	kg/m ²	Fecha	Phind (mg)	L(mm)	Gm
Minisacos 2 mm	1,32	04/12/2006	0,026	5,35	
	1,33	21/12/2006	0,021	5,01	-42,46
	1,48	18/01/2007	0,030	6,68	41,65
	1,40	19/02/2007	0,027	6,24	-11,18
Submareal	1,36	19/03/2007	0,032	5,75	18,47
	2,11	19/04/2007	0,059	7,05	59,51
	4,25	16/05/2007	0,092	7,21	49,36
	5,65	13/06/2007	0,110	7,93	19,15

PN de Almeja-2006 -2007		Lote 5 Ría de Ribadeo			
Intermareal	kg/m ²	Fecha	Phind (mg)	L(mm)	Gm
Minisacos 1 mm	1,39	04/12/2006	0,003	2,59	
	1,35	21/12/2006	0,003	2,45	19,85
	1,30	18/01/2007	0,003	2,36	-3,00
	1,20	19/02/2007	0,003	2,60	-7,52
Submareal	1,23	19/03/2007	0,003	2,90	-3,41
	1,36	19/04/2007	0,004	2,89	20,94
	2,22	16/05/2007	0,008	3,50	85,68
	2,14	13/06/2007	0,036	5,17	161,15

Minisacos de 19 cm x 40 cm
 Sobreelevado en parrillas: Del 04/12/06 al 19/03/2007
 En estructura suspendida de una batea: Del 19/03/2007 al 13/06/2007

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

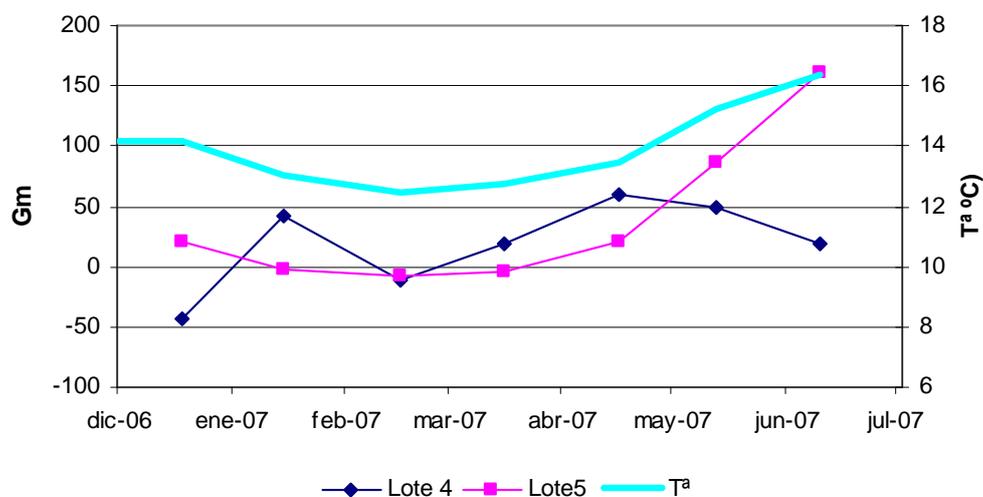


Figura 5. Evolución de la tasa instantánea de crecimiento de los dos lotes de semilla preengordada procedente de reproductores de á Ria de Ribadeo.

La supervivencia al final del proceso de preengorde de los lotes 4 y 5 fue del 8% y del 32%, respectivamente.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tarea 3: Influencia de los factores medioambientales sobre el crecimiento y mortalidad

Los resultados de esta tarea para las Comunidades Autónomas de Galicia, Cataluña y Asturias se han descrito en los resultados de la tarea dos, en la cual se hacía el estudio comparativo de las experiencias desarrolladas en las distintas épocas de año.

La Comunidad Autónoma de Cantabria realizó, por su parte, un estudio pormenorizado de las microalgas presentes en el semillero de moluscos (zona de preengorde).

CA de Cantabria

MATERIAL Y MÉTODOS

Se hizo un estudio de las microalgas y su relación con el preengorde.

El protocolo acordado incluye actuaciones a 3 niveles:

- Estudio de eventuales toxinas de bivalvos
- Vigilancia de microalgas
- Estudio de eventuales episodios de mortalidad de bivalvos

De cada una de las muestras se colocaron 50 ml en cubetas de Uthermol y se dejaron sedimentar durante 24 horas. Pasado este tiempo, las especies de microalgas presentes fueron identificadas y cuantificadas utilizando un microscopio invertido Nikon a 200 x y 400 x.

Se hicieron fotografías de cada una de las especies encontradas. El límite inferior de detección del método es de 20 células por litro para el género *Dinophysis* y para la especie *Prorocentrum lima* y de 378 células por litro para el resto de las especies.

RESULTADOS

1- Evolución temporal de las densidades de las especies más abundantes en las tres estaciones de muestreo del semillero de moluscos, desde el 2 de mayo 2007 hasta el 10 de octubre 2007

DINOFLAGELADOS

1. GÉNERO PROROCENTRUM

En este género existen especies planctónicas y especies epibentónicas. Muchas de las especies planctónicas de este género forman proliferaciones pero no producen toxinas, sin embargo, algunas de las especies epibentónicas son productoras de toxinas.

***Prorocentrum lima* (DSP)**

Prorocentrum lima produce toxinas implicadas en “Diarrhetic Shellfish Poisoning” (DSP): ácido okadaico (Murakami et al., 1982), DTX-1 (Lee et al., 1989), DTX-2 (Hu et al., 1993), además de un prorocentrólido (Torigoe et al., 1988) y una “Fast Acting Toxin” (FAT) (Tindall et al., 1984).

El 6 de agosto, *P. lima* alcanzó la densidad máxima (2.646 cel/L) en el punto de muestreo "PALAS". En el punto de muestreo "C1" se detectaron las máximas densidades el 3 de agosto (920 cel/L) y el 4 de septiembre (1.134 cel/L). Esta especie estuvo ausente en el punto de muestreo "C2". En el punto "C1" *P. lima* estuvo presente desde el 2 de julio hasta el 4 de noviembre. En el punto "PALAS" estuvo presente el 2 de mayo, 6 y 13 de agosto y el 4 de octubre.

Prorocentrum micans

Prorocentrum micans puede formar proliferaciones pero es considerado no tóxico. *P. micans* puede excretar sustancias que inhiben el crecimiento de diatomeas pero aparentemente éstas no afectan a otros organismos de niveles tróficos más elevados. Existen 2 informes de *P. micans* relacionado con mortalidades de fauna marina, uno en Portugal (Pinto & Silva, 1956) y otro en Sudáfrica (Horstman, 1981), se ha atribuido a depleción de oxígeno.

El 6 de agosto, *P. micans* alcanzó la densidad máxima (20.790 cel/L) en el punto de muestreo "C1". En el punto de muestreo "C2" alcanzó la densidad máxima (5.670 cel/L) el 23 de julio, el 6 de agosto alcanzó la densidad máxima (4.914 cel/L) en el punto de muestreo "PALAS". Esta especie estuvo presente en los 3 puntos de muestreo y durante prácticamente todo el período.

Prorocentrum mínimum

Se han descrito numerosos eventos de mortalidades de peces relacionados con situaciones de hipoxia generadas por proliferaciones de *P. mínimum*. También se han descrito efectos significativos sobre el sistema inmune de juveniles de *Crassostrea virginica* expuestos a *P. mínimum* tanto en laboratorio como en campo. Esto puede representar una mayor susceptibilidad de las ostras ante la exposición a otros agentes como por ejemplo, depleción de oxígeno o enfermedades Hegaret and Wikfors (2005).

La densidad máxima de *P. mínimum* se alcanzó el 28 de mayo en el punto de muestreo "C2" (2.744.512 cel/L). En los puntos de muestreo "C2" y "PALAS" las densidades máximas se alcanzaron el 31 de agosto (1.965.664 y 1.882.216 cel/L, respectivamente). El 4 de septiembre las densidades en los puntos de muestreo "C1" y "C2" continuaron siendo elevadas (1.947.120 y 1.613.328 cel/L).

Prorocentrum triestinum

La densidad máxima de *P. triestinum* se alcanzó el 31 de agosto en el punto "C2" (380.152 cel/L). En el punto de muestreo "PALAS" la densidad máxima se alcanzó también el 31 de agosto (234.118 cel/L). En el punto "C1" la densidad máxima se alcanzó el 3 de agosto (93.366 cel/L). Esta especie estuvo presente desde el 17 de julio hasta el 8 de octubre en el punto "C1", desde el 23 de julio hasta el 10 de octubre en el punto "C2" y desde el 17 de julio hasta el 18 de septiembre en el punto "PALAS".

2. GÉNERO *SCRIPPSIELLA*

La densidad máxima del género *Scrippsiella* se alcanzó el 17 de julio en el punto de muestreo "C1" (19.656 cel/L). En el punto de muestreo "C2" la densidad máxima se alcanzó el 20 de agosto (11.718 cel/L). En el punto "PALAS" se alcanzó la máxima densidad el 21 de mayo. Este género estuvo presente durante prácticamente todo el período en los puntos de muestreo "C1" y "C2". En el punto "PALAS", estuvo presente prácticamente desde el 2 de mayo hasta el 20 de agosto.

3. GÉNERO *PROTOPERIDINIUM*

La densidad máxima del género *Protoperidinium* se alcanzó el 20 de agosto en el punto de muestreo "C2" (185.440 cel/L), el 18 de septiembre en el mismo punto de muestreo la densidad volvió a ser del mismo rango (176.168 cel/L). La densidad máxima en el punto de muestreo "C1" se alcanzó el 25 de junio (25.326 cel/L), en el punto de muestreo "PALAS", la máxima densidad se detectó en la muestra del 25 de junio (12.474 cel/L).

4. OTRAS ESPECIES DE DINOFLAGELADOS PRESENTES PERO MENOS ABUNDANTES

Alexandrium spp.

Algunas especies de este género son productoras de toxinas implicadas en "Paralytic Shellfish Poisoning".

Amphidinium sp.

De especies de este género se han aislado sustancias hemolíticas. También se sabe que puede ser tóxico para la fauna marina. *A. carterae*, es una especie muy común y prácticamente distribuida por todo el mundo. *Amphidinium* sp., estuvo presente en una de las muestras (2.268 cel/L) en el punto de muestreo "C2".

Ceratium furca

Esta especie estuvo relacionada con una mortalidad de langostas en Sudáfrica en 1997 debido a la elevada biomasa de *C. furca* y a las bajas concentraciones de oxígeno en el agua que se alcanzaron al colapso de la proliferación. Esta especie también se relacionó con un episodio de mortalidad de *Sparus aurata* en jaulas en el año 2001 en Kuwait Bay. Estuvo presente en bajas densidades (20-80 cel/L) en los puntos de muestreo "C2" y "PALAS".

Dinophysis cf. *sacculus* y *Dinophysis caudata* (DSP)

Son especies productoras de toxicidad tipo DSP. Estas dos especies estuvieron presentes ocasionalmente en bajas densidades (20-80 cel/L) en los puntos de muestreo "C1" y "C2", pero estuvieron ausentes en "PALAS".

Prorocentrum mexicanum

Estuvo presente en los puntos de muestreo “C1” y “PALAS” el 4, 9 y 10 de octubre en densidades bajas (80-756 cel/L). Estuvo ausente en el punto de muestreo “C2”.

DIATOMEAS

Pleurosigma spp.

La densidad máxima detectada fue de 1.890 cel/L el 4 de septiembre en el punto de muestreo “C1”, estuvo presente en algunas de las muestras de los 3 puntos de muestreo.

Pseudonitzschia spp.

Algunas especies de este género producen ácido domoico responsable del “Amnesic Shellfish Poisoning” (ASP). La toxina puede transmitirse en la cadena alimentaria y ha producido mortalidades de pelícanos, cormoranes y mamíferos marinos.

Este género se detectó únicamente en 3 de las muestras recibidas (“C2” 15-9-2007, “PALAS” 18-9-2007 y “PALAS G”), en densidades entre 1.134 y 7.938 cel/L. Estuvo ausente en el punto de muestreo C1.

Navicula spp.

Este género estuvo presente en los 3 puntos de muestreo. La máxima densidad se detectó el 6 de agosto en “PALAS”.

Diatomeas céntricas pequeñas

Estuvieron presentes en los 3 puntos de muestreo. La máxima densidad detectada fue el 18 de septiembre en el punto “C2”.

CLOROFÍCEAS

Eutreptiella sp.

La densidad máxima del género *Eutreptiella* se alcanzó el 8 de octubre en el punto de muestreo “C2” (3.013.400 cel/L). En el punto de muestreo “PALAS”, la densidad máxima se detectó el 23 de julio (679.174 cel/L). En el punto de muestreo “C1”, la densidad máxima se alcanzó el 9 de octubre (86.940 cel/L). Este género estuvo presente desde el 18 de junio hasta el 10 de octubre en el punto “C1”, desde el 2 de julio hasta el 10 de octubre en el punto “C2” y desde el 18 de junio hasta el 10 de octubre en el punto “PALAS”.

2- Evolución temporal de las densidades de los grupos más abundantes en las tres estaciones de muestreo, desde el 2 de mayo 2007 hasta el 10 de octubre 2007

DINOFLAGELADOS

La máxima densidad de dinoflagelados se alcanzó el 28 de mayo en el punto “C2” (2.745.706 cel/L). El 31 de agosto se alcanzó el máximo en el punto de muestreo “PALAS” (2.118.980 cel/L), en la misma fecha la densidad de dinoflagelados fue también elevada en el punto “C2” (2.348.084 cel/L). La densidad de dinoflagelados fue también elevada el 4 de septiembre en los puntos “C1” y “C2” (1.952.412 y 1.617.108 cel/L) (Fig. 18). La especie que mayormente contribuyó a estos máximos fue principalmente *Prorocentrum minimum*.

DIATOMEAS

La máxima densidad de diatomeas se alcanzó el 20 de agosto en el punto de muestreo “C2” (451.960 cel/L) principalmente causado por las especies *Cylindrotheca closterium* (Fig. 19) y *Skeletonema* sp (Fig. 20). En el punto de muestreo “C1” la máxima densidad también se alcanzó el 20 de agosto (376.222 cel/L) debido a la especie *Skeletonema* sp. En el punto de muestreo “PALAS”, la máxima densidad se alcanzó en la misma fecha (216.658 cel/L) también debido a la especie *Skeletonema* sp.

NANOFLAGELADOS

La máxima densidad de nanoflagelados se alcanzó el 18 de septiembre en el punto “C1” (5.424.120 cel/L). En el punto “C2”, la máxima densidad se alcanzó también el 18 de septiembre (4.867.800 cel/L) mientras que en “PALAS” se alcanzó el 31 de agosto (5.071.784 cel/L). Los nanoflagelados estuvieron presentes en “C1” desde el 4 de septiembre hasta el 10 de octubre, en “C2” desde el 31 de agosto hasta el 10 de octubre, en “PALAS”, también estuvieron presentes desde el 31 de agosto hasta el 10 de octubre.

FITOPLANCTON TOTAL

Sumando todos los grupos de microalgas, la máxima densidad se detectó en “PALAS” el 31 de agosto con una densidad de 7.193.410 cel/L. En general se observan máximos seguidos de bruscos descensos en las densidades como el 15 de septiembre y el 4 de octubre.

EVOLUCIÓN DE LAS DENSIDADES CELULARES TOTALES DEL ZOOPLANCTON

Los tintínidos y los ciliados fueron abundantes. Los tintínidos estuvieron presentes en prácticamente todas las muestras y fueron abundantes en julio y agosto. Las densidades máximas fueron de 35.910 cel/L en “C1” y 25.704 cel/L en “C2”. En “PALAS”, las densidades fueron algo inferiores, con un máximo de 11.718 cel/L y ausentes desde el 23 de julio hasta el 20 de agosto.

Tarea 4: Validación de sistemas, análisis de rendimientos y costes

Una adecuada selección del sitio de cultivo, en el que debe primar que haya flujo de agua y que ésta sea rica en fitoplancton, asegurará la viabilidad biológica (crecimiento y mortalidad, fundamentalmente) de esta fase del cultivo. No obstante, como cualquier otra actividad económica debe asegurar, además, la rentabilidad, en la que incide de manera determinante la mayor o menor necesidad de mano de obra, consecuencia, tanto del sistema, como de los recipientes utilizados.

CA de Galicia

Hace un análisis pormenorizado de costes y rendimientos del sistema de preengorde de semilla de almeja en bolsas en un modelo de jaula. Según los datos se ve que es un sistema válido y muy rentable para el cultivo hasta fase de siembra de individuos a partir de tallas T2. Tanto en su forma de aprovechamiento de la franja intermareal, como sobre todo en los sistemas de viveros flotantes (bateas), se plantea como la solución y alternativa para abordar el preengorde en las rías gallegas sin necesidad de bombes de agua ni producción a mayores de fitoplancton.

Por un lado se aprovecha el sistema de corrientes por mareas que se dan en nuestras rías, a la vez que la almeja se alimenta del plancton natural, mucho más diverso y con mayor capacidad nutritiva que el que se puede producir en las instalaciones en tierra.

Trabajando con densidades de iniciales relativamente altas, en torno a los 2,0 Kg/m² y efectuado los desdobles cuando se duplica la densidad, que para almeja babosa y japónica, en los meses más favorables (primavera/verano) suele ser cada 15/20 días, no existen problemas de crecimiento ni mortalidad. En el caso de la almeja fina, con una tasa de crecimiento menor, este desdoble debe hacerse en torno a los 30 días.

La pérdida de individuos por la propia estabulación es prácticamente inexistente, siempre y cuando se tenga en cuenta la regla de introducir en una bolsa de una malla de luz concreta, aquella almeja que es tamizada por la malla superior. Así para el preengorde en malla de 1 mm debe ser tamizada por 2 mm, para la malla de 2 mm tamizada por 3...

Otro aspecto positivo en relación con el preengorde en instalaciones en tierra es el régimen de temperaturas mucho más estable que se dan a lo largo del año. En el medio natural, en nuestras rías, oscilan entre los 9/10°C del invierno y los 18/20°C en los meses estivales. En las instalaciones en tierra, donde se utilizan grandes volúmenes de agua para la producción del fitoplancton, la oscilación de la temperatura suele oscilar en valores más extremos que pueden ir desde los 5°C (incluso puntualmente menor) a los 23/25°C.

De forma global las ventajas que presenta este sistema serían:

- Los resultados de crecimiento y supervivencia son muy buenos, alcanzando la almeja babosa Gm medias de 200, la japónica de 150 y la fina de 100, con supervivencias superiores al 95% durante la fase de preengorde.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

- Las almejas captan directamente del exterior de la bolsa el agua y con ella, el alimento y oxígeno que precisan, optimizándose la utilización del agua de mar disponible y por ello la capacidad de carga es máxima.
- Se minimizan las pérdidas de unidades de semilla por escape.
- La captación de agua es más homogénea por toda la biomasa minimizándose la formación de colas.
- Gran proporción de superficie de contacto con el agua de mar por unidad de biomasa, con lo cual se prevén problemas por fijación momentánea de epibiontes.
- El sistema presenta muchas posibilidades de mecanización posibilitando la disminución de los costes y tiempo de manipulación.
- El sistema, dadas sus peculiaridades, puede ser utilizado en otras ubicaciones diferentes de la batea. En mesas sobreelevadas en zonas intermareales o se pueden utilizar directamente en fondos marinos de zonas acotadas para labores de preengorde o en sistemas de long-line.

Partiendo de los resultados obtenidos con las diferentes pruebas llevadas a cabo en cuanto a los sistemas de preengorde en el medio natural, a lo largo del desarrollo del “Plan Nacional de desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas” se diseñó un sistema para elevar al ámbito industrial este sistema de preengorde en vivero flotante.

Tomando como base una batea, se dimensionó para la producción anual de unos 21 millones de unidades de semilla desde el tamaño T3 hasta que alcance el tamaño de siembra en tono a los 14/15 mm, para almeja babosa y japónica. En el caso de desarrollar el preengorde con almeja fina, dado que solamente se aprovecharían 3 ciclos de preengorde, el nº de unidades a preengordar estaría en torno a los 15,5 millones de unidades/año. Evidentemente es posible todo tipo de combinación de las tres especies, en cuanto al número de ciclos y número de unidades iniciales.



Con este dimensionamiento es necesario contar con un máximo de 30 jaulas por batea para completar los cuatro ciclos de almeja babosa/japónica.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

NÚMERO DE UNIDADES INICIALES POR CICLO: 5.500.000					
DÍA DE CULTIVO	JAULAS CICLO 1	JAULAS CICLO 2	JAULAS CICLO 3	JAULAS CICLO 4	JAULAS TOTALES
1	3				3
20	6				6
40	12	3			15
60	24	6			30
80		12	3		15
100		24	6		30
120			12	3	15
140			24	6	30
160				12	12
180				24	24
UNIDADES FINAL	5,283,278	5,283,278	5,283,278	5,283,278	21,133,112

Desarrollo del cultivo en batea, para cuatro ciclos con nº de jaulas necesarias en cada fase del mismo.

La disposición de las jaulas será por la periferia de la batea para facilitar las labores de izado con la grúa del barco, pudiéndose utilizar el centro del vivero para la colocación de otro tipo de cultivos.

Se diseñaron unas jaulas en hierro galvanizado en caliente cuyas medidas son de 1100 x 1200 x 1700 mm, con un total de 22 pisos de 10 bolsas de 400/500 x 190 mm en cada nivel, lo que representa un total de 220 bolsas por jaula.

Las jaulas irán colgadas por unas cadenas en las cuatro esquinas a las vigas de la batea. Para disminuir los riesgos de robo, las jaulas van protegidas por malla electrosoldada en la parte posterior, la superior y la inferior, así como en la parte delantera que lleva una puerta con un sistema antirrobo que sólo permite abrirla cuando la jaula se deposita en una superficie firme (tierra, cubierta del barco, tarima de la batea,..)

Para facilitar las labores de desdoble, clasificación y preparación de bolsas sería necesario una mesa de clasificación automática en húmedo, una sistema de sujeción de las bolsas en vertical para facilitar el cierre de las bolsas con los tubos de PVC ranurados y otros elementos como bandejas, cubetas, etc.

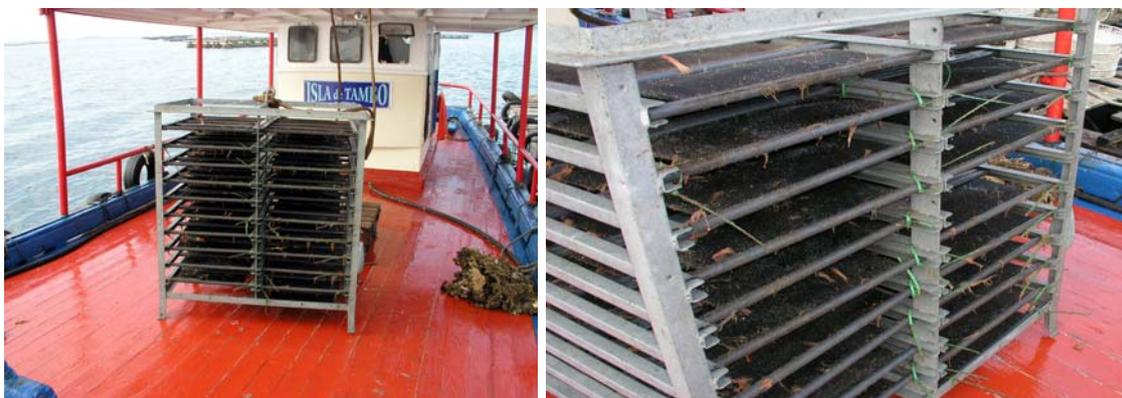
De acuerdo con este modelo, la inversión necesaria por batea para esta producción estaría en torno a los 67.880 euros, IVA incluido (sin contar con la inversión del vivero ni la embarcación), desglosado de la siguiente forma:

Elementos de preparación de bolsas (clasificadora, máquina de cierre,..).....	11.500 €
30 jaulas galvanizadas de 1200 x 1100 x 1700.....	32.700 €
Elementos de sujeción (Anclajes, cadenas, cabos, mosquetones, grilletes)...	9.900 €
Bolsas y tubos PVC.....	13.780 €

Para el mantenimiento de la instalación sería necesario contar con 2 personas dedicadas a jornada completa 5 días a la semana, ya que una vez puesta en marcha es necesario procesar las diferentes tareas de forma continua de 2 jaulas al día (con desdoble cada 15

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

días y en el momento de máxima producción) y la contratación eventual de dos personas en momentos concretos a un máximo de 60 jornadas al año.

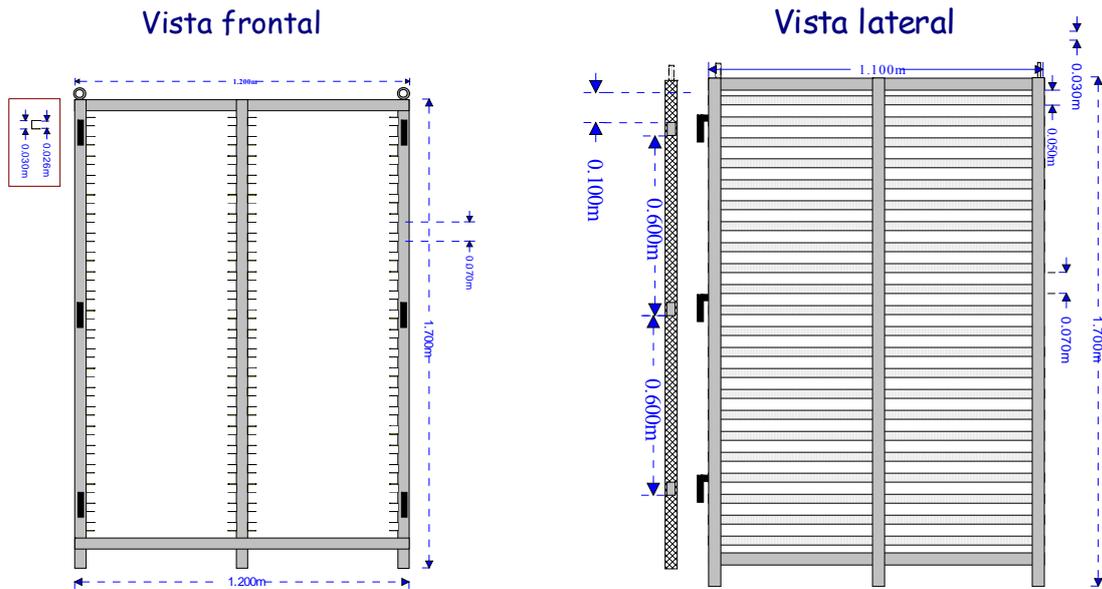


Figuras de modelos de jaulas ensayadas a nivel industrial

ESTIMACIÓN DE COSTES DE EXPLOTACIÓN (IVA no incluido): Para un supuesto de producción del 50% de almeja babosa y otro 50% de almeja japónica

RESULTADOS DE EXPLOTACIÓN			
INGRESOS			
Semilla	Uds	Precio €/1000	Importe
A. babosa	10,566,556	10.00	105,665.56
A. japónica	10,566,556	8.00	84,532.45
	21,133,112		
	TOTAL INGRESOS		190,198.01
GASTOS			
Semilla	Uds	Precio €/1000	Importe
A. babosa	11,000,000	5.00	55,000.00
A. japónica	11,000,000	4.00	44,000.00
			99,000.00
Personal			
Patrón (75% dedicacion)	1	18,750.00	18,750.00
Marinero (75% dedicacion)	1	16,500.00	16,500.00
Eventual (60 jornadas)x 2 personas	120	80.00	9,600.00
			44,850.00
Gasoil			
	1	6,000.00	6,000.00
			6,000.00
Reposición Material de cultivo			
Cuerdas, cajas, bolsas, tubos etc	1	3,000.00	3,000.00
			3,000.00
Mantenimiento			
Reparaciones barco, certificados,	1	6,000.00	6,000.00
			6,000.00
	TOTAL GASTOS		158,850.00
	BENEFICIO		31,348.01

Todos estos resultados y conclusiones fueron presentados el X y XI Congreso Nacional de Acuicultura (en Gandía y Vigo), así como en el VIII FORO de Los Recursos Marinos y Acuicultura de las Rías Gallegas de O Grove.



Esquemas de modelos de jaulas diseñado y propuesto para desarrollo del preengorde de semilla de almeja a nivel industrial en batea

CA de Andalucía

Analiza los rendimientos relacionando aspectos biológicos con aspectos económicos en el preengorde, como se puede ver en alguna de las publicaciones presentadas a Congresos. Para cubrir las necesidades de empresas de tamaño pequeño, que pretendan efectuar su propio preengorde, debe primar la adquisición de semillas del menor tamaño posible, el empleo de recipientes de pequeño tamaño (sacos o cestos ostrícolas) de fácil adquisición en el mercado y la selección de sistemas que aprovechen directamente el flujo mareal, sin necesidad de energías complementarias, en elevación si la explotación está ubicada en la zona intermareal, o en suspensión desde estructuras lo más simple posible, si la situación es submareal.

Si la empresa es de tamaño medio, dedicada a la venta de semilla para siembra, o asociaciones resultantes del agrupamiento de empresas de pequeño tamaño dedicadas al engorde, son recomendables, además de como en el caso anterior, adquirir semilla de pequeño tamaño (aproximadamente 2 mm), utilizar recipientes de tamaño grande (cilindros de 1 m de diámetro) para reducir los costes/semilla, derivados de la mano de obra, ubicados en la zona submareal, para aprovechar la columna de agua. En función de las densidades utilizadas y la ubicación, puede aprovecharse el flujo mareal directamente o aumentarlo mediante el complemento de otras energías (airlift).

En cada zona de cultivo debe ser el estudio económico, una vez asegurada la viabilidad biológica, el que establezca las bases para la toma de decisión acerca de la conveniencia de realizar el preengorde, o adquirir la semilla, con talla de siembra (10 mm), directamente a las empresas especializadas.

Se recomienda no olvidar aspectos fundamentales como la calidad de la semilla y las ventajas económicas de realizar esta fase del cultivo en la propia explotación o en sus proximidades, dependiendo del sistema seleccionado.

CONCLUSIONES DE LA LÍNEA 2

Se presentan a continuación las conclusiones de la línea para cada una de las Comunidades. La comparación de los resultados obtenidos para cada una, sería muy subjetivo debido a los diferentes emplazamientos y sistemas utilizados.

Galicia:

Sistemas de preengorde en la franja intermareal (sobreelevado) y en viveros flotantes (bateas)

El sistema de cultivo en bolsas en las Rías Gallegas es un sistema válido y rentable para el cultivo de semilla a partir de tallas T2, tanto en su forma intermareal como en batea. Planteándose como una solución alternativa sin necesidad de bombeo de agua ni producción a mayores de fitoplancton.

Sistemas de preengorde en tambores de flujo invertido

De los dos sistemas ensayados, el correspondiente al semillero basado en agua de mar suplementada con fitoplancton, es más eficiente biológicamente pero en el aspecto económico resulta menos costoso el basado en efluente de piscifactoría de peces.

Las dos especies estudiadas (babosa y japonesa) crecen adecuadamente en ambos sistemas, con resultados más elevados, en longitud y peso, en las poblaciones de *T. philippinarum*.

Los resultados de estos ensayos son orientativos, debiendo contrastarse con otros a efectuar en diferentes períodos del año, semilla de menor tamaño y con características similares en cuanto a parámetros biométricos.

Sistemas de preengorde en flujo invertido airlift en el pantalán de Camariñas

Da buenos resultados en cuanto a crecimientos y al estado general de la semilla, observando que las líneas de crecimiento de la semilla cultivada, son continuas, sin irregularidades, ni deformidades, con fuerte embisado en el fondo y paredes del contenedor. El sistema propuesto, se muestra resistente y estable, aún en condiciones ambientales adversas.

En la composición bioquímica de las distintas especies de almejas, preengordadas en los distintos sistemas empleados, existen algunas diferencias pero son debidas más bien a la especie en sí y no al sistema de preengorde empleado. En batea, las tres especies estudiadas tienen un comportamiento diferente y lo mismo ocurre, cuando se comparan los dos semilleros en tierra (semillero tradicional y de efluente de piscifactoría).

Un factor que puede influir negativamente en el crecimiento de la semilla, es que estos individuos presentan una madurez sexual con tallas pequeñas y emplean parte de la energía en este desarrollo, en lugar del crecimiento somático.

Cataluña:

En general se puede afirmar que la fase de preengorde de almeja es viable en las Bahías del Delta del Ebro. El método de preengorde más aceptable, de los probados hasta la fecha, es el de cestos ostrícolas. Este método permite llevar la semilla hasta los 15mm, talla adecuada para su siembra en parque y en la que aún no se presentan problemas de deformidad. Para optimizar esta fase de cultivo, los períodos de preengorde no deberían coincidir con períodos de verano o invierno (debido a las fuertes fluctuaciones térmicas que sufren las Bahías del Delta debido a sus especiales condiciones hidrodinámicas y físicas).

Andalucía:

Para cubrir las necesidades de empresas de tamaño pequeño, que pretendan efectuar su propio preengorde, debe primar la adquisición de semillas del menor tamaño posible y el empleo de recipientes de pequeño tamaño (sacos o cestos ostrícolas) sin necesidad de energías complementarias.

Si la empresa es de tamaño medio, cómo en el caso anterior, adquirir semilla de pequeño tamaño (aproximadamente 2 mm), utilizar recipientes de tamaño grande (cilindros de 1 m de diámetro) para reducir los costes/semilla, derivados de la mano de obra.

En cada zona de cultivo debe ser el estudio económico, una vez asegurada la viabilidad biológica, el que establezca las bases para la toma de decisión acerca de la conveniencia de realizar el preengorde, o adquirir la semilla, con talla de siembra (10 mm), directamente a las empresas especializadas.

Asturias:

El seguimiento de los distintos lotes de semilla de producción propia muestran que el crecimiento de la semilla durante los meses de invierno (diciembre hasta mayo) resulta prácticamente nulo. El paso de la semilla del criadero, en donde se la mantiene con aporte continuo de alimento a la Ría, donde las condiciones no son favorables, baja temperatura y poco alimento, supone un parón en su crecimiento que llega incluso a una merma en su peso lo que las hace más vulnerables. A partir de abril-mayo, coincidiendo con un aumento de la temperatura del agua y a una mayor disponibilidad de alimento en el medio, propicia que el crecimiento se acelere. Estos datos ponen de manifiesto que no resulta satisfactorio el preengorde de semilla en la ría durante los meses invernales ya que no sólo se produce un estancamiento del crecimiento sino que incluso puede llegar a perder peso, lo que hace que la semilla sea más vulnerable y se produzca una mortalidad importante.

La estrategia a seguir sería adelantar las puestas a primeros de año, mediante el acondicionamiento de reproductores, para así poder sacar la semilla en primavera-verano cuando las condiciones son las más favorables para el preengorde en la Ría, o bien intentar retrasar las puestas naturales lo más posible para que el preengorde en el criadero coincida con los meses invernales y sacar la semilla al medio cuando las condiciones sean más propicias.

Cantabria:

Los análisis de relación de biomasa generada de semilla por el fitoplancton muestran que, al menos para las especies detectadas, es más importante la concentración que la especificidad. La evolución temporal de las especies se corresponde al patrón típico del área de estudio. La presencia de dinoflagelados que podrían ser causantes, según la bibliografía, de mortalidades en semilla no se ha detectado al menos para las concentraciones presentes en las muestras.

BIBLIOGRAFÍA DE LA LÍNEA 2

A. Cerviño Eiroa, A. Guerra y C. Pérez Acosta (eds.). Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia: 443-446.

Albentosa, M., A. Pérez Camacho, U. Labarta, R. Beiras, M.J. Fernández-Reiriz. 1993. Nutritional value of algal diets to clam spat *Venerupis pullastra*. Marine ecology progress series 97: 261-269.

Albentosa, M., A. Pérez Camacho, y R. Beiras. 1996. The effect of food concentration on the scope for growth and growth performance of *Ruditapes decussatus* (L.) seed reared in an open-flow system. Aquaculture nutrition 2: 213-220.

Albentosa, M., R. Beiras, y A. Pérez Camacho. 1994. Determination of optimal thermal conditions for growth of clam (*Venerupis pullastra*) seed. Aquaculture 126: 315-328. Aquaculture in Puget Sound. Washington Sea Grant Program, Technical Report WSG 82-4: 45 pp.

Beiras, R., A. Pérez Camacho, y M. Albentosa. 1990. Tasas de filtración en larva de ostra (*Ostrea edulis* L.). Actas III Congreso Nac. Acuicult.: 581-585.

Briton, W. 1991. Clam cultivation manual. Aquaculture Explained, 8. 60 pp.

Cerviño Eiroa, A., A. García Fernández y A. De Co. 2005. Resultados de preengorde de la almeja japonesa, (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850) en diversos sistemas en las Rías Bajas de Galicia. Resúmenes. X Congreso Nacional de Acuicultura, (17-21 de octubre, 2005. Gandía (Valencia), España): 600-601.

Cerviño Eiroa, A., A. García Fernández, A. De Co, M. Bao y M. Domínguez. 2005. Mejoras tecnológicas en el preengorde de moluscos bivalvos. Aplicaciones en el cultivo en batea en las rías bajas gallegas. Galicia. España. En: Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura (13-16 de mayo, 2003. Cádiz, España). Consejería de Agricultura y Pesca (ed.): 195-200. Junta de Andalucía. Sevilla. España.

Cerviño Eiroa, A., García Fernández, A., y De Co Martín, A. 2005. Sistema de bolsas para preengorde de almejas en batea. En: Libro de resúmenes VIII Foro Recursos Marinos y de la Acuicultura. Asociación cultural do Foro dos Recursos Mariños e Acuicultura das Rías Galegas (eds.): 598-599. O'Grove.

Cerviño Eiroa, A., García Fernández, A., De Co Martín, A., Bao Iglesias, M. y Domínguez, M. 2003. El preengorde de moluscos bivalvos en medio natural. Sus ventajas comparativas respecto de los semilleros en tierra y su aplicación a las rías bajas de Galicia. Algunas líneas de mejora. En: Actas IX Congreso Nacional de Acuicultura. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía (eds.): 266-267. Cádiz.

Dreywood, R. 1946. Qualitative test for carbohydrate material. Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed.), 18: 499.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

García Fernández, A., A. Cerviño Eiroa, A. De Co, M. Bao Iglesias y M. Domínguez. 2005. Tasa de crecimiento y mortalidad en el preengorde de la almeja fina, *Ruditapes decussatus* (Linné, 1758), la almeja babosa, *Venerupis pullastra* (Montagú, 1803) y la almeja japonesa, *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850), en batea en las Rías Bajas de Galicia. Su relación con las densidades de cultivo y las operaciones de manejo. En: Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura (13-16 de mayo, 2003. Cádiz, España). Consejería de Agricultura y Pesca (ed.): 211-213. Junta de Andalucía. Sevilla. España.

Guerra, A. 2002a. Los minicriaderos: propuesta de un modelo de instalación para la obtención de semilla de moluscos bivalvos comerciales. IV Foro de Recursos Marinos y de Acuicultura de las Rías Gallegas: (10 y 11 de octubre de 2001. O'Grove, Pontevedra, España). M. Rey, J. Fernández y M. Izquierdo (eds.): 67-77.

Guerra, A. 2002b. La ostricultura. Técnica de producción y cultivo. En: Impulso, desarrollo y potenciación de la ostricultura en España. E. Polanco (dirección): 37-64. Fundación Alfonso Martín Escudero. Madrid, España. Pouso, O., G. Poza., E. Longa y I.

Guerra, A. e Ingenieros S.L. 1995. Prototipo de instalación para criadero y semillero para producción de ostra plana (*Ostrea edulis*), bajo cubierta ligera. 2 volúmenes. Dir. Xeral de Mar e Acuicultura. Consellería de Pesca, Acuicultura e Marisqueo (Ed.). Santiago de Compostela.

Hégaret, H., Wikfors, G.H. 2005. Effects of natural and field-simulated blooms of the dinoflagellate *Prorocentrum minimum* upon hemocytes of eastern oysters, *Crassostrea virginica*, from two different populations. Harmful Algae 4(2): 201-209.

Hégaret, H., Wikfors, G.H. 2005. Time-dependent changes in hemocytes of eastern oysters, *Crassostrea virginica*, and northern bay scallops, *Argopecten irradians irradians*, exposed to a cultured strain of *Prorocentrum minimum*. Harmful Algae 4(2): 187-199.

Horstman, D.A. 1981. Reported red water outbreaks and their effects on fauna of the west and south coasts of South Africa 1959-1980. Fish. Bull. S. Afr. 15: 71-88.

Hu, T., deFreitas, A.S.W., Doyle, J., Jackson, D., Marr, J., Nixon, E., Pleasance, S., Quilliam, M.A., Walter, J.A. y Wright, J.L.C. 1993. New DSP toxin derivatives isolated from toxic mussels and the dinoflagellates, *Prorocentrum lima* and *Prorocentrum concavum*. In: Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea (Ed. by T.J. Smayda & Y. Shimizu), pp. 507-512, Elsevier, New Cork.

Jara, R.J. 1995. Crecimiento de semilla de *Venerupis pullastra* M. y de *Ruditapes decussatus* L. En agua residual procedente del cultivo de Rodaballo (*Psetta maxima* L.). Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 263 p.

Lee, J.-S., Igarashi, T., Fraga, S., Dahl, E., Hovgaard, P. y Yasumoto, T. 1989. Determination of diarrhetic shellfish toxins in various dinoflagellate species. J. Appl. Phycol. 1: 147-152.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

López, J., Rodríguez, C., y Carrasco, J.F. 2005. Densidad y distribución de *Solen marginatus* (Pulteney, 1799) (Mollusca: Bivalvia) en los bancos naturales de la ría del Eo (Principado de Asturias). En: Libro de resúmenes del VIII Foro Recursos Marinos y de la Acuicultura. Asociación cultural do Foro dos Recursos Mariños e Acuicultura das Rías Galegas (eds.): 247-249. O’Grove.

Lowry, O.H., N.J. Rosenbrough, AL. Farr y R.J. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin Phenol reagent. J. Biol. Chem, 193: 265-275.

Lucas, A. 1977. La culture de la palourde: tradition et voies nouvelles. La Pêche Maritime, 1993: 475-478.

Marsh, J.B. y D.B. Weinstein. 1966. Simple charring method for determination of lipids. J. Lipid Res. 7: 574-576.

Martínez, M., A. Coó y M.P. Sabe. 2001. La formación de biso como indicador de calidad en la semilla de moluscos bivalvos. las experiencias con almeja fina *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758). Monografías del Instituto Canario de Ciencias Marinas 4: 138-143.

Martínez, M., Cerviño, A., García, A., Martínez, D., Nóvoa, S., Ojea, J., Sebe, M., Casal, A., Fariña, J., Mosquera, P. y R. Rodríguez. 1997. Preengorde de almeja fina (*Venerupis decussatus*) en sistemas sobreelevados. Comunicación VI CNA. Cartagena.

Martínez, M., A. Cerviño, A. Coó, A. García, D. Martínez, S. Novóa, J. Ojea, M.^aP. Sebe, A. Casal, J. Fariña, P. Mosquera y R. Rodríguez. 1997. Preengorde de almeja fina (*Ruditapes decussata*) en sistema sobreelevados. En: Actas VI Congreso Nacional de Acuicultura. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (eds.): 233-238. Cartagena.

Murakami, Y., Oshima, Y. y Yasumoto, T. 1982. Identification of okadaic acid as a toxic component of a marine dinoflagellate *Prorocentrum lima*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 48: 69-72.

Parache, A. 1980. Les relations “proi – prédateur” entre le crab vert *Carcinus maenas* et la palourde *Ruditapes philippinarum*. Bull. Mensual, Office Natl. Chasse: 299-309.

Pérez-Camacho, A. y G. Román. 1985. Cultivo en batea de semilla de ostra (*Ostrea edulis*) en la Ría de Arosa. Bol. Inst. Esp. Oceanog., 2(2): 1-8.

Pérez-Camacho, A. y M. Cuña. 1985. First data of raft culture of Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) in the Ría de Arousa (NW Spain). ICES, Mariculture committee, C.M. 1985, F43, ref. k.

Pérez-Camacho, A. y M. Cuña. 1987. Cultivo experimental de *Venerupis decussata* y *Ruditapes philippinarum*. Cuad. Marisq. Publ. Téc., 12: 353-358.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Pérez-Royo, A., P. Ruiz-Azcona y R. Navajas. 2005. Engorde de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*, Adams & Reeve, 1850) con deformaciones producidas en la etapa de preengorde. Comunicación XCNA, Libro de resúmenes, II: 654-655.

Pinto, J.S. y E.S. Silva 1956. The toxicity of *Cardium edule* L. and its possible relation to the dinoflagellate *Prorocentrum micans* Ehr. Notas Est. Inst. Biol. Mar. 12: 1-20.

Quayle, D.B. y G.F. Newkirk. 1989. Clam culture. En: Farming Bivalve Molluscs: Methods for Study and Development. Louisiana State University. Baton Rouge. Canadá. 214 – 228.

Ricker, W.E. 1954. Effects of compensatory mortality upon population balance. J. Wildl. Manage., 18: 45-51.

Royo, A. 1986. Estudios sobre el cultivo de *Ruditapes decussatus* (L., 1758), Mollusca, Bivalvia, en la zona intermareal de la provincia de Huelva. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. 298 pp.

Royo, A. 2006. El cultivo de la almeja en la provincia de Huelva: análisis y perspectivas. En: Ponencias. III as Jornadas de Acuicultura en el litoral suratlántico (21-22 de marzo, 2006. Cartaya (Huelva), España). J. Ortiz, A. Royo y M. L. Cordero (Coordinadores): 19-33. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla, España.

Royo, A. y P. Ruiz Azcona. 2007a. Preengorde de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850). Comparación del rendimiento de sistemas en flotación. En: XI Congreso Nacional de Acuicultura: Cultivando el futuro (24-28 septiembre, 2007. Vigo (Pontevedra), España). A. Cerviño Eiroa, A. Guerra y C. Pérez Acosta (eds.). Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia: 439 - 442.

Royo, A. y P. Ruiz Azcona. 2007b. Preengorde de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850). Comparación del rendimiento de sistemas basados en el aprovechamiento de la columna de agua. En: XI Congreso Nacional de Acuicultura: Cultivando el futuro (24-28 septiembre, 2007. Vigo (Pontevedra), España).

Royo, A. y P. Ruiz Azcona. 2007c. Preengorde de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850). Comparación del rendimiento de sistemas en elevación y directamente sobre el substrato. En: XI Congreso Nacional de Acuicultura: Cultivando el futuro (24-28 septiembre, 2007. Vigo (Pontevedra), España). A. Cerviño Eiroa, A. Guerra y C. Pérez Acosta (eds.). Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia: 451-454.

Royo, A. y P. Ruiz Azcona. 2007d. Estimación de la capacidad de carga en el preengorde intensivo de la almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850), en el substrato de la zona intermareal. En: XI Congreso Nacional de Acuicultura: Cultivando el futuro (24-28 septiembre, 2007. Vigo (Pontevedra), España). A. Cerviño Eiroa, A. Guerra y C. Pérez Acosta (eds.). Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia: 455-458.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Royo, A. y P. Ruiz Azcona. 2007e. Estimación de la capacidad de carga en el engorde intensivo de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850), en el substrato de la zona intermareal. Resúmenes. XI Congreso Nacional de Acuicultura, (24-28 septiembre, 2007. Vigo, Pontevedra, España). A. Cerviño y A. Guerra (eds.). Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. 4 pp.

Royo, A., D. Quintero, M. Hurtado Burgos y M. Hurtado Cancelo. 2001. Primeros datos sobre el cultivo (engorde) de la almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850), en la zona intermareal de la provincia de Huelva. Monografías del Instituto Canario de Ciencias Marinas 4: 168-173.

Royo, A., P. Ruiz Azcona e I. Palanco. 2007. Preengorde intensivo de la almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850), a altas densidades de siembra, en el substrato de la zona intermareal,. En: Resúmenes. XI Congreso Nacional de Acuicultura, (24-28 septiembre, 2007. Vigo, Pontevedra, España). A. Cerviño y A. Guerra (eds.). Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. 4 pp.

Royo, A., P. Ruiz Azcona y R. Navajas. 2005a. Preengorde intensivo de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850) en substrato, en la zona intermareal. En: X Congreso nacional de acuicultura: La acuicultura, fuente de pescado de calidad para el futuro, (17-21 de octubre, 2005. Gandía, Valencia, España). C. Mosquera de Arancibia, I. Arnal Atarés, M. Jover Cerdá y F. de la Gándara (eds.). Boletín. Instituto Español de Oceanografía 21: 429-436.

Royo, A., P. Ruiz Azcona y R. Navajas. 2005b. Estimación de la mortalidad de siembra en cultivos de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*, Adams & Reeve, 1850) en la zona intermareal. En: X Congreso Nacional de Acuicultura: La acuicultura, fuente de pescado de calidad para el futuro (17 – 21 de octubre, 2005. Gandía, Valencia, España). C. Mosquera de Arancibia, I. Arnal Atarés, M. Jover Cerdá y F. de la Gándara (eds.). Boletín. Instituto Español de Oceanografía 21: 407-411.

Royo, A., P. Ruiz Azcona y R. Navajas. 2005c. Evolución en la fase de engorde de las anomalías aparecidas en las valvas de la almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*, Adams & Reeve, 1850) durante su preengorde. En: X Congreso Nacional de Acuicultura: La acuicultura, fuente de pescado de calidad para el futuro (17-21 de octubre, 2005. Gandía, Valencia, España). C. Mosquera de Arancibia, I. Arnal Atarés, M. Jover Cerdá y F. de la Gándara (eds.). Boletín. Instituto Español de Oceanografía 21: 413-422.

Royo, A., P. Ruiz Azcona y R. Navajas. 2005d. Engorde de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850) con anomalías en el crecimiento producidas durante el preengorde. En: X Congreso nacional de Acuicultura: La acuicultura, fuente de pescado de calidad para el futuro (17 -21 de octubre, 2005. Gandía, Valencia, España). C. Mosquera de Arancibia, I. Arnal Atarés, M. Jover Cerdá y F. de la Gándara (eds.). Boletín I. Instituto Español de Oceanografía 21 (1-4): 389-395.

Santamaría. 2004. Formación en réxime de empresa tutelada para alumnos do Instituto Galego de Formación en Acuicultura. VI Foro de Recursos Marinos y de Acuicultura de

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

las Rías Galegas. (9 e 10 de outubro do 2003. O'Grove, Pontevedra, España). M. Rey, J. Fernández y M. Izquierdo (eds.): 265-268.

Spencer, B.E., D.B. Edwards y P.F. Millican. 1991. Cultivation of Manila clams. Lab. Leaflet, MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food) (UK) Direct. Fish. Res., Lowestoft (65): 29 pp.

Spencer, B.E y B.T. Harper 1981. Tide-Powered upwelling system for growing nursery-size bivalves in the sea. En: C. Claus, N. Pauw and Jaspers (eds.). Nursery Culturing Bivalve Molluscs. EAS Special Publication 7: 283-308.

Tindall, D.R., Dickey R.D., Carlson, R.D. y Morey-Gaines, G. 1984. Ciguatogenic dinoflagellates from the Caribbean Sea. In: Seafood Toxins (Ed. by E.P. Ragelis), pp. 225-240. Am. Chem. Soc., Washington.

Torigoe, K., Murata, M. y Yasumoto, T. 1988. Prorocentrolide, a toxic nitrogenous macrocycle from a marine dinoflagellate. J. Am. Chem. Soc. 110: 7876-7.

Williams, P. 1981. Offshore nursery-culture using the upwelling principle. En: C. Claus, N. Pauw and Jaspers (eds.). Nursery Culturing Bivalve Molluscs. EAS Special Publication 7: 311-315.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

LÍNEA 3: ENGORDE DE SEMILLA

INTRODUCCIÓN

Existen además de bancos naturales, otras instalaciones como son estanques o bahías, donde se podría hacer el engorde de la semilla, intensificando la producción, promoviendo flujos de agua y provocando blooms de fitoplancton.

Dentro de esta línea de trabajo se incluyen dos tareas a realizar por las diferentes Comunidades Autónomas.

Tarea 1: Cultivo de almejas en estanques

Tarea 2: Cultivo en sistema abierto

	a) Galicia	b) Cataluña	c) Andalucía	d) Asturias	e) Cantabria
Tarea 1			X		
Tarea 2		X			

OBJETIVOS DE LA LÍNEA 3

- Empleo de diferentes sistemas y zonas de siembra
 - Cultivo de almejas en estanques, promoviendo flujos inducidos que permitan una intensificación de la producción, con una necesaria optimización de los sistemas de cultivo (manejo y canalización del agua e inducción de bloom de fitoplancton).
 - Cultivos de almejas en sistemas abiertos tipo bahías.
- Determinación de densidades óptimas, temporización y duración del engorde, así como la influencia de los factores ambientales.

RESUMEN DE LA LÍNEA 3

En Cataluña se ha realizado una experiencia de engorde en la bahía del Fangar (delta del Ebro) partiendo de semilla de almeja japonesa procedente del criadero del IRTA. Se han ensayado dos grupos de tallas y dos densidades de cultivo, realizándose un seguimiento ambiental y de los individuos durante 13 meses (octubre 2006-noviembre 2007).

En Andalucía se han realizado dos experiencias de engorde con almeja fina y japonesa en el semillero de flujo invertido localizado en un estanque en las instalaciones del IFAPA Centro El Toruño. Se ha realizado un seguimiento de crecimiento de estos lotes, además de controlar otros factores como la aparición de deformidades y el fouling. La almeja japonesa engordada en estas instalaciones durante ocho meses de cultivo (desde julio a febrero) logró duplicar su tamaño pasando de los 12 mm iniciales a 26 mm al final de la experiencia

TAREAS DE LA LÍNEA 3

Tarea 1: Cultivo de almejas en estanques

Se ha realizado el engorde de almeja japonesa y fina en el semillero de flujo ascendente ubicado en un estanque reserva de la granja marina de las instalaciones del IFAPA Centro El Toruño, con el fin de validar este sistema de engorde como continuación del preengorde.

CA de Andalucía

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado contenedores de preengorde según los descritos por Saavedra et al., 2008 (0,9 m de diámetro, 20 m³/h de flujo de agua).

1- Engorde de Almeja Japonesa

Se han realizado muestreos mensuales de crecimiento y, además, se han llevado a cabo tres muestreos (uno en noviembre, y dos en febrero) para estudiar el porcentaje de individuos deformes y el de afectados por fouling duro compuesto por *Balanus*, *Anomia* y *Ostión*, principalmente. El lote utilizado había sido preengordado en estas mismas instalaciones.

2- Engorde de Almeja Fina

Entre diciembre de 2005 y febrero de 2006 se ha mantenido un lote de 900 almejas finas procedentes de captura comercial.

RESULTADOS

1- Engorde de Almeja Japonesa

En la Tabla I y Figura 1, se resumen los resultados del crecimiento de dicho engorde:

Tabla I. Valores de las observaciones efectuados a lo largo del engorde de almeja japonesa. (L): talla en mm de la longitud anteroposterior; (Pv): Peso vivo en g; (G30): parámetro de crecimiento de un muestreo respecto al anterior; (M): mortalidad en porcentaje.

fecha	18 julio	15 sept.	14 oct.	14 nov.	13 dic.	13 enero	10 feb.	21feb.
L (mm)	11,7	20,8	21,5	23,0	23,9	25,2	24,5	26,3
Pv (g)	0,3	1,9	2,2	2,7	3,3		3,4	4,1
G ₃₀	1,0	0,1	0,2	0,2	0,02		0,5	
M	0	10	12	16	15		16	19

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

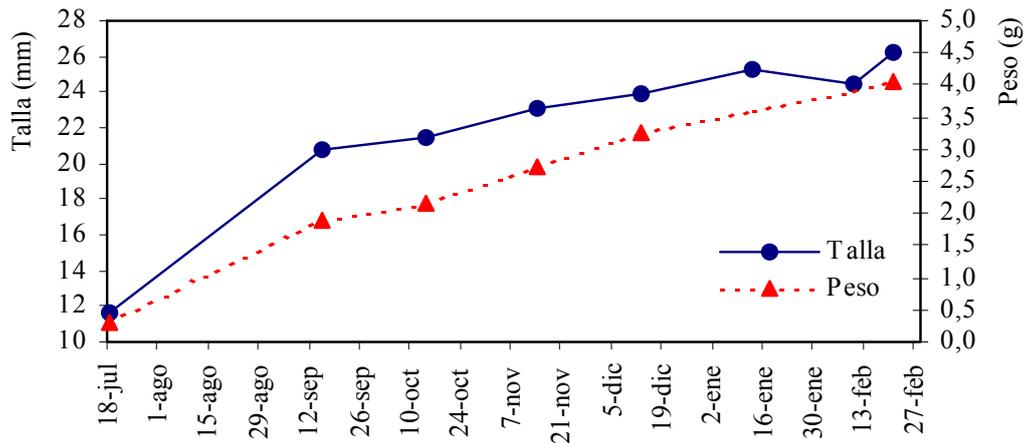


Figura 1. Crecimiento en talla (mm) y peso (mg) a lo largo del engorde.

A lo largo de cultivo se han observado diferencias significativas en crecimiento en talla entre muestreos consecutivos (ANOVA, $P < 0,05$), excepto de septiembre a octubre y de enero a febrero.

El porcentaje de individuos deformes fue de 8, 10 y 5%, respectivamente, con una media del 8%. Este valor es mucho más bajo al que normalmente se atribuye al mantenimiento de individuos adultos en semillero. Sin embargo fue más importante el porcentaje de individuos afectados por fouling duro (25, 48 y 25%, respectivamente) con una media del 33%.

2- Engorde de Almeja Fina

Los valores del peso vivo y talla a lo largo de los tres muestreos efectuados aparecen en la Tabla II:

Tabla II. Valores de las observaciones efectuados a lo largo del engorde. (L): talla en mm de la longitud anteroposterior; (Pv): Peso vivo en g.

fecha	13/12/05	13/1/06	21/2/06
L(mm)	27,5	27,9	28,4
Pv(g)	4,4		5,1

En el cultivo completo hay diferencias significativas (ANOVA, $P < 0,01$) en talla y peso, pero no se ha observado mortalidad, deformación, ni fouling duro incrustado.

Tarea 2: Cultivo en sistema abierto

Se ha sembrado en la bahía del FANGAR un lote de almeja japonesa procedente del criadero del IRTA. Se pretende validar este sistema de engorde natural como alternativa a otros sistemas donde se potencia la producción de fitoplancton o la inducción del flujo de agua.

CA de Cataluña

MATERIAL Y MÉTODOS

En una de las concesiones de productores en la bahía del Fangar (delta del Ebro) se establecieron tres parcelas experimentales al objeto de sembrar a distintas densidades.

El sistema de cultivo empleado fue un cultivo en tierra, con la superficie de cultivo libre (sin malla protectora horizontal) y con protección vertical (cercas) para evitar la entrada de predadores.

En el esquema inferior (Fig. 1) se indica la distribución de las parcelas así como las densidades y grupos de talla sembrados.

Gran

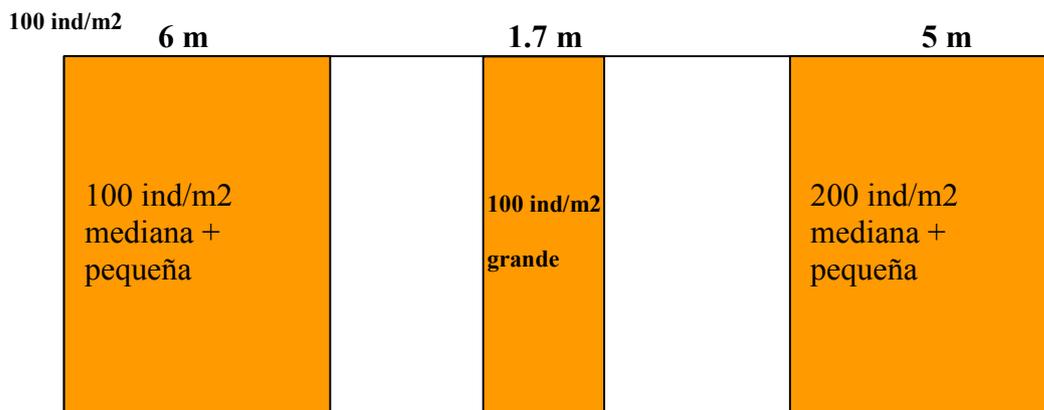


Figura 1. Esquema de la distribución espacial de las parcelas.

Se sembró almeja japonesa procedente del criadero del IRTA. Con periodicidad mensual se tomaron muestras mediante el empleo de cuadrados de 50 x 50 cm. El número de cuadrados total a analizar varió en función del número de individuos capturados, oscilando entre 3 y 6. Los individuos muestreados se trasladan al laboratorio, donde se midieron y pesaron y se llevó a cabo el recuento de los muertos.

Al inicio de la experiencia se tomó una muestra del sedimento para conocer su granulometría. También se instaló en la zona un registrador de temperatura en continuo. Mensualmente se procedió a tomar por triplicado muestras de agua para analizar su contenido en seston.

RESULTADOS

La siembra se realizó en octubre 2006 con la semilla de almeja japonesa procedente del criadero del IRTA. Dicha semilla se agrupó por tallas, en septiembre: 1031 unidades de semilla grande (19.80 mm \pm 1,80); 4180 unidades de semilla mediana (16.53 mm \pm 1,50) y 4578 unidades de semilla pequeña (14.10 mm \pm 1,65).

1- Crecimiento

En la Figura 2 se observa un crecimiento sostenido de octubre 2006 a agosto 2007 en los tres grupos de almejas, siendo en este mes cuando la talla media alcanza la talla mínima comercial. De agosto a noviembre de 2007 la tasa de crecimiento disminuye.

Partiendo de tallas medias de 14 mm (pequeña + mediana) y de 21 mm (grande) se alcanzan tallas medias de 28 mm después de 13 meses de engorde. Sin embargo es de resaltar el hecho que al final del cultivo, no existen diferencias significativas en las tallas medias de los tres grupos, por lo que, comparativamente, ha crecido más el grupo de pequeñas + medianas, independientemente de la densidad, que el grupo de las grandes.

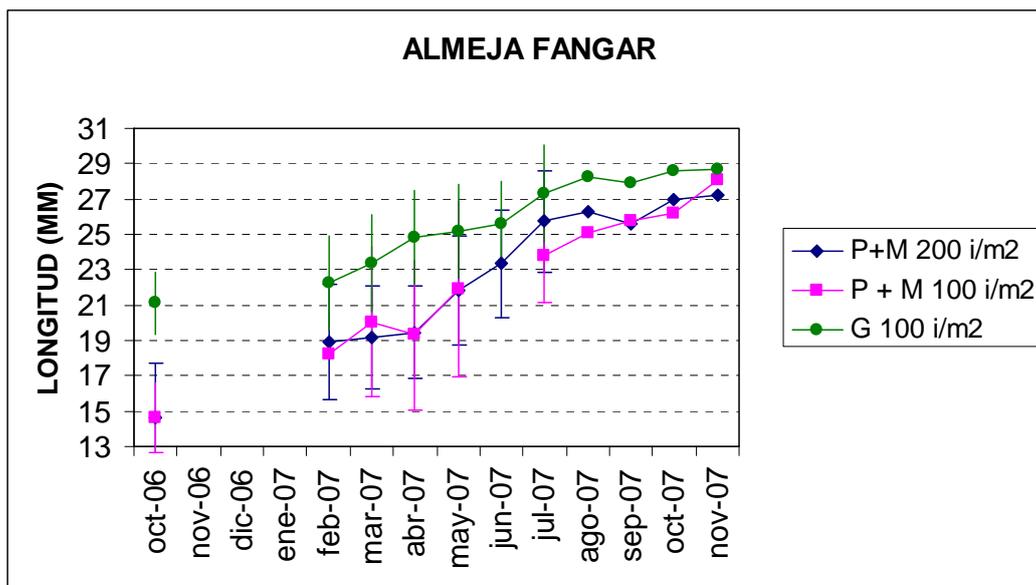


Figura 2. Talla media de la almeja japonesa cultivada en la bahía del Fangar

2- Densidades

La densidad inicial fue disminuyendo a medida que avanzó el tiempo de cultivo, especialmente durante el período inicial (octubre 2006-febrero 2007), período durante el que no se pudo muestrear (Fig. 3). No podemos asumir que dicha disminución de la densidad se corresponde con mortalidades ya que no se han encontrado valvas muertas, sino que parece más realista pensar en migraciones hacia fuera de los cercados.

Las densidades finales se sitúan por debajo de 65 i/m² sin apreciarse grandes diferencias en función de la densidad de cultivo puesto que la densidad menor se dio con las

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

almejas procedentes de la semilla pequeña + mediana cultivada en inicio a 100 individuos/m² pero no con la grande cultivada a la misma densidad.

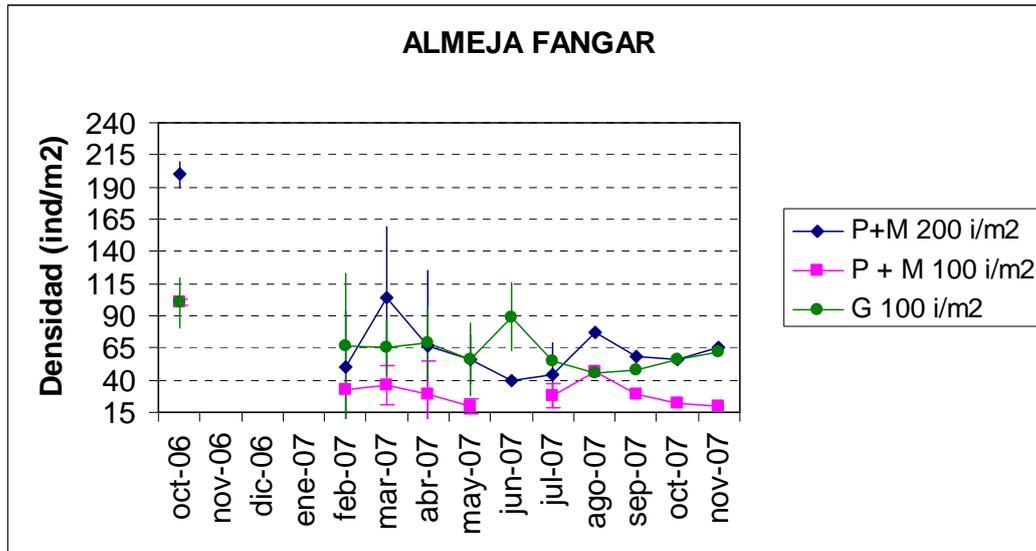


Figura 3. Densidad media de la almeja japonesa cultivada en la bahía del Fangar

3- Seguimiento ambiental

La temperatura durante el período de estudio presentó valores mínimos en marzo (5°C) y máximos durante julio y agosto, cuando se alcanzaron temperaturas de 30°C (Fig. 4)

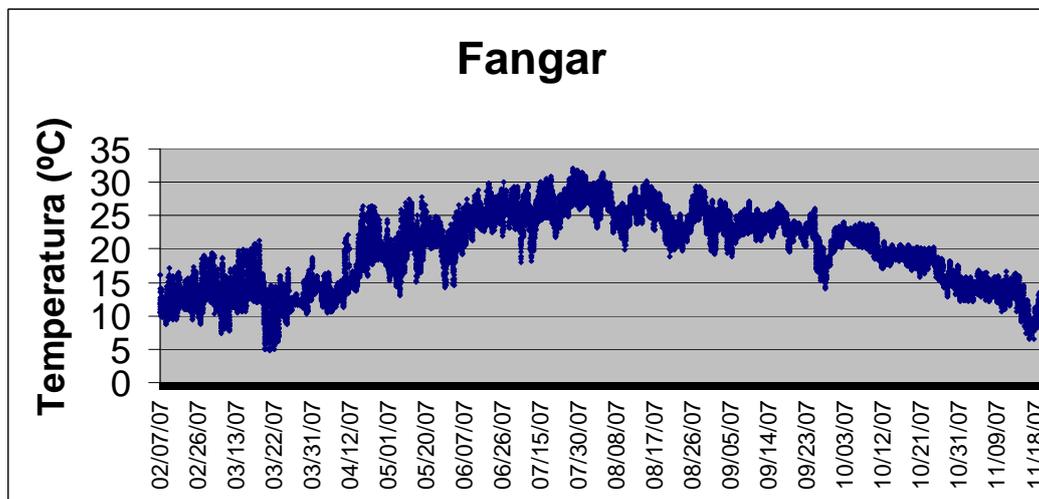


Figura 4. Temperatura del agua en la concesión de almeja de la bahía del Fangar

No se detectó que las elevadas temperaturas veraniegas causaran fenómenos de mortalidad.

La clorofila mostró los valores más elevados en abril, julio y septiembre (Fig 5), situándose por encima de 2 mg/m³.

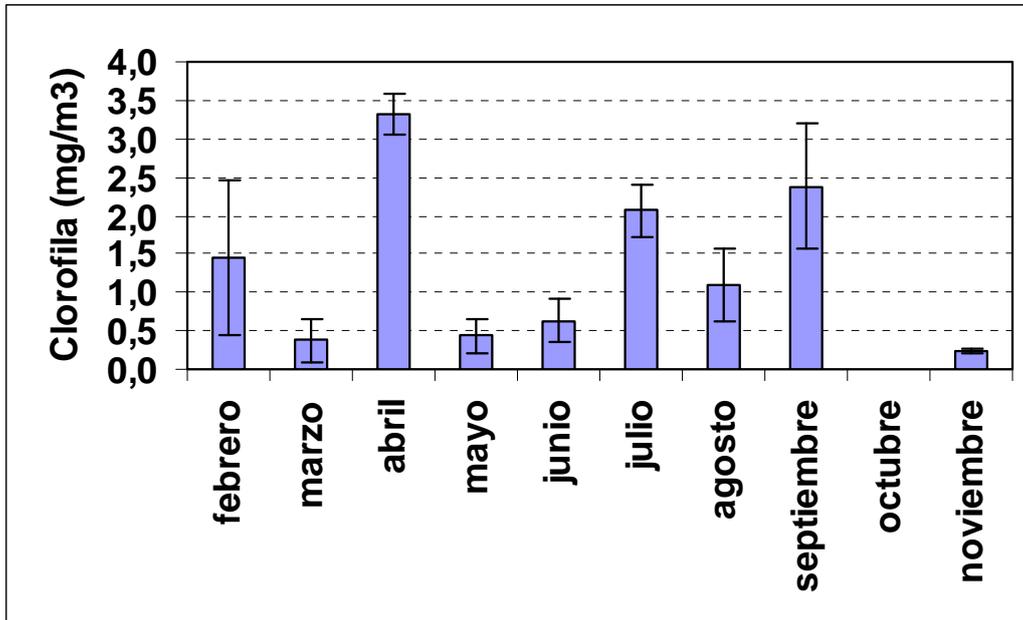


Figura 5. Concentración de clorofila del agua en la concesión de almeja de la bahía del Fangar

El contenido en seston del agua fue aumentando progresivamente de febrero a agosto (a excepción de julio), aunque siempre por debajo de los 10 mg/l (Fig. 6). En noviembre se apreció un valor más elevado.

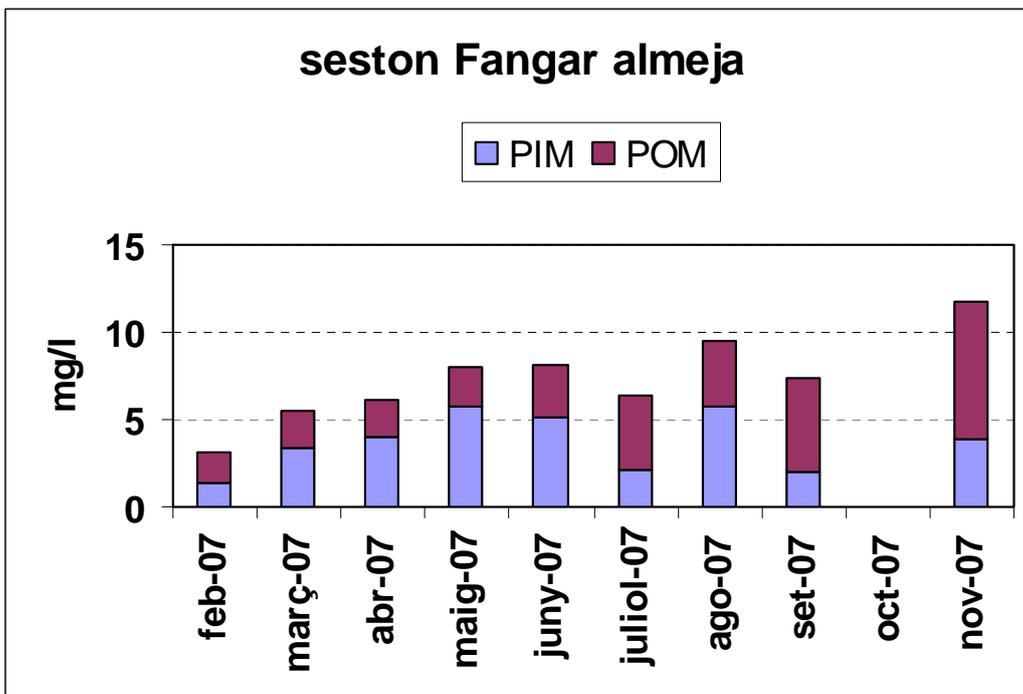


Figura 6. Contenido en seston expresado como material total particulado (TPM) y material orgánico particulado (POM) del agua en la concesión de almeja de la bahía del Fangar.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

El contenido en materia orgánica del seston disminuyó de febrero a mayo, manteniéndose por debajo del 60%. Este porcentaje sólo se superó en los meses de julio, septiembre y noviembre (Fig. 7).

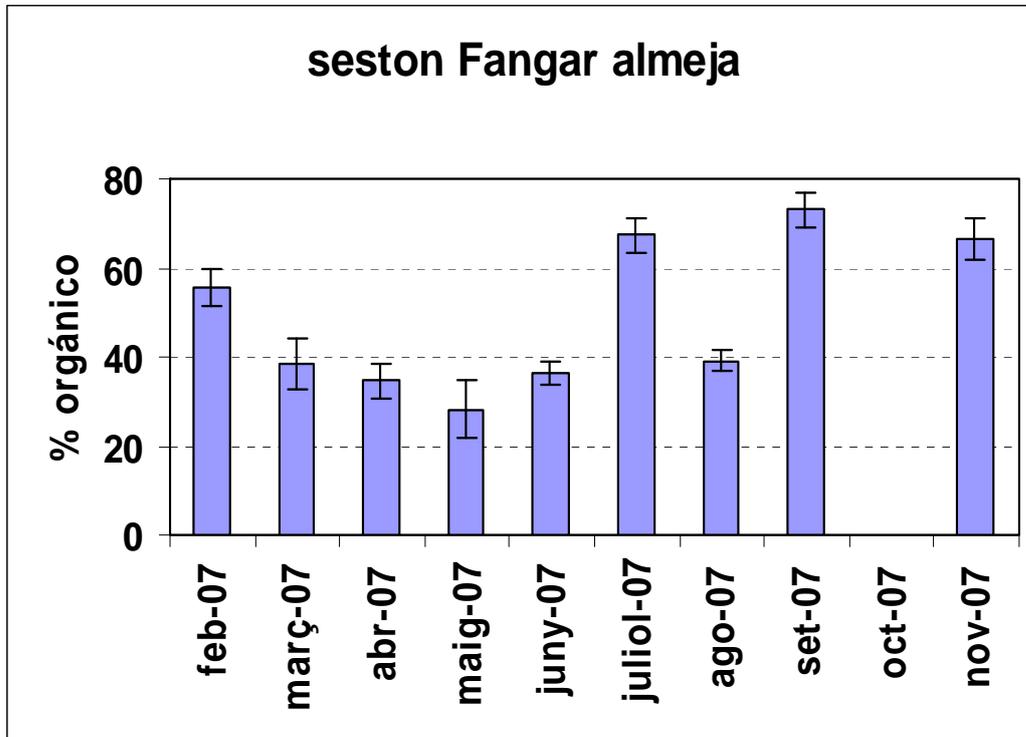


Figura 7. Contenido en materia orgánica del agua en la concesión de almeja de la bahía del Fangar.

No se aprecia relación clara entre el crecimiento y el contenido en seston o de clorofila en el medio, puesto que los meses en los que el seston fue más abundante (agosto y noviembre) o lo fue la clorofila (abril, julio y septiembre) no coinciden con los de máximo crecimiento (febrero-julio).

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

El análisis granulométrico de las dos muestras de sedimento tomadas el día en que se procedió a sembrar la semilla, dieron el resultado que se aprecia en la Figura 8. La mayor parte del sedimento está formado por arena media, seguido en mucha menor proporción de arena fina y gruesa.

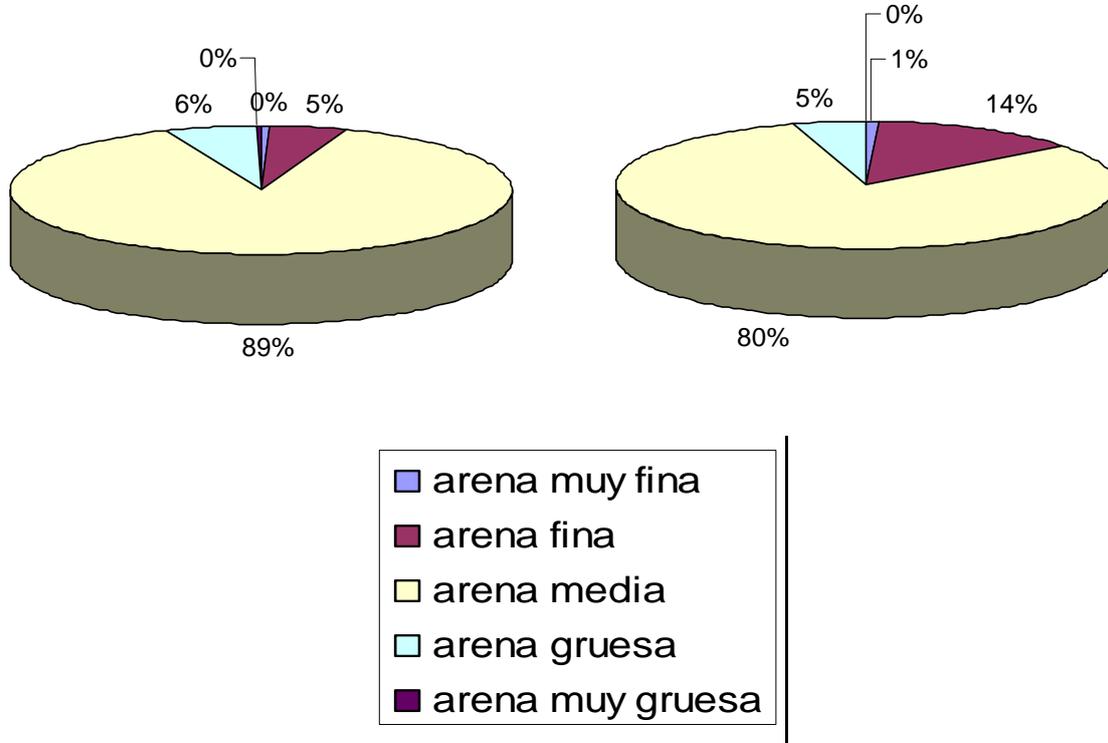


Figura 8. Composición del sedimento (en porcentaje) de la concesión de almeja de la bahía del Fangar

CONCLUSIONES DE LA LÍNEA 3

Cataluña

Partiendo de tallas medias de 14 mm (pequeña + mediana) y de 21 mm (grande) se alcanzan tallas medias de 28 mm después de 13 meses de engorde.

Al final del ciclo de cultivo no se aprecian diferencias en el crecimiento en talla entre las semillas sembradas a distintas tallas iniciales, ni entre las dos densidades de cultivo ensayadas.

No se aprecia relación clara entre el crecimiento y el contenido en seston o la concentración de clorofila en el medio.

Andalucía

Estos estudios ponen de manifiesto la viabilidad de continuar el cultivo en semillero, después del preengorde, más allá de los tamaños considerados normalmente como limitantes, así como estabular individuos de talla mayores, lo que supone incluso la aplicación de este sistema para el engorde.

BIBLIOGRAFÍA DE LA LÍNEA 3

Flye-Sainte-Marie, J., Jean F., Paillard, C., Ford, S., Powell, E., Hofmann, E., Klinck, J. 2007. Ecophysiological dynamic model of individual growth of *Ruditapes philippinarum*. *Aquaculture* Vol. 226, nº 1-4, pp. 130-143.

Higano, Junya. 2005 Influence of environmental factors as oxygen deficiency, hydrogen sulfide and suspended on the survival and growth of Manila clam. *Bulletin of Fisheries Research Agency (Japan)* no. special issue 3, pp. 27-33.

Marie, J.F.S., Ford, S.E., Hofmann, E., Jean, F., Klinck, J., Paillard, C., Powell, E. 2003. Development of an individual, energy-balance based, growth model for the Manila clam (*Ruditapes philippinarum*). *Journal of Shellfish Research* Vol. 22, no. 1, pp. 354.

Nakamura, Y., Hashizume, K., Koyama, K., Tamaki, A. 2005 Effects of salinity on sand burrowing activity, feeding and growth of the clams *Macra veneriformis*, *Ruditapes philippinarum* and *Meretrix lusoria*. *Journal of Shellfish Research* Vol. 24, no. 4, pp. 1053-1059.

Observations on shell growth and morphology of the bivalve *Ruditapes philippinarum*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* Vol. 25, no. 3, pp. 322-329. 2007.

Royo, A., Azcona, P.R., Navajas, R. 2005. Ongrowing of Manila clam *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) seeds with abnormal shell formations. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* Vol. 21, no. 1-4, pp. 407-413.

Sgro, L., Munari, C., Angonese, A., Basso, S., Mistri, M. 2005 Functional responses and scope for growth of two non-indigenous bivalve species in the Sacca di Goro (northern Adriatic Sea, Italy). *Italian Journal of Zoology* Vol. 72, no. 3, pp. 235-239.

Zhang, G., Yan, X. 2006 A new three-phase culture method for Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, farming in northern China. *Aquaculture* Vol. 258, no. 1-4, pp. 452-461.

LÍNEA 4: PATOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las patologías de las almejas, así como la influencia de factores externos y de los diferentes sistemas de cultivo en su estado patológico, es básico para optimizar los cultivos y su gestión. Para ello, es necesario realizar estudios encaminados al conocimiento y control de las patologías asociadas a mortalidades en las distintas fases del desarrollo de cultivo de las diferentes especies, con los distintos sistemas empleados.

Por otro lado, el mantenimiento de reproductores en condiciones controladas es un excelente modelo para el seguimiento de la evolución de las patologías al margen de las fluctuaciones ambientales (alteraciones físicoquímicas puntuales como son las provocadas por lluvias intensas) y de la presencia de agentes exógenos no controlados (contaminación, predadores, etc). Las mortalidades crónicas asociadas al acondicionamiento de los reproductores es una cuestión clave a resolver que podría permitir encontrar asociaciones directas 1 a 1 entre las patologías presentes y las causas de muerte. Igualmente se pretende examinar las posibles patologías presentes en los reproductores asociadas con la viabilidad y calidad de las puestas.

Se estudiaron los principales parásitos y alteraciones patológicas, mediante estudios histopatológicos, que afectan a estas especies y su posible implicación en el desarrollo y crecimiento; así como la identificación de bacterias asociadas con mortalidades en distintas fases de cultivo.

Dentro de esta línea de trabajo se incluyen varias tareas a realizadas por las diferentes Comunidades Autónomas.

Tarea 1: Estudio bacteriológico de los reproductores y de la semilla

Tarea 2: Control patológico para evaluación de los posibles episodios de mortalidad de las poblaciones en reproductores y semilla

	a) Galicia	b) Cataluña	c) Andalucía	d) Asturias	e) Cantabria
Tarea 1	X			X	
Tarea 2	X	X		X	

OBJETIVOS DE LA LÍNEA 4

De todos los objetivos que se pretendían abordar en esta línea se han centrado los estudios en dos aspectos fundamentales:

- 1- Estudio bacteriológico de los reproductores y semilla
- 2- Estudio histopatológico de los reproductores y semilla

Un aspecto de gran interés en la producción de almejas es el conocimiento de la microbiología en los cultivos en el criadero. Dado su complejidad y el estado inicial de estos estudios nos llevó a la presentación de un nuevo proyecto que se iniciará a mediados del 2008 y que dentro de las líneas de actuación contempla el estudio de la

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

microbiota asociada a los diferentes cultivos para facilitar el control del estado sanitario de los criaderos.

RESUMEN DE LA LÍNEA 4

En la Comunidad Autónoma de **Galicia**, en el campo de la patología, se contempla un estudio del estado histopatológico y bacteriológico de las almejas (*Ruditapes decussatus*, *Venerupis pullastra* y *Ruditapes philippinarum*) usadas como progenitores, y de la semilla utilizada en las distintas experiencias de preengorde.

El preengorde se ha realizado en distintas épocas del año (otoño-invierno, primavera y verano), utilizando distintos sistemas (batea, intermareal y semillero).

Las localizaciones de estos sistemas eran diferentes, tanto el semillero en tierra como la granja de peces está situada en O Grove (Ría de Arousa) y la zona intermareal estaba en O Grove y Vilaxoán, ambos en la Ría de Arousa; las experiencias en batea se hicieron en Moaña (Ría de Vigo) y Cambados (Ría de Arousa).

Se hizo un estudio para ver si alguna de las variables utilizadas (época del año y/o sistemas de cultivo utilizados) con las distintas especies tiene alguna influencia en lo que respecta a presencia de parásitos y efectos histopatológicos, y en la carga bacteriana.

Cataluña realizó controles histopatológicos de los reproductores usados en las experiencias de acondicionamiento para analizar los resultados en caso de observarse episodios de altas mortalidades durante este proceso.

Se procedió también a la detección del parásito *Perkinsus*. De los dos episodios de mortalidades sufridos por la almeja fina, en uno de ellos (procedentes de Cataluña, bahía del Fangar) se detectó *Perkinsus* como posible causa de mortalidad, pero en el otro, en reproductores procedentes de Asturias (Villaviciosa), no se encontró este parásito y la causa de la mortalidad se desconoce.

En una muestra de almeja japonesa procedente de Galicia (Camariñas), se detectó la enfermedad del anillo marrón, pero no se detectaron mortalidades.

Y con relación a la Comunidad Autónoma de **Asturias**, durante los años de duración del proyecto, realizó un mapeo zoonosanitario en las rías de Ribadeo y de Villaviciosa; en ambas se detectó el parásito *Perkinsus sp.* con prevalencias máximas de 10% en la ría de Ribadeo y del 8% en la de Villaviciosa. No se detectó la enfermedad del anillo marrón.

TAREAS DE LA LÍNEA 4

Tarea 1: Estudio bacteriológico de los reproductores y de la semilla

Se realizaron controles bacteriológicos de reproductores de las tres especies de almeja y de distintos lugares de procedencia; todos ellos utilizados en el criadero para la obtención de semilla. Los controles se realizan después de su recogida en el medio natural y antes de su estabulación en los criaderos. En el caso de la almeja fina, que es sometida al proceso de acondicionamiento, los controles se realizan al inicio y al final del mismo.

Con la semilla se realizan controles en varias experiencias de preengorde, al principio y al final de cada experiencia.

Las muestras se siembran en placas con un medio de cultivo general para bacterias, (MA) agar marino, otro específico para vibrios, TCBS y otro específico para el vibrio *Vibrio tapetis* (MA+M), agar marino y manitol. Los análisis están orientados a obtener dos tipos de información:

- recuentos de colonias bacterianas e
- identificación de grupos bacteriano.

CA de Galicia

MATERIAL Y MÉTODOS

El recuento de aerobios totales se realizó en placas de Marine Agar (MA, medio no selectivo) y el recuento de *Vibrio* spp. en placas de Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa (TCBS, medio selectivo para Vibrios). Durante el año 2007 se realizaron siembras también en Marine Agar con Manitol (MA+M) pues en trabajos realizados por el equipo del Dr. Romalde de la Universidad de Santiago han demostrado que la especie *Vibrio tapetis* (bacteria causante de la enfermedad del anillo marrón) crece mejor si se le añade manitol al MA (comunicación personal).

Para realizar las siembras se preparó un homogeneizado con la carne de 15 almejas adultas (en el caso de los progenitores) y 20-30 individuos de semilla. Se prepararon distintas diluciones (10-1, 10-2, 10-3 y 10-4) con agua de mar filtrada estéril y se sembraron 100 µl de cada dilución en los dos tipos de placa (por duplicado). Las placas fueron incubadas a 25°C durante 48 h. Las distintas colonias detectadas en las placas de MA y TCBS fueron aisladas, y se realizaron pruebas bioquímicas tradicionales para ver a qué grupos de bacterias pertenecían.

Las almejas utilizadas en estos análisis fueron:

1- Progenitores

De distinta procedencia para ser analizados antes de ser introducidos en las distintas instalaciones para obtención de semilla:

- 1) almeja fina procedente de Villaviciosa año 2005 (36.7 ± 1.2 mm)

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

- 2) almeja babosa procedentes de Puentedeume año 2005 (39.4 ± 3.9 mm)
- 3) almeja japonesa procedente de a Illa de Arousa año 2005 (44.8 ± 5.0 mm)
- 4) almeja fina procedente de Villaviciosa año 2006 (28.9 ± 2.1 mm)
- 5) almeja fina procedente de Villaviciosa año 2007 (38.8 ± 1.5 mm)
- 6) almeja fina procedente de Pobo do Caramiñal año 2007 (43.2 ± 2.9 mm).

2- Semilla: Preengorde

Procedente en 2005 de Tina Menor (almeja japonesa y babosa) y Ostreira (almeja fina). La semilla del año 2006 para la 1ª experiencia era procedente de Tina Menor (almeja fina y japónica) y de Remagro (almeja babosa) y, para la 2ª experiencia de Ribadeo (almeja babosa). El año 2007 procedía del criadero de Ribadeo (almeja babosa y japonesa) de Esta semilla fue analizada antes de ser introducida en distintas épocas del año (otoño-invierno, primavera y verano) en los distintos sistemas de preengorde (batea, intermareal y semilleros). Una vez finalizadas cada una de las experiencias se realizaron análisis de las muestras finales de cada sistema.

RESULTADOS

1- Progenitores

El aspecto macroscópico de las almejas analizadas no mostraba ninguna alteración. Los datos obtenidos en el análisis bacteriológico (recuentos totales y *Vibrios* spp.) de los progenitores están representados en las Tablas I, II y III. Comparando los datos representados en la tablas con la única referencia existente de carga bacteriana en almejas sanas y enfermas (Castro, 1994) podemos considerar que los recuentos totales y de vibrios detectados en estas muestras de progenitores son bajas. Castro (1994), encuentra una gran variabilidad individual entre individuos sanos y enfermos en ambos recuentos; pero siempre con unos rangos mucho mayores a lo encontrado en estos progenitores (106 – 107).

En la Tabla III donde se muestran los resultados de progenitores recién llegados para el acondicionamiento para la puesta y después del acondicionamiento, se ve que en el caso de la almeja fina de Villaviciosa después del acondicionamiento hubo un descenso de la carga bacteriana.

En el caso de la almeja fina procedente da Poboia hubo un ligero aumento después del acondicionamiento, exceptuando en el recuento de MA+M en el que hubo un ligero descenso; pero destacar que la carga final de los 2 grupos de progenitores (Villaviciosa y Poboia) es similar después del acondicionamiento de 40 días en Ribadeo.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla I. Recuento total (MA) y de vibrios (TCBS) de los progenitores de las 3 especies de almeja (fina, babosa y japonesa) del año 2005 (ufc, unidades formadoras de colonias).

	Fecha	MA (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	Tallas (mm) M ± DS
Almeja fina Villaviciosa	15/02	3.7 x 10 ⁴	2.7 x 10 ³	36.70 ± 1.18
Almeja babosa Puentedeume	23/02	5.6 x 10 ⁴	3.8 x 10 ³	39.40 ± 3.93
Almeja japonesa Illa Arousa	30/03	7 x 10 ⁴	3 x 10 ⁴	44.79 ± 5.01

Tabla II. Recuento total (MA) y de Vibrios (TCBS) de los progenitores de almeja fina del año 2006.

Progenitores	Fecha	MA (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	Talla (mm)
Almeja Fina Villaviciosa	17/02/06	1.3 x 10 ⁵	4.5 x 10 ³	28.87±2.07

Tabla III. Recuento total de bacterias en MA y MA+M y de Vibrios en TCBS de los progenitores de almeja fina del año 2007. (1) Son los datos de los progenitores recién llegados a la Planta de Ribadeo. (2) Son los datos de los progenitores después de 40 días de acondicionamiento en la Planta de Ribadeo.

	Fecha	MA (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	MA+M (ufc/gr)	Tallas (mm) M ± DS
Almeja fina Villaviciosa	(1)09/02	(1) 8.1 x 10 ⁵	(1) 3 x 10 ⁵	(1) 2.6 x 10 ⁵	(1) 38.8 ± 1.5
	(2)21/03	(2)1.6 x 10 ⁵	(2) 1.3 x 10 ⁴	(2) 1.5 x 10 ⁵	(2) 41.3 ± 2.5
Almeja fina Poboado do Caramiñal	(1)23/02	(1) 5.7 x 10 ⁴	(1) 9.0 x 10 ³	(1) 4.1 x 10 ⁴	(1) 43.24 ± 2.92
	(2)10/04	(2) 1.3 x 10 ⁵	(2) 3.5 x 10 ⁴	(2) 1.2 x 10 ⁴	(2) 42.0 ± 1.2

2- Semilla: Preengorde

Experiencia otoño-invierno año 2005 (preengorde 1)

En la Tabla IV se muestran los datos de la carga bacteriana de las almejas utilizadas en la experiencia otoño-invierno del año 2005 en los distintos sistemas (batea, intermareal y semillero). Como se puede observar el muestreo inicial de las distintas especies de almeja no es común en todos los sistemas de cultivo (como estaba previsto), sino que la muestra inicial fue tomada de los lotes que ya llevaban introducidos en los respectivos sistemas 3 meses.

En el caso de la almeja fina la comparación de la muestra inicial y final de la experiencia sólo lo podemos hacer en la batea, pues en los otros sistemas no tenemos datos de la muestra inicial. La Tabla IV muestra un aumento de la carga bacteriana al final de la experiencia en la batea con respecto a la muestra inicial. Si comparamos los resultados finales de los 3 sistemas vemos que la carga bacteriana total más baja la presenta la

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

almeja de intermareal y la más alta, con bastante diferencia, la del semillero, probablemente debido a las condiciones del semillero (efluvios granja peces etc...). El recuento de vibrios más bajo fue también en el intermareal, y el más alto el de batea pero con poca diferencia del semillero.

En la almeja babosa se observan descensos de la carga bacteriana en el intermareal al final de la experiencia si se compara con la carga inicial, en el caso del sistema de batea se detectó un ligero aumento al final de la experiencia. Los recuentos totales más bajos al final de la experiencia son en la batea, sin embargo el recuento de vibrios más bajo es en el sistema utilizado en el semillero.

En el caso del sistema de la zona intermareal, la alta carga que se observa en el muestreo inicial puede deberse a que durante el período de permanencia de la muestra en el sistema coincidiera con algún vertido de desagües (núcleo poblacional cercano), y a lo largo de la experiencia el agua se depuró y, consecuentemente, las almejas también. En la almeja japonesa comparando el final de la experiencia de la batea con el muestreo inicial se observó un aumento de la carga bacteriana.

El recuento total más bajo al final de la experiencia se detectó en el sistema usado en la zona intermareal y el recuento más bajo para vibrios en el semillero. Pero destacar que no hay mucha diferencia en los resultados finales de los 3 sistemas en esta especie. Sí podemos decir que cada especie se comporta de distinta manera según el sistema empleado para el preengorde.

En la experiencia de otoño-invierno no podemos comparar las 3 especies entre sí ya que no conocemos la carga inicial de la que partimos para cada especie (las cargas iniciales que se muestran en la Tabla son de muestras que ya llevan 3 meses en los correspondientes sistemas) y esto unido a la posible variabilidad entre las especies hace que ésta comparación no sea nada significativa. Lo único que podemos ver es el comportamiento de cada especie por sistema de preengorde como se indica en los párrafos anteriores.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla IV. Recuentos totales (MA) y de vibrios (TCBS) de las distintas especies de almeja (fina, babosa y japonesa) de la 1^{era} experiencia de preengorde en otoño-invierno del 1^{er} año (2005) (ufc, unidades formadoras de colonias).

Exp. Otoño-Invierno Pre-engorde 1 1 ^{er} año 2005		Muestreo	MA (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	Tallas (mm) M ± DS
Almeja fina	Batea	Inicial 9/02	6.3×10^3	9.5×10^2	4.56
		Final 21/06	7.6×10^5	5.8×10^4	14.93 ± 1.84
	Intermareal	Inicial	-	-	-
		Final 23/06	3.4×10^4	5.4×10^3	11.03 ± 1.75
	Semillero Insuiña	Inicial	-	-	-
		Final 24/05	2.10×10^6	4.7×10^4	5.43 ± 1.04
Almeja babosa	Batea	Inicial 8/02	2×10^4	5.4×10^3	10.50
		Final 27/04	2.7×10^4	7×10^3	15.97 ± 1.07
	Intermareal	Inicial 9/02	3.2×10^5	6×10^4	9.28
		Final 23/06	6.8×10^4	2×10^4	12.23 ± 1.45
	Semillero Insuiña	Inicial	-	-	-
		Final 24/05	4.4×10^4	1×10^3	14.07 ± 0.91
Almeja japonesa	Batea	Inicial 9/02	1.2×10^4	8×10^2	6.10
		Final 26/05	5.2×10^5	3.9×10^4	12.47 ± 1.91
	Intermareal	Inicial	-	-	-
		Final 23/06	2.9×10^5	3.5×10^4	11.33 ± 1.81
	Semillero Insuiña	Inicial	-	-	-
		Final 24/05	8.6×10^5	1.2×10^4	6.47 ± 1.36

Al igual que en el caso de progenitores la única referencia de la que disponemos para comparar nuestros datos es Castro (1994). La carga bacteriana total y de vibrios de todas las muestras de esta experiencia podrían igualmente considerarse bajos comparados con los rangos citados por Castro (1994) para almejas de tallas similares, exceptuando la almeja fina del semillero de Insuiña. Pero en ninguno de los casos se detectó mortalidad. El aspecto macroscópico de las almejas al final de la experiencia era de almejas sanas.

Experiencia primavera –verano año 2005 (preengorde 2)

En la Tabla V se pueden observar los resultados de las 3 especies de almeja utilizadas en esta experiencia de pre-engorde de primavera-verano. La almeja fina mantiene los valores de los recuentos totales muy similares en todos los sistemas con respecto a la

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

muestra inicial, descendiendo algo en el intermareal, por el contrario los vibrios descienden claramente en el intermareal. Esta especie al final de la experiencia muestra los valores más bajos de ambos recuentos en la zona intermareal, observándose un descenso en ambos recuentos (total y vibrios) comparando con la muestra inicial de la experiencia.

En el caso de la almeja babosa los valores más bajos para ambos recuentos se observan en la batea, observándose una subida clara en los otros sistemas comparando con la muestra inicial.

La almeja japonesa muestra recuentos totales y de vibrios más bajos al final de la experiencia que en el muestreo inicial, exceptuando el recuento de vibrios en el semillero. Los recuentos totales más bajos se obtuvieron en el sistema de intermareal y los de vibrios en la batea.

Al final de la experiencia de primavera-verano comparando entre especies y sistemas, y teniendo en cuenta la carga inicial, los descensos más grandes de los recuentos totales y de Vibrios se producen en la almeja babosa en batea.

Hay que destacar la presencia de una mortalidad bastante alta en la almeja babosa en los 3 sistemas, al principio de la experiencia, que no se puede achacar a la carga bacteriana, pues la carga bacteriana más baja de ésta experiencia se obtuvo precisamente en la almeja babosa de batea, y la mortalidad se produjo en las almejas de todos los sistemas.

Así mismo, la carga inicial de la muestra de almeja babosa es la más baja comparando entre especies y con la almeja babosa de la experiencia de verano (Tabla V), y en todos estos otros casos no se observó ninguna mortalidad. Esta mortalidad podría deberse a una mala calidad de la semilla inicial y/o a otros factores como el transporte.

Se está procediendo a la identificación de las bacterias aisladas para poder comparar si existen diferencias en el tipo de bacterias presentes en la almeja babosa en la que se detectó la mortalidad y en las que no hubo mortalidades.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla V. Recuentos totales (MA) y de vibrios (TCBS) de las distintas especies de almeja (fina, babosa y japonesa) de la 2ª experiencia de preengorde en primavera-verano del 1º año (2005) (ufc, unidades formadoras de colonias).

	Exp. Primavera / verano Pre-engorde 2 1º año 2005	Muestreo	MA (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	Tallas (mm) M ± DS
Almeja fina	Semilla	Inicial 8/03	7.5×10^5	1.3×10^5	3 - 4
	Batea	Final 22/06	8.4×10^5	8.5×10^4	13.70 ± 1.09
	Intermareal	Final 21/07	6.4×10^5	2.4×10^4	9.10 ± 0.92
	Semillero Insuiña	Final 30/11	8.4×10^5	1.1×10^5	15.19 ± 1.46
Almeja babosa	Semilla	Inicial 21/04	3×10^5	1.8×10^4	8.43 ± 0.82
	Batea	Final 26/05	7.2×10^4	7.5×10^3	13.10 ± 1.47
	Intermareal	Final 21/07	1.2×10^6	5.4×10^4	12.47 ± 1.50
	Semillero Insuiña	Final 29/06	5.8×10^6	4×10^4	14.43 ± 1.30
Almeja japonesa	Semilla	Inicial 9/03	6.5×10^5	2.9×10^4	4 - 5
	Batea	Final 21/06	4.7×10^5	4.2×10^3	11.64 ± 1.65
	Intermareal	Final 26/07	2.1×10^5	1.2×10^4	11.83 ± 0.91
	Semillero Insuiña	Final 30/11	4×10^5	1.3×10^5	15.30 ± 1.03

El aspecto macroscópico de las muestras analizadas era de almejas sanas, y al igual que en los 2 casos anteriores (progenitores y experiencia otoño-invierno) los rangos de las cargas bacterianas son más bajos que los citados por (Castro, 1994), exceptuando la almeja babosa en intermareal y semillero de Insuiña, pero destacar que no se detectaron mortalidades en ninguna de las especies de almeja y en ninguno de los sistemas exceptuando las indicadas al principio de la experiencia en la almeja babosa.

Experiencia verano – otoño año 2005 (preengorde 3)

En esta experiencia se utilizó almeja babosa y japonesa. En la Tabla VI se representan los datos de la carga bacteriana en las distintas experiencias de preengorde de verano. La almeja babosa muestra un descenso de ambos recuentos (total y vibrios) con respecto a la muestra inicial en 2 de los sistemas utilizados (batea e intermareal), y un aumento en el semillero. Los recuentos totales más bajos se observaron en intermareal en las 2 zonas (siendo el más bajo en Vilaxoán), en lo que se refiere a recuento de vibrios el descenso con respecto al inicial fue muy pequeño y similar en batea e intermareal.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

En la almeja japonesa hay que destacar que presenta una carga inicial muy alta en ambos recuentos, pero en todos los sistemas llega a descender mucho. Los recuentos más bajos fueron en intermareal en las 2 zonas, siendo más bajos en Vilaxoán, al igual que en el caso de la almeja babosa.

Al final de la experiencia de verano comparando entre especies, sistemas y carga inicial, la especie que alcanzó cargas bacterianas más bajas fue para ambos recuentos la japonesa de intermareal. Hay que destacar que en caso del intermareal las almejas permanecieron en el sistema correspondiente más tiempo.

Tabla VI. Recuentos totales y de vibrios de las distintas especies de almeja (babosa y japonesa) de la 3^{era} experiencia de preengorde en verano-otoño del año 1^{er} año (2005) (ufc, unidades formadoras de colonias).

	Exp. Verano /otoño Pre-engorde 3 1 ^{er} año 2005	Muestreo	MA (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	Tallas
Almeja babosa	Semilla	Inicial (6/07)	4.1 x 10 ⁵	1.2 x 10 ⁴	5.84 ± 0.69
	Batea	Final (29/08)	3.1 x 10 ⁵	0.7 x 10 ⁴	14.73 ± 1.08
		Final (Grove) (3/11)	1.1 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁴	11.47 ± 0.78
	Intermareal	Final (Vilaxoan) (3/11)	6 x 10 ⁴	0.7 x 10 ⁴	12.00 ± 0.91
		Semillero Insuiña	Final (15/09)	5.1 x 10 ⁵	9.3 x 10 ⁴
Almeja japonesa	Semilla	Inicial (6/07)	6.2 x 10 ⁶	7.7 x 10 ⁵	6.93 ± 0.94
	Batea	Final 24/08	3.8 x 10 ⁵	1.3 x 10 ⁵	14.53 ± 1.72
		Final (Grove) (3/11)	9.2 x 10 ⁴	1.1 x 10 ⁴	12.70 ± 1.29
	Intermareal	Final (Vilaxoan) (3/11)	9 x 10 ⁴	0.8 x 10 ⁴	12.50 ± 1.01
		Semillero Insuiña	Final (15/09)	6.9 x 10 ⁵	8 x 10 ⁴

A la vista de los datos de las 3 experiencias vamos a comparar la carga bacteriana por especie en los distintos sistemas según la época y teniendo en cuenta la carga inicial, por lo que sólo vamos a poder comparar las experiencias de primavera-verano (preengorde 2, Tabla V) y verano-otoño (preengorde 3, Tabla VI):

- Almeja babosa.- Los recuentos totales más bajos son en la experiencia de primavera-verano en batea.
- Almeja japonesa.- En el sistema que más descendió la carga considerando la carga inicial fue en intermareal de la experiencia de verano-otoño.

Experiencia invierno – primavera año 2006 (preengorde 1)

En las Tablas VII, VIII y IX se representan los datos de la carga bacteriana de las almejas empleadas en la 1ª experiencia del año (2006) realizada en invierno-primavera. En la Tabla VII vemos que la almeja fina, si comparamos el muestreo inicial y el final de la experiencia, los recuentos más bajos los presenta en intermareal y los más altos en batea (en la que tanto recuentos totales como Vibrios subieron con respecto a la semilla).

En la Tabla VIII se observa que la almeja babosa (al contrario que la almeja fina, Tabla VII) es en batea donde los recuentos son más bajos al final de la experiencia (exceptuando una pequeña subida en los Vibrios, pero vemos que en ninguno de los sistemas se produjo un descenso de los vibrios con respecto al muestreo inicial o semilla).

La Tabla IX muestra que la almeja japonesa presenta los recuentos bacterianos más bajos en la batea.

Tabla VII. Recuentos totales (MA) y de vibrios (TCBS) de las distintas especies de almeja fina de la 1ª experiencia de preengorde en invierno- primavera del 2º año (2006) (ufc, unidades formadoras de colonias).

	Invierno-primavera Pre-engorde 1 2º año-2006	Muestreo	MA (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	Tallas (mm)
Almeja fina	Semilla	Inicial 1/02/06	1.69×10^6	2.5×10^5	6.77 ± 0.63
	Batea	Final 16/05/06	1.59×10^7	5.5×10^5	10.64 ± 0.81
	Intermareal	Final 26/05/06	2.04×10^5	1.56×10^4	7.67 ± 1.03
	Semillero Remagro	Final 9/05/06	1.89×10^6	1.57×10^5	11.64 ± 0.86
	Semillero Insuñia	-	-	-	-

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla VIII. Recuentos totales (MA) y de vibrios (TCBS) de las distintas especies de almeja babosa de la 1^{era} experiencia de preengorde en invierno- primavera del 2^o año (2006) (ufc, unidades formadoras de colonias).

	Invierno-primavera Pre-engorde 1 2 ^o año- 2006	Muestreo	MA (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	Tallas (mm)
Almeja babosa	Semilla	Inicial 1/02/06	7.5 x 10 ⁵	1.07 x 10 ⁴	6.97 ± 0.89
	Batea	Final 20/04/06	7.6 x 10 ⁴	1.7 x 10 ⁴	18.13 ± 1.28
	Intermareal	Final 26/05/06	1.40 x 10 ⁵	4.4 x 10 ⁴	11.76 ± 0.72
	Semillero Remagro	Final 25/04/06	1.39 x 10 ⁵	1.49 x 10 ⁴	15.73 ± 0.94
	Semillero Insuiña	Final 25/04/06	9.5 x 10 ⁵	1.19 x 10 ⁵	12.40 ± 1.04

Tabla IX. Recuentos totales (MA) y de vibrios (TCBS) de las distintas especies de almeja japonesa de la 1^{era} experiencia de preengorde en invierno- primavera del 2^o año (2006) (ufc, unidades formadoras de colonias).

	Invierno-primavera Pre-engorde 1 2 ^o año- 2006	Muestreo	MA (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	Tallas (mm)
Almeja japonesa	Semilla	Inicial 1/02/06	6.6 x 10 ⁶	1.55 x 10 ⁶	5.67 ± 0.61
	Batea	Final 5/05/06	2 x 10 ⁴	3.9 x 10 ³	13.23 ± 1.14
	Intermareal	Final 26/05/06	1.7 x 10 ⁵	5.8 x 10 ⁴	11.84 ± 0.62
	Semillero Remagro	Final 9/05/06	8.2 x 10 ⁴	5.5 x 10 ⁴	10.52 ± 0.71
	Semillero Insuiña	Final 9/05/06	1.01 x 10 ⁶	2.8 x 10 ⁵	9.68 ± 0.69

Si comparamos todas las especies entre sí, destaca la almeja japonesa con la carga bacteriana más baja en todos los sistemas (partiendo de valores iniciales más altos con respecto al muestreo inicial), presentando la más baja en batea. Y vemos que, tanto la almeja babosa como la fina, presentan sus valores más bajos en batea (exceptuando los recuentos de vibrios que son similares en todos los sistemas en el caso de la almeja fina).

No se han detectado mortalidades, a pesar de los valores de cargas bacterianas bastante altos en la semilla y en el semillero de Insuiña, en todos los casos, se detectó un descenso de la carga bacteriana con respecto a la semilla, siendo este descenso muy bajo en el caso del semillero de Insuiña.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Experiencia primavera –verano año 2006 (preengorde 2)

En la experiencia de primavera-verano únicamente se tienen datos de la almeja babosa representados en la Tabla X, y vemos que los recuentos más bajos son en batea (destacar que no hay datos finales del intermareal). No se detectaron mortalidades altas incluso en el semillero de Insuiña que presenta las cargas bacterianas más altas.

Tabla X. Recuentos totales (MA) y de vibrios (TCBS) de las distintas especies de almeja babosa de la 2ª experiencia de pre-engorde en primavera-verano del 2º año (2006) (ufc, unidades formadoras de colonias).

	Primavera-verano Pre-engorde 2 2º año- 2006	Muestreo	MA +M (ufc/gr)	MA (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	Tallas (mm)
Almeja babosa	Semilla	Inicial 28/04/06	1.4×10^5	7.9×10^5	6.3×10^4	5.32 ± 0.86
	Batea	Final 6/06/06	5.6×10^4	8×10^4	1.1×10^4	12.72 ± 1.17
	Intermareal	Final	-	-	-	-
	Semillero Remagro	Final 29/06/06	-	1.17×10^7	8.8×10^4	11.72 ± 0.61
	Semillero Insuiña	Final 29/06/06	1.5×10^6	4.2×10^6	7.3×10^5	13.36 ± 0.76

En el caso de la almeja babosa podemos comparar las 2 experiencias realizadas en distinta época del año (preengorde 1 y 2) (Tabla VIII y Tabla X, invierno-primavera y primavera-verano, respectivamente). Y en ambos casos el descenso de la carga bacteriana con respecto a la semilla o muestreo inicial se produce en la batea.

Análisis de almeja babosa con deformidades

En las experiencias realizadas en la zona intermareal en el año 2006 se han observado almejas que presentaban deformidades en la concha. Se ha analizado la carga bacteriana de un grupo de almejas que presentaban deformidades y de otro grupo sin deformidades, y la carga bacteriana resulto ser más baja en el grupo con deformidades, por lo que los datos no sugieren que la deformidad se deba a una infección bacteriana (Tabla XI).

Tabla XI. Recuentos totales (MA) y de vibrios (TCBS) de una muestra de almeja babosa de intermareal con deformidades en la concha y una muestra de almeja sin deformidades.

	Fecha	MA (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	Talla (mm)
Muestra testigo	15/03/06	7.7×10^5	4.4×10^5	10.09 ± 0.83
Muestra deformidades	15/03/06	3.6×10^5	2.4×10^5	9.05 ± 0.97

Experiencia primavera año 2007 (preengorde 1)

En esta experiencia únicamente se realizó el cultivo en batea, para comparar el crecimiento de las almejas en batea en 2 localizaciones distintas, y utilizando sistemas distintos, bolsas y cestos (en todas las experiencias anteriores en batea se utilizaron bolsas). Al igual que en las experiencias anteriores se realizaron los análisis bacteriológicos. En la Tabla XII se representan los datos de la carga bacteriana de la almeja babosa empleadas en la experiencia de primavera del 3^{er} año (2007). En esta Tabla destaca que en la bateas de Moaña tanto en bolsa como en cestos se ha detectado un aumento de los recuentos de bacterias, comparando con la muestra inicial. Moaña se encuentra en la Ría de Vigo, probablemente este aumento se deba a una mayor contaminación en esta ría. En el caso de Cambados se produjo en ambos casos un descenso del recuento, siendo algo más grande el descenso en las bolsas.

Tabla XII. Recuentos totales de bacterias en MA y MA + M y de vibrios en TCBS de almeja babosa de la experiencia de preengorde de la primavera del 2007(ufc, unidades formadoras de colonias).

	Primavera Pre-engorde 1 3 ^{er} año- 2007	Muestreo	MA (ufc/gr)	MA +M (ufc/gr)	TCBS (ufc/gr)	Tallas (mm)
Almeja babosa	Semilla	Inicial 13/03/07	2.2×10^5	1.1×10^5	1.8×10^5	5.46 ± 1.3
	Batea Moaña en Bolsa	Final 10/05/07	1.3×10^6	1.1×10^6	1.4×10^6	13.84 ± 1.21
	Batea Moaña en cesto	Final 11/05/07	6.9×10^5	4.3×10^5	3×10^5	14 ± 1.11
	Batea Cambados en bolsa	Final 11/05/07	9.5×10^4	4.9×10^4	2.4×10^4	14.64 ± 0.56
	Batea Cambados en cesto	Final 11/05/07	1.4×10^5	8×10^4	1.2×10^5	14.76 ± 0.83

3- Identificación de grupos bacterianos

De los distintos tipos de colonias aisladas en los cultivos de MA y TCBS, se diferenciaron 2 grandes grupos, para ver si en el caso de la mortalidad de la almeja babosa de la experiencia de preengorde 2 del año 2005, así como en las almejas que presentaron deformidades en la zona intermareal del año 2006 se observaban diferencias con respecto a las experiencias que no presentaron problemas.

Los grupos bacterianos se diferenciaron por pruebas bioquímicas: 1) bacterias fermentativas y bacterias oxidativas. Siendo las más abundantes las fermentativas y dentro de éstas distinguimos 4 subgrupos:

1) Vibrios sacarosa (+), corresponden a bacilos, Gram.(+), móviles, crecen en TCBS, sensible al agente O/129 y no crecen al 0% de salinidad

2) Vibrios sacarosa (-), las mismas características que el grupo anterior pero sacarosa (-)

3) Aeromonas, bacilos, Gram. (-), no crecen en TCBS, son resistentes al agente O/129 y crecen en 0% de salinidad; y

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

4) Grupo X, con características de todos los grupos anteriores, son bacilos Gram. (-), crecen en TCBS (sacarosa + y sacarosa-), son resistentes al agente 0/129 y no crecen en 0% de salinidad.

Las más abundantes fueron los *Vibrio* sacarosa (-), y las del grupo X sacarosa (-), después las bacterias oxidativas, los *Vibrios* sacarosa (+), las del grupo X sacarosa (+) y las *Aeromonas*.

No se observaron diferencias en la presencia de estos grupos de bacterias entre las almejas de las experiencias que presentaron mortalidad, ni las que presentaron deformidades en la concha. Y destacar que en ninguno de los casos se detectó *Vibrio tapetis*, la bacteria causante de la enfermedad del anillo marrón, la cual está asociada a mortalidades.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tarea 2: Control patológico para evaluación de los posibles episodios de mortalidad de las poblaciones en reproductores y semilla

Para completar el estudio sanitario realizado a los progenitores y la semilla, se hizo también un control histopatológico para determinar e identificar los parásitos detectados en cortes histológicos de los diferentes individuos y estudiar la posible relación entre la presencia y prevalencia de estos parásitos con episodios de mortalidades, tanto en reproductores como en semilla.

CA de Galicia

MATERIAL Y MÉTODOS

1- Progenitores

Se realizaron los siguientes informes histopatológicos de las almejas que se utilizaron como reproductores en distintas fechas:

Año 2005:

- Análisis de 25 almejas japonesas procedentes de Illa de Arousa el 29-3

Se realiza un análisis histopatológico de 25 almejas japonesas, *Ruditapes philippinarum*, de una talla media y error estándar de $44,6 \pm 0,1$ mm, y un peso medio y error estándar de $23,74 \pm 1,86$ gr, procedentes de Illa de Arousa, con el fin de determinar su estado patológico para su posible utilización como progenitores.

- Análisis de 30 almejas babosas procedentes de Pontedeume el 22-2

Se realiza un análisis histopatológico de 30 almejas babosas, *Venerupis pullastra*, de una talla media y error estándar de $39,4 \pm 0,72$ mm, y un peso medio y error estándar de $13,22 \pm 0,61$ gr, procedentes de Pontedeume, con el fin de determinar su estado patológico para su posible utilización como progenitores.

- Análisis de 30 almejas finas procedentes de Villaviciosa el 14-2

Se realiza un análisis histopatológico de 30 almejas finas, *Ruditapes decussatus*, de una talla media y error estándar de $36,7 \pm 0,22$ mm, y un peso medio y error estándar de $9,21 \pm 0,22$ gr, procedentes de Villaviciosa con el fin de determinar su estado patológico para su posible utilización como progenitores.

Año 2006:

- Análisis de 30 almejas finas procedentes de Villaviciosa el 31-1

Se realiza un análisis histopatológico de 30 almejas finas, *Ruditapes decussatus*, de una talla media y error estándar de $40,46 \pm 0,42$ mm, y un peso medio y error estándar de $16,48 \pm 0,55$ gr, procedentes de Villaviciosa (31-1-06) con el fin de determinar su estado patológico para su posible utilización como progenitores.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Año 2007:

- Análisis de 25 almejas finas procedentes de Pobra do Caramiñal el 22-2

Se realiza un análisis histopatológico de 25 almejas finas, *Ruditapes decussatus*, de una talla media y error estándar de $43 \pm 0,5$ mm, y un peso medio y error estándar de $19 \pm 0,6$ gr, procedentes de Pobra do Caramiñal el día 22-02-2007 con el fin de determinar su estado patológico para su posible utilización como reproductores.

Para el análisis histopatológico, una sección de los principales tejidos de cada almeja se fijó en solución Davidson, se deshidrató con alcoholes de graduación creciente, se aclaró con xileno, y se tiñó con hematoxilina-eosina para su observación al microscopio óptico. La posible presencia de parásitos de *Perkinus olseni* se examinó por cultivo de lámina branquial en medio fluido de tioglicolato estéril. Para ello, se cortó un trozo de branquia de cada almeja que se introdujo en un tubo de ensayo que contenía dicho medio. Los tubos se incubaron 7 días en oscuridad, y al cabo de este tiempo, cada lámina se retiró del tubo de ensayo y se depositó sobre un portaobjetos al que se le había añadido una gota de colorante de lugol. Las láminas se trocearon con un bisturí y se observaron al microscopio óptico.

2- Análisis de reproductores después de 45 días de acondicionamiento

En el año 2007, se realizó un estudio comparativo de los parásitos y alteraciones patológicas de 30 almejas finas procedentes de Villaviciosa el 8-2 y después de 45 días de acondicionamiento en el criadero de Ribadeo para su utilización como reproductores el 22-3.

Se realiza un análisis histopatológico de 15 almejas finas, *Ruditapes decussatus*, de una talla media y error estándar de $41.5 \pm 0,7$ mm, y un peso medio y error estándar de $14,3 \pm 0,8$ gr, procedentes de Villaviciosa (8-2-2007) y que se acondicionaron en Ribadeo para su utilización como reproductores hasta el 22-3-07.

Para el análisis histopatológico, una sección de los principales tejidos de cada almeja se fijó en solución Davidson, se deshidrató con alcoholes de graduación creciente, se aclaró con xileno, y se tiñó con hematoxilina-eosina para su observación al microscopio óptico.

3- Semilla: Preengorde

Se realizó un estudio de los parásitos y alteraciones patológicas de las almejas finas *Ruditapes decussatus*, babosas *Venerupis pullastra*, y japonesas *Ruditapes philippinarum* que se utilizaron en las experiencias de preengorde en 3 sistemas diferentes: en cestas en batea, en bandejas en el intermareal o en tambores de flujo invertido con agua de efluentes de tanques de rodaballo de una piscifactoría.

Estas experiencias se iniciaron en el otoño del año 2004, y finalizaron en el año 2006. La duración de cada experiencia fue hasta que las almejas alcanzasen las tallas adecuadas para su engorde en el medio natural.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

En total se efectuaron 3 experiencias con almejas de las 3 especies, una experiencia con almeja babosa y japonesa en el verano-otoño del año 2005, y una experiencia final solo con almeja babosa, *V. pullastra* situada en cestas en batea y en tambores en la piscifactoría.

Se hicieron cortes histológicos de 25-30 almejas de cada especie, al principio y final de cada experiencia. Para ello, las almejas se fijaron en solución de Davidson, se deshidrataron en alcoholes de graduación creciente, se aclararon en xileno y se incluyeron en parafina. Se realizaron cortes de 5 μm que se tiñeron con hematoxilina-eosina para su examen al microscopio óptico. Las almejas que por su pequeño tamaño no se podía separar la vianda de la concha, se fijaron enteras en solución de Davidson, y después se descalcificó su concha por inclusión de las mismas en solución de EDTA. Al finalizar la descalcificación, se siguió el mismo procedimiento que para las almejas de mayor tamaño. También se incubó una lámina branquial de las almejas de la primera experiencia en medio fluido de tioglicolato para determinar la posible presencia de individuos de *Perkinsus olseni*.

En las tres primeras experiencias se evaluó el estado de desarrollo gonadal. La gónada fue clasificada de acuerdo con la siguiente escala basada en la utilizada por Holland y Chew (1974), con algunas modificaciones:

- Estado 0: sin gónada
- Estado 1: primeros estados de desarrollo gonadal
- Estado 2: gónada en desarrollo
- Estado 3: madurez y puesta
- Estado 4: gónada en reabsorción

RESULTADOS

1- Progenitores

Año 2005:

- Análisis de 25 almejas japonesas procedentes de Illa de Arousa el 29-3

Los organismos parásitos y comensales que se observaron fueron: bolsas bacterianas en branquia, con una prevalencia de 4%; organismos de tipo rickettsiano en túbulos digestivos, con una prevalencia de 28%; ciliados branquiales, con una prevalencia de 12%; individuos del turbelario *Paravortex* en lumen de digestivo, con una prevalencia de 4%. También se observó que el 8% de las almejas presentaban necrosis en la branquia, pero en un único caso ésta era bastante intensa. No se observó la presencia de individuos de *Perkinsus atlanticus* en ninguna de las almejas ni en histología, ni en las muestras incubadas en tioglicolato.

- Análisis de 30 almejas babosas procedentes de Pontedeume el 22-2

El examen de las muestras histológicas al microscopio óptico reveló la presencia de parásitos y comensales. Entre los protozoos se observaron: trofozoitos de *Perkinsus atlanticus*, con una prevalencia de 16,7% (infecciones intensas 13,3%); quistes de la

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

gregarina *Nematopsis sp.*, con prevalencia de 10%, gregarina indeterminada en intestino con prevalencia de 26,7; ciliados branquiales, con prevalencia de 66,7%; plasmodios de *Haploporidium sp.* en epitelio de digestivo y conectivo circundante, con prevalencia de 10%; quistes del microsporidio *Steinhausia sp.*, con prevalencia de 3%. Entre los metazoos se observaron: parásitos trematodos, con prevalencia de 20%, de los cuales un 10% eran infestaciones ligeras de esporquistes y el otro 10% infestaciones ligeras de metacercarias; turbelarios *Paravortex sp.* en lumen de digestivo. Además un 6,7% de las almejas tenían necrosis ligeras en branquia.

Con la técnica de cultivo de lámina branquial en medio tioglicolato, un 26,7% de las almejas estaban infectadas por *Perkinsus atlanticus*. De entre las infectadas un 13,3% mostraron infecciones intensas.

- Análisis de 30 almejas finas procedentes de Villaviciosa el 14-2

Los organismos parásitos y comensales que se observaron fueron: bolsas bacterianas en branquia, con una prevalencia de 33,3%; ciliados branquiales, con una prevalencia de 6,7%; individuos del turbelario *Paravortex* en lumen de digestivo, con una prevalencia de 53,3%; parásitos trematodos con una prevalencia de 10%, de los cuales un 6,7% tenían una infestación intensa de esporquistes principalmente en la gónada lo que causaba castración parcial de la misma. También se observó que el 13,3% de las almejas presentaban necrosis en la branquia, pero en un único caso ésta era bastante intensa. No se observó la presencia de individuos de *Perkinsus atlanticus* en ninguna de las almejas ni en histología, ni en las muestras incubadas en tioglicolato.

Año 2006:

- Análisis de 30 almejas finas procedentes de Villaviciosa el 31-1

El examen de las muestras histológicas al microscopio óptico reveló la presencia de bacterias, protozoos y metazoos. Los organismos parásitos y comensales que se observaron fueron: bolsas bacterianas en branquia, con una prevalencia de 76,7%; ciliados branquiales, con una prevalencia de 10%; individuos del turbelario *Paravortex* en lumen de digestivo, con una prevalencia de 46,7%; parásitos trematodos con una prevalencia de 23,3%, de los cuales un 10% tenían una infestación de esporquistes principalmente en la gónada lo que causaba castración parcial de la misma. También se observaron metazoos en digestivo (6,7% de almejas), gregarinas indeterminadas (10% de almejas) y plasmodios de haplosporidio en el epitelio de digestivo en una almeja. No se observó la presencia de individuos de *Perkinsus atlanticus* en ninguna de las almejas ni en histología, ni en las muestras incubadas en tioglicolato.

Año 2007:

- Análisis de 25 almejas finas procedentes de Pobra do Caramiñal el 22-2

El examen de las muestras histológicas al microscopio óptico reveló la presencia de bacterias, protozoos y metazoos. Los organismos de tipo bacteriano que se observaron fueron: bolsas bacterianas en branquia con una prevalencia de 40%, de las cuales solo una almeja tenía intensidad moderada. Dentro de los protozoos, se observó una

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

infección intensa de *Perkinus olseni* en una almeja, y algunas gregarinas *Nematopsis* sp. y otras sin identificar, con prevalencias de 8% y 16%, respectivamente.

Los metazoos que se observaron fueron: turbelarios *Paravortex* sp. con prevalencia de 8%, y algunas metacercarias de trematodo en pie y digestivo con prevalencia de 20% y 4%, respectivamente. El examen de las branquias incubadas en tioglicolato mostró la presencia de una infección intensa de *Perkinsus olseni* en la almeja en la que ya se había observado este parásito en histología.

2- Análisis de reproductores después de 45 días de acondicionamiento

El examen de las muestras histológicas al microscopio óptico reveló la presencia de bacterias y metazoos. Los organismos de tipo bacteriano que se observaron fueron: bolsas bacterianas en branquia con una prevalencia de 87%, de las cuales un 13% tenían intensidad moderada, y colonias rickettsianas también en branquia con una prevalencia de 67%, de las cuales un 27% tenían intensidad moderada o alta. Los metazoos que se observaron fueron: turbelarios *Paravortex* sp. con prevalencia de 13%, metazoos sin identificar en digestivo con prevalencia de 7%, y metacercarias de trematodo en branquia con prevalencia de 13%. Se observó que el 33% de las almejas presentaban reacciones hemocitarias en el tejido conectivo de branquia y digestivo. No se observó la presencia de individuos de *Perkinsus olseni* en ninguna de las almejas.

Tabla I. Organismos parásitos y comensales observados en las almejas finas

Fecha	% Bol. bacterias	% Rickettsias branquia	% Ciliados branquia	% <i>Nematopsis</i> sp.	% Gregarina indt.	% <i>Paravortex</i> sp.	% Metazoo digestivo	% Metacercaria
8/2/07	72	72	40	4	4	32	16	8
22/3/07	87	67	0	0	0	13	7	13

En comparación con los datos del análisis efectuado a la llegada de las almejas al criadero, se observa un incremento de la prevalencia de bolsas bacterianas y un ligero decrecimiento del número de almejas afectadas por rickettsias en branquia después de 40 días de acondicionamiento. Por otra parte, no se observaron ni ciliados branquiales ni gregarinas en el segundo análisis. Las prevalencias de metazoos en general fueron menores en el segundo análisis, aunque aumentó el número de metacercarias de trematodos.

De todos los parásitos observados, sólo la presencia de bacterias podría inducir cierta mortalidad como ya se ha registrado en otros estudios (Le Gall et al., 1988; Villalba et al., 1999). La primera almeja muerta se observó a los 20 días de empezar el acondicionamiento, y al cabo de 40 días fue del 7%. Esta mortalidad es similar a la

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

registrada en otros estudios de acondicionamiento, por lo que la abundancia de organismos bacterianos no parece causar daños importantes.

3- Semilla: Preengorde

En los controles iniciales sólo se observaron ciliados en las almejas. En los controles finales, las almejas estaban afectadas por varios parásitos y comensales (Tablas II-VI), entre ellos *Perkinsus olseni* (Fig. 1 A) y organismos de tipo rickettsiano (Fig 1 B). *P. olseni* se detectó en almejas japonesas que estaban en tambores en la piscifactoría (20%) y en bandejas en el intermareal de Vilaxoán (10%) en la 2ª experiencia del año 2005 que se desarrolló en verano-otoño. Las infecciones de este protista eran ligeras en general, tan solo en un caso se observó una infección de intensidad moderada. La talla mínima a la que se detectó *Perkinus* fue de 11 mm. La presencia de este parásito no se observó en las primeras experiencias mediante tioglicolato ni histología.

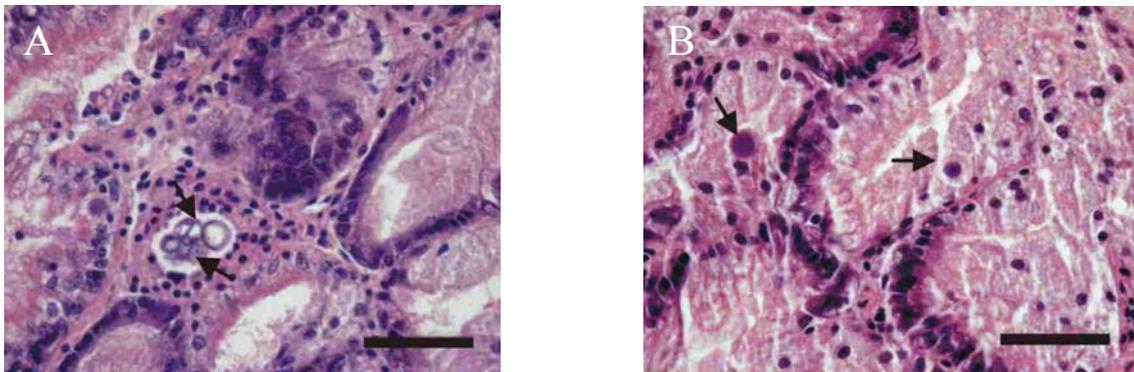


Figura 1. A/ *Perkinsus olseni*. 47 μ m. B/ Organismos de tipo rickettsiano.

Las colonias intracelulares de rickettsias se observaron en el digestivo de las 3 especies de almejas en algunos casos con una prevalencia elevada, pero en ningún caso fueron intensas. La talla mínima a la que se detectaron las rickettsias en digestivo fue de 9 mm.

También se observaron rickettsias en branquia de almeja fina pero con una prevalencia baja, y solo en el control inicial de la primera experiencia del año 2006. Con escasa importancia patológica pero con las mayores prevalencias, se observaron ciliados en la branquia de las 3 especies. El turbelario *Paravortex* sp., se encontró en almejas babosas y japonesas con bajas prevalencias.

En algunas experiencias, se observaron individuos de la gregarina *Nematopsis* sp. en almejas de las 3 especies. Aisladamente, se detectaron plasmodios de haplosporidio en el epitelio de digestivo de almejas babosas y japonesas, y quistes del microsporidio *Steinhausia* sp. en ovocitos de almejas de estas dos especies.

En la experiencia que transcurrió en el verano-otoño del año 2005, con pequeñas prevalencias se detectaron coccidios renales, gregarinas indeterminadas en epitelio de intestino, y bolsas bacterianas en almejas japonesas situadas en bandejas en el intermareal de Vilaxoán. En ésta misma experiencia, se observaron también algunas metacercarias de trematodo en pie de almejas babosas situadas en batea, y algún

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

metazoo indeterminado en digestivo de almejas babosas engordadas en bandejas en el intermareal del Grove.

En la última experiencia que se desarrolló en primavera del año 2006 con almejas babosas, solo se detectaron quistes de *Steinhausia* sp. y de *Nematopsis* sp. en algunas almejas de batea al final de la experiencia.

Los primeros estados de desarrollo gonadal se observaron en almejas *R. philippinarum* y *R. decussatus* de 3-4 mm de longitud y *V. pullastra* de 7 mm de longitud. Se observaron distintos estados de desarrollo gonadal dependiendo del periodo del año en que crecieron las almejas (Tablas II, III y IV). Los estados de madurez y desove se observaron en almejas de solo 11-13 mm de longitud (Figs. 2).

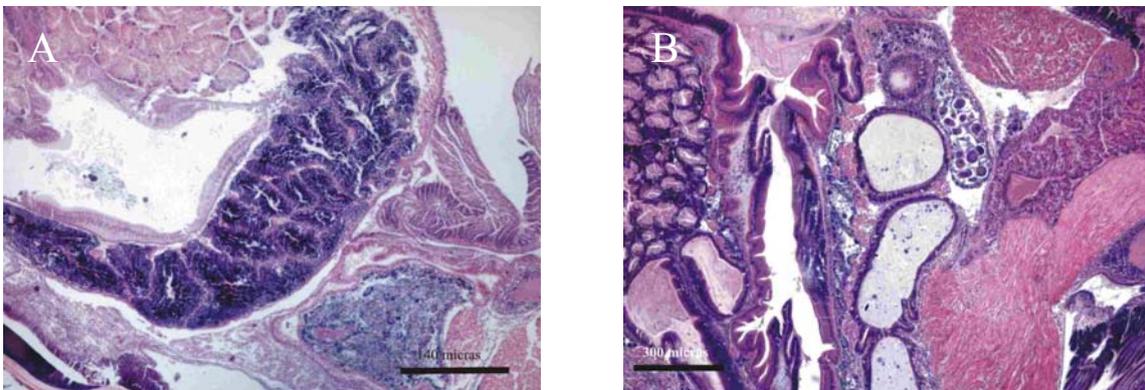


Figura 2. A/ Almeja fina de 3 mm. B/ Almeja babosa de 9 mm.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla II. Experiencia 1. 2004-2005

Especie	Fecha	Talla \pm ES (mm)	% <i>Nematopsis</i> sp.	% Ciliados br - dig.	% <i>Paravortex</i> sp.	% <i>Haplosporidium</i> sp.	% <i>Steinhausia</i> sp.	% Estado gonadal 0	% Estado gonadal 1 ♀ - ♂	% Estado gonadal 2 ♀ - ♂	% Estado gonadal 3 ♀ - ♂	% Estado gonadal 4 ♀ - ♂
A b 1	4-11-04	7,2 \pm 0,1	0	4 - 15	0	0	0	29	67 - 4	0	0	0
A b 2 (batea)	11-4-05	16 \pm 0,2	23	17 - 10	7	3	3	0	0	100 - 0	0	0
A b 2 (bandeja)	23-6-05	12,2 \pm 0,3	10	10 - 0	3	0	0	0	0	100 - 0	0	0
A b 2 (tambor)	11-4-05	14,1 \pm 0,2	3	24 - 10	0	0	0	0	10 - 0	90 - 0	0	0
A j 1	4-11-04	3 - 4	0	8 - 0	0	0	0	69	19 - 12	0	0	0
A j 2 (batea)	26-5-05	12,5 \pm 0,3	0	0	3	0	0	3	0 - 7	77 - 13	0	0
A j 2 (bandeja)	23-6-05	11,3 \pm 0,3	10	3 - 0	3	0	0	0	0	10 - 0	42 - 31	17 - 0
A j 2 (tambor)	19-5-05	6,5 \pm 0,3	0	7 - 0	0	0	0	21	36 - 32	4 - 7	0	0
A f 1	4-11-04	3 - 4	0	14 - 0	0	0	0	86	7 - 7	0	0	0
A f 2 (batea)	22-6-05	14,9 \pm 0,3	0	3 - 0	0	0	0	0	3 - 0	34 - 43	0 - 20	0
A f 2 (bandeja)	23-6-05	11 \pm 0,3	0	0	3	0	0	7	7 - 0	52 - 24	0 - 10	0
A f 2 (tambor)	19-5-05	5,4 \pm 0,2	0	0	0	0	0	47	20 - 33	0	0	0

Tabla III. Experiencia 2. 2005

Especie	Fecha	Talla \pm ES (mm)	% <i>Nematopsis</i> sp.	% Bol. bact	% Ciliados br / dig	% <i>Paravortex</i> sp.	% <i>Rickettsias</i> dig/ br	% Estado gonadal 0 ♀ - ♂	% Estado gonadal 1 ♀ - ♂	% Estado gonadal 2 ♀ - ♂	% Estado gonadal 3 ♀ - ♂	% Estado gonadal 4 ♀ - ♂
A b 1	21-4-05	8,4 \pm 0,2	0	0	4 - 0	0	0	18	53 - 18	0 - 11	0	0
A b 2 (batea)	26-5-05	13,1 \pm 0,3	0	0	3 - 0	0	0	0	0	52 - 31	7 - 10	0
A b 2 (bandeja)	21-7-05	11,8 \pm 0,6	3	0	48 - 7	10	0	0	0	0	55 - 31	14 - 0
A b 2 (tambor)	29-6-05	13,7 \pm 0,2	0	0	3 - 0	0	0	0	0	3 - 0	44 - 43	10 - 0
A j 1	9-3-05	4 - 5	0	0	19 - 0	0	0	81	6 - 13	0	0	0
A j 2 (batea)	26-5-05	10,6 \pm 0,3	0	0	7 - 3	0	14	14	0	0	48 - 10	48 - 10
A j 2 (bandeja)	21-7-05	11,8 \pm 0,2	0	0	87 - 0	0	20 - 0	14	0	0	45 - 7	45 - 7
A j 2 (tambor)	21-11-05	15,3 \pm 0,2	0	0	30 - 0	7	3	64	0	0	17 - 10	17 - 10
A f 1	17-3-05	3 - 4	0	0	29 - 0	0	0	97	3 - 0	0	0	0
A f 2 (batea)	22-6-05	13,7 \pm 0,2	0	0	7 - 0	0	17 - 0	0	17 - 21	28 - 31	0	0
A f 2 (bandeja)	21-7-05	9,1 \pm 0,2	0	3	14 - 0	21	0 - 0	0	0	0	0	0
A f 2 (tambor)	22-11-05	15,3 \pm 0,3	0	0	7 - 0	0	17 - 0	37	0	0	44 - 13	44 - 13

Tabla IV. Experiencia 3. 2005

Especie	Fecha	Talla ± ES (mm)	% <i>Nema-topsis</i> sp.	% <i>Perkinsus olseni</i>	% Ciliados br / dig	% Para- vortex sp.	% <i>Haplosporidium</i> sp.	% Coccidio renal	% Gregarina Indet.	% Bolsas bact.	% Rickettsias dig / br	% <i>Steinhausia</i> sp.	% Metacercaria pie	% Metazoo dig.	% Estado gonadal 0. ♀ - ♂	% Estado gonadal 1. ♀ - ♂	% Estado gonadal 2. ♀ - ♂	% Estado gonadal 3. ♀ - ♂	% Estado gonadal 4. ♀ - ♂
A b 1	6-7-05	7,2 ± 0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50 - 0	0	0	0
A b 2 (batea)	24-8-05	14,7 ± 0,2	0	0	8 - 0	0	3	0	0	0	0	0	0	13	0	3 - 0	50 - 13	27 - 7	0
A b 2 (O Grove)	3-11-05	11,5 ± 0,4	23	0	60 - 0	13	0	0	0	0	3 - 0	0	3	0	10	10 - 0	0	0 - 3	67 - 10
A b 2 (Vilaxoan)	3-11-05	12 ± 0,2	7	0	33 - 27	27	0	0	0	0	3 - 0	3	0	0	14	7 - 0	0	3 - 3	73 - 0
A b 2 (tambor)	24.10-05	14,1 ± 0,1	0	0	33 - 10	3	0	0	0	0	53 - 0	0	0	0	3	13 - 0	0	47 - 13	24 - 0
A j 1	6-7-05	8,7 ± 0,2	0	0	0 - 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10 - 0	60 - 20	0 - 7	0
A j .2 (batea)	24-8-05	14,5 ± 0,3	0	0	38 - 10	0	0	0	0	0	17 - 0	0	0	0	0	0	0	31 - 35	31 - 3
A j .2 (O Grove)	3-11-05	12,7 ± 0,2	0	0	24 - 10	10	3	0	0	0	4	0	0	0	42	0	0	3 - 3	24 - 28
A j 2 (Vilaxoan)	3-11-05	12,5 ± 0,2	0	10	24 - 0	0	0	7	3	3	0	3	0	0	24	0	0	4 - 3	45 - 24
A j .2 (tambor)	15-9-05	13,1 ± 0,2	0	20	43 - 3	0	0	0	0	0	3 - 0	0	0	0	0	0	0	48 - 52	0

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Tabla V. Experiencia 1. 2006

Especie	Fecha	Talla \pm ES (mm)	% <i>Nematopsis</i> sp.	% Ciliados br - dig.	% <i>Paravortex</i> sp.	% Bolsas bacterianas	% <i>Rickettsias</i> dig / br	% <i>Haplospo-</i> <i>ridium</i> sp.	% Steinhausia sp.	% <i>Copépodo</i> br.
A b 1	1-2-06	7,0 \pm 0,2	3	0 - 3	3	0	0	0	0	0
A b 2 (batea)	20-4-06	18,1 \pm 0,2	0	10 - 0	7	0	0	0	0	0
A b 2 (bandeja)	26-5-06	11,8 \pm 0,1	0	13 - 4	16	0	0	5	0	0
A b 2 (tambor)	25-4-06	12,4 \pm 0,2	3	20 - 0	3	0	0	0	3	0
A j 1	1-2-06	5,7 \pm 0,1	0	12 - 0	0	0	0	0	0	0
A j 2 (batea)	5-5-06	13,2 \pm 0,2	0	50 - 3	0	0	3 - 0	0	0	0
A j 2 (bandeja)	26-5-06	11,8 \pm 0,1	0	12 - 0	4	0	16 - 0	0	4	0
A j 2 (tambor)	9-5-06	9,7 \pm 0,1	0	48 - 0	0	0	8 - 0	0	0	0
A f 1	1-2-06	6,8 \pm 0,1	0	0	0	3	0 - 7	0	0	0
A f 2 (batea)	15-5-06	10,6 \pm 0,2	8	4 - 0	0	0	46 - 0	0	0	0
A f 2 (bandeja) N = 6	26-5-06	7,4 \pm 0,4	0	17 - 0	0	0	83 - 0	0	0	0

Tabla VI. Experiencia 2. 2006

Especie	Fecha	Talla \pm ES (mm)	% <i>Nematopsis</i> sp.	% Ciliados br - dig.	% <i>Paravortex</i> sp.	% Bolsas bacterianas	% <i>Rickettsias</i> dig / br	% <i>Haplospo-</i> <i>ridium</i> sp.	% Steinhausia sp.	% <i>Copépodo</i> br.
A b 1	27-4-06	6,8 \pm 0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
A b 2 (batea)	5-6-06	12,7 \pm 0,2	16	0	0	0	0	0	8	0
A b 2 (tambor)	29-6-06	13,4 \pm 0,2	0	0	0	0	0	0	0	0

CA de Cataluña

MATERIAL Y MÉTODOS

Al inicio de cada una de las experiencias de acondicionamiento llevadas a cabo se procedió a la recolección de muestras de reproductores que se reservaron para su estudio histopatológico, y, en caso de detectar episodios de mortalidad masiva durante su acondicionamiento, proceder a su estudio. También se procedió a la detección de *Perkinsus* mediante el método de Ray Fluid Thioglycollate médium (RFTM) utilizando el “whole body burden assay” de una muestra a la llegada de todos los lotes de reproductores que se acondicionaron.

RESULTADOS

En la Tabla I se presentan los resultados obtenidos procedentes de los controles realizados.

Tabla I. Episodios de mortalidad registrados y patologías detectadas en los reproductores destinados a acondicionamiento.

		Mortalidad	Perkinsus	Patologías	Procedencia
Año 2005	<i>R. philippinarum</i>	No			
	<i>R. decussatus</i>	No			
Año 2006	<i>R. philippinarum</i>	No	Si		B. Fangar
	<i>R. philippinarum</i>	No	No	Anillo marrón	Camariñas
	<i>R. decussatus</i>	Si	Si		B. Fangar
	<i>R. decussatus</i>	Si	No	Desconocida	Villaviciosa
Año 2007	<i>R. philippinarum</i>	No	No	No	Camariñas
	<i>R. decussatus</i>	No	No	No	Camariñas

En 2005, se detecta *Perkinsus sp.* en un lote de almeja japonesa procedente de la Bahía del Fangar (Delta del Ebro), sin que ello conlleve mortalidad masiva del lote acondicionado.

En 2006, se registra un importante episodio de mortalidad en almeja fina, que coincide con la detección de *Perkinsus sp.* (Método RFTM), en lotes procedentes de la Bahía del Fangar (Delta del Ebro). Del otro episodio de mortalidad registrado en 2006 a almeja fina (lote procedente de Villaviciosa) se desconoce el agente causante. Ese año, también se detectan ejemplares de almeja japonesa con síntomas de “anillo marrón” que procedían de Camariñas.

En 2007, no se registran episodios significativos de mortalidad.

CA de Asturias

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los años 2005, 2006 y 2007 se realizó un mapeo zoonosanitario en las rías de Ribadeo y Villaviciosa, zonas declaradas de producción de moluscos bivalvos en el Principado de Asturias, para conocer el estado zoonosanitario de las poblaciones naturales de almejas en ambas Rías. Ello nos facilitó la selección de ejemplares para su utilización como reproductores y la selección de las zonas más adecuadas para la repoblación con la semilla obtenida en el criadero.

Los controles se basaron fundamentalmente sobre la identificación del parásito *Perkinsus* sp. y la detección de la enfermedad del “anillo marrón” principales patologías asociadas a mortalidades a las almejas.

Para la determinación del protozoo *Perkinsus* sp. se utilizó la técnica de incubación de las branquias en medio de Tioglicolato, a 25 °C, durante tres días y posterior tinción con Lugol. La periodicidad fue trimestral y sobre 100 ejemplares en cada zona. Simultáneamente se observaron las valvas para la detección de la enfermedad del “anillo marrón”.

Los ejemplares procesados mensualmente para el estudio histológico de la gónada, fijados en Davidson, con deshidratación creciente en alcoholes y tinción con Hematoxilina-Eosina, se utilizaron para la realización de análisis histopatológicos que nos permitieran detectar otros posibles parásitos.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron la detección del parásito *Perkinsus* sp. en ambas rías, con unas prevalencias máximas del 10% en la ría de Ribadeo y del 8% en la ría de Villaviciosa y ausencia de la enfermedad del “anillo marrón” en ambas zonas.

Las almejas muertas durante el acondicionamiento no presentaban patologías que explicaran su mortalidad.

CONCLUSIONES DE LA LÍNEA 4

Galicia

1- Conclusiones del análisis bacteriológico

Progenitores

Los progenitores utilizados para la obtención de puestas se pudieron considerar como individuos sanos, debido a su aspecto macroscópico y a la carga bacteriana que presentaban.

Los progenitores de almeja fina de dos procedencias distintas (Villaviciosa y Poboá) acondicionados en el 2007 durante 40 días en Ribadeo, partiendo de cargas bacterianas iniciales distintas, al final del acondicionamiento tienen cargas bacterianas similares en el caso de los recuentos en MA y TCBS. Esto es lo esperado después del acondicionamiento, pues los bivalvos son organismos filtradores y lo normal es que al estar en el mismo medio adquieran cargas similares. En el caso de los recuentos en MA+M hay alguna diferencia, las almejas más cargadas continúan con una carga algo superior, habría que identificar en estudios posteriores cuales son las bacterias que se eliminan con mayor dificultad.

Semilla: preengorde

Aunque como ya se indicó, es difícil comparar los datos de las distintas experiencias debido a que las épocas no coinciden, y que no en todas las experiencias se utilizaron las mismas especies. Se observó que la almeja babosa presenta un descenso de la carga bacteriana en batea, la almeja fina en intermareal y la japonesa varió dependiendo de la experiencia.

Destacar, que no existen bivalvos libres de bacteria, y se ha demostrado que la mayoría de las bacterias marinas no son perjudiciales para los bivalvos adultos, estos pueden tolerar concentraciones más altas que las larvas. La distinción entre especies o cepas no patógenas y los verdaderos patógenos, es frecuentemente difícil.

2- Conclusiones histopatología

Progenitores

Las almejas estudiadas presentan pocos parásitos y alteraciones patológicas en comparación con los que se observan en otros bancos naturales y parques de cultivo de almejas. Los parásitos y simbiosis observados en las muestras de Illa de Arousa no inducen alteraciones patológicas importantes.

Los parásitos y alteraciones patológicas que se observan en la muestra de Pontedeume son comunes a los observados en otros bancos naturales y parques de cultivo de almejas babosas. Por su importancia patológica destaca la presencia de *Perkinsus olseni*. Estos parásitos inducen mortalidad y causan castración cuando la infección es intensa. En el

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

caso de Pontedeume, se detectó un 26,7% de individuos infectados, lo que probablemente causa una mortandad en la población estudiada, ya que un 13,3% de las almejas tenían infecciones intensas de *P. olseni*. De las otras alteraciones patológicas que se observaron, sólo los trematodos en la fase de esporoquistes podrían causar cierta mortandad que en este caso no parece importante dada su baja prevalencia.

Los parásitos y alteraciones patológicas que se observan en la muestra de Villaviciosa son comunes a los observados en otros bancos naturales y parques de cultivo de almejas finas. Por su importancia patológica destaca la presencia de trematodos. Estos parásitos inducen mortalidad y causan castración cuando la infestación es intensa. En el caso de Villaviciosa, la prevalencia de trematodos fue baja, por lo que no parece que estos efectos patológicos sean importantes. Los otros parásitos y alteraciones patológicas no son responsables de patologías importantes en las almejas.

Los parásitos y alteraciones patológicas que se observan en la muestra de Pobra do Caramiñal son comunes a los observados en otros bancos naturales y parques de cultivo de almejas finas. Por su importancia patológica destaca la presencia de *Perkinsus olseni*, aunque estos parásitos inducen mortalidad y causan castración en infecciones intensas, en este estudio solo una almeja estaba afectada, por lo que estos efectos patológicos no son muy importantes. Las otras alteraciones patológicas que se observaron no inducían daños por su baja prevalencia e intensidad o escaso poder patogénico.

Análisis de reproductores después de 45 días de acondicionamiento

En los primeros análisis se observaron prevalencias elevadas (72%) de organismos de tipo bacteriano. Después de 45 días de acondicionamiento de las almejas en criadero, se observa un incremento de la prevalencia de bolsas bacterianas y un ligero decrecimiento del número de almejas afectadas por rickettsias en branquia.

De todos los parásitos observados, sólo la presencia de bacterias que alcanzó prevalencias de 87% de bolsas bacterianas (13% de intensidad moderada) y 67% de rickettsias en branquia (27% intensidad moderada o alta) podría inducir cierta mortalidad. Sin embargo, la mortalidad fue del 7% al cabo de 40 días, lo que es similar a la registrada en otros estudios de acondicionamiento.

Semilla: preengorde

En los controles iniciales sólo se observaron ciliados en las almejas. En los controles finales, las almejas estaban afectadas por varios parásitos y comensales, entre ellos *Perkinsus olseni* y organismos de tipo rickettsiano, fueron los más patógenos. *P. olseni* se detectó en almejas japonesas que estaban en tambores en la piscifactoría (20%) y en bandejas en el intermareal de Vilaxoán (10%) en la 2ª experiencia del año 2006 que se desarrolló en verano-otoño. Las infecciones de este protista eran ligeras en general, tan solo en un caso se observó una infección de intensidad moderada. Las infecciones rickettsianas observadas fueron también ligeras.

Con relación a los sistemas de cultivo, las almejas preengordadas en la batea adquieren la talla adecuada para crecer en la arena del intermareal antes que en los otros dos

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

sistemas y por ello están menos parasitadas. Dependiendo de la época del año en que crecen las almejas también se observaron diferencias. Así las almejas que se preengordaron en el período de verano-otoño estaban más parasitadas que las que crecieron en el otoño-invierno, probablemente debido a la mayor presencia de parásitos en el medio en los meses de verano, y al estrés que sufren las almejas en este periodo debido al desarrollo gonadal.

Los primeros estados de desarrollo gonadal se observaron en almejas *R. philippinarum* y *R. decussatus* de 3-4 mm de longitud y *V. pullastra* de 7 mm de longitud. Se observaron distintos estados de desarrollo gonadal dependiendo del período del año en que crecieron las almejas. Los estados de madurez y desove se observaron en almejas de solo 11-13 mm de longitud.

Cataluña

Se detectó la presencia de “anillo marrón” en un lote de reproductores pero no provocó mortalidades.

En dos lotes de almeja fina, con altas mortalidades, en uno de ellos se detectó *Perkinsus*, pudiendo ser la causa de la muerte, pero en el otro lote no se detectó y no se pudo determinar la causa de la alta mortalidad.

Asturias

Tanto en la ría de Ribadeo, como en la de Villaviciosa se detectó durante los años de duración del proyecto, la presencia del parásito *Perkinsus* sp. con prevalencias máximas del 10% en la primera y del 8% en la segunda. En ninguna se observó la presencia de la enfermedad del “anillo marrón”.

BIBLIOGRAFÍA DE LA LÍNEA 4

(Linnaeus, 1758), de Galicia. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela.
Castro, M.D. 1994. Patologías de origen bacteriano en almejas cultivadas *Tapes decussatus* y *T. philippinarum*. Tesis doctoral de la Universidad de Málaga.

Choi, K-S., Park, K-I., Lee, K-W., Matsuoka, K. 2002. Infection intensity, prevalence, and histopathology of *Perkinsus* sp. in the manila clam, *Ruditapes philippinarum*, in Isahaya bay, Japan. J. Shellfish Res. 21 (1): 119-125.

Choi, K-S., Park, K-I. 1997. Report on the occurrence of *Perkinsus* sp. in Korea. Journal of Aquaculture, 10 (3): 227-237.

Cigarría, J., Rodríguez, C., Fernández, J.M. 1997. Impact of *Perkinsus* sp. on manila clam *Ruditapes philippinarum* beds. Dis. Aquat. Org. 29 : 117-120.

Figueras, A., Robledo, J.A. F., Novoa, B. 1992. Occurrence of haplosporidian and *Perkinus*-like infections in carpet-shell clams, *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758), of the Ría de Vigo (Galicia, NW Spain). J. Shellfish. Res. 11 (2): 377-382.

Navas, J. I., Castillo, M.C., Vera, P., Ruiz-Rico, M. 1992. Principal parasites observed in clams, *Ruditapes decussatus* (L), *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve), *Venerupis pullastra* (Montagu) and *Venerupis aureus* (Gmelin), from the Huelva coast (S.W. Spain). Aquaculture 107: 193-199.

Ordás, M.C., Gomez-León, J., Figueras, A. 2001. Histopathology of the infection by Paillard C., Le Roux F., Borrego J.J. 2004. Bacterial disease in marine bivalves, a review of recent studies: trends and evolution. *Aquat. Living. Resour.* 17: 477-498.

Perkinsus atlanticus in three clam species (*Ruditapes decussatus*, *R. philippinarum* and *R. pullastra*) from Galicia (NW Spain). J. Shellfish. Res. 20 (3): 1019-1024.

Ruano, F., Cachola, R. 1986. Outbreak of a severe epizootic of *Perkinsus marinus* (Levin – 78) at Ría de Faro clam's culture beds. 2º Intern. Colloq. Pathol. Marine Aquac., 7-11 Sept. 86, Porto (Portugal), pp. 41-42.

Santmartí, M.M., García-Valero, J.F., Montes, J.F., Pech, A., Durfort, M. 1995. Seguimiento del protozoo *Perkinsus* sp., en las poblaciones de *Tapes decussatus* y *Tapes semidecussatus* del Delta del Ebro. En. Castelló, F., Calderer (eds). Actas del V Congreso Nacional de Acuicultura, Mayo 10-13, S. Carlos de la Rápita. España, Universidad de Barcelona, pp. 260-265.

Villalba, A., Casas, M., López, C., Carballal, M.J. 2005. Study of perkinsosis in the carpet shell clam *Tapes decussatus* in Galicia (NW Spain). II. Temporal pattern of disease dynamics and association with clam mortality. Dis. Aquat. Org. 65 : 257-267.

Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.

Villalba, A., López, C., Carballal, M.J. 1993. Parasitos y alteraciones patológicas de tres especies de almeja, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis pullastra*, y *Venerupis rhomboides*, en las rías gallegas. Actas IV Congreso Nac. Acuicult. 551-556.



Desarrollo de la tecnología de producción y cultivo de almejas. Informe Final Extenso.
