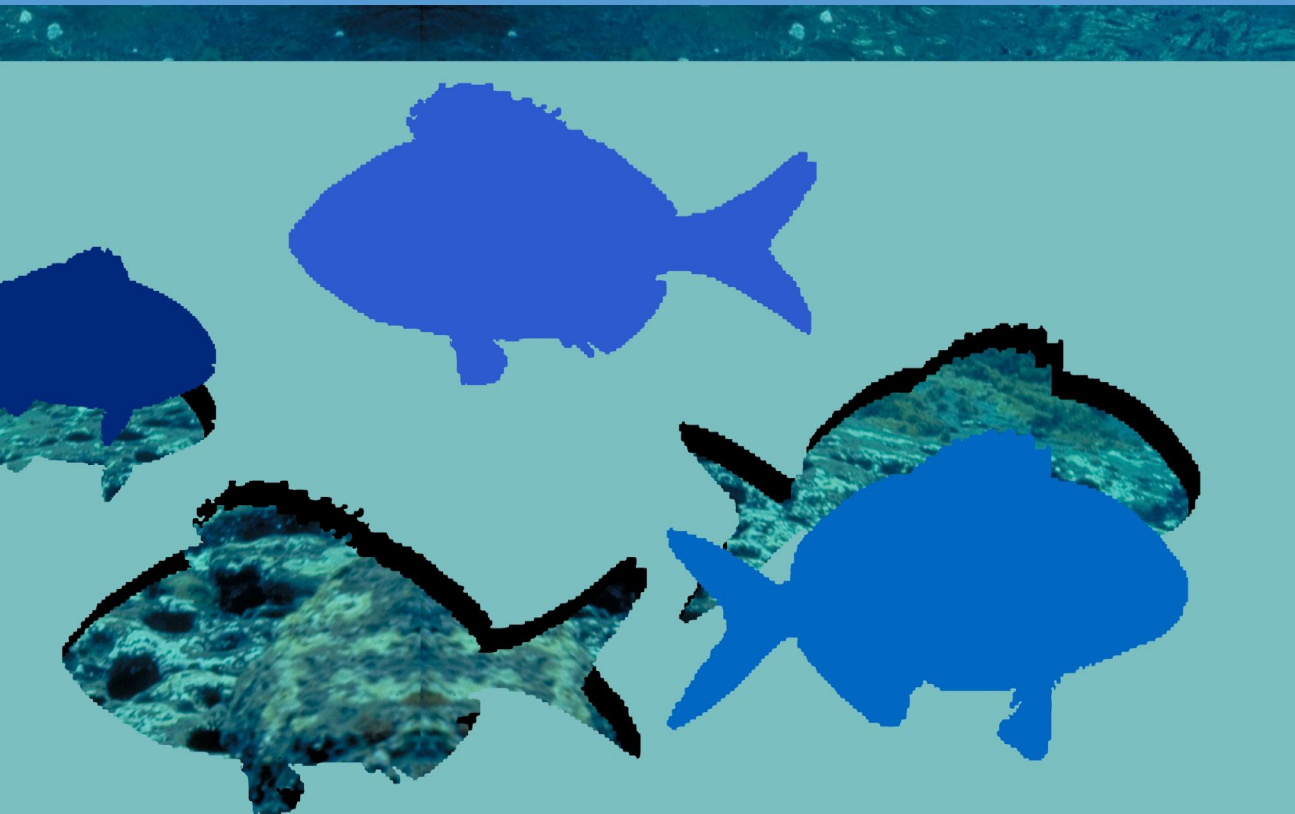




# Revisión Histórica de los Planes Nacionales de Cultivos Marinos desarrollados en el período 1988-2000



Durante los últimos años la Secretaría General de Pesca Marítima (SGPM) ha revisado y recopilado toda la documentación disponible sobre los Planes Nacionales de Cultivos Marinos desarrollados entre 1988 y 2000.

Los Planes, cuya creación está contemplada en la Ley 23/1984 de Cultivos Marinos, son propuestos de manera conjunta por la SGPM y las Comunidades Autónomas, siendo estas últimas quienes los ejecutan dentro del ámbito de sus competencias estatutarias. La aprobación y seguimiento de los Planes es responsabilidad de la Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR), que además es el órgano de coordinación entre CCAA y Administración General del Estado en materia de acuicultura marina.

Cada Plan Nacional se concibe como una acción destinada al fomento y desarrollo de la acuicultura marina de forma armónica en el territorio nacional, y que además debe ser de gran interés para una parte significativa del país. Los Planes persiguen objetivos específicos en el ámbito de la investigación, el desarrollo, la innovación, o cualquier otro campo relevante para el desarrollo de la actividad acuícola.

Todo el trabajo realizado por la SGPM toma forma en la presente publicación que se ha dividido en dos volúmenes. El primero de ellos corresponde a los Planes desarrollados entre los años 1988 y 1992, periodo en el que los Planes estaban orientados a la investigación de cuatro especies de gran interés acuícola entonces, la anguila, la seriola, los pectínidos y las ostras.

El segundo volumen incluye los Planes que fueron ejecutados entre 1993 y 2000. Durante estos años las líneas de investigación se ampliaron hacia proyectos más genéricos como nuevas especies y nuevas tecnologías de cultivo, mejora de la producción de especies en mar abierto, estudios de tecnología orientados a la disminución del impacto ambiental, reducción de los costes de explotación y medidas sanitarias.

La diferente orientación y temática de los Planes de esos dos periodos ha servido como criterio de división de los capítulos en cada uno de los dos volúmenes. En el primero, los capítulos han sido estructurados por especie. En cambio en el caso del segundo volumen cada capítulo corresponde a una Comunidad Autónoma. Todos los capítulos disponen de un resumen detallado con los datos básicos de cada proyecto; su duración, objetivos, instituciones implicadas, coordinadores, trabajos desarrollados, resultados obtenidos y comentarios finales.

Esta publicación es fruto de un exhaustivo trabajo de recopilación y síntesis de la documentación aportada por las CCAA sobre los Planes desarrollados, a los que se pretende dar la mayor difusión posible; a este objetivo también contribuye la página web de JACUMAR (<http://www.mapa.es/es/pesca/pags/jacumar/jacumar.htm>) que dispone de información resumida referente a cualquiera de los Planes recogidos en esta publicación, así como de los Planes desarrollados posteriormente.

---



# REVISIÓN HISTÓRICA DE LOS PLANES NACIONALES DE CULTIVOS MARINOS DESARROLLADOS EN EL PERIODO 1988 – 2000

## VOLÚMEN I

### PLANES NACIONALES 1988 - 1992

#### INTRODUCCIÓN ..... i

#### **CAPÍTULO I: Plan Nacional de Cultivo de la Seriola**

Comunidades Autónomas participantes, Comisión técnica, Objetivos generales del plan, Líneas de actuación generales del plan .....	1
C.A. CATALUÑA.....	3
C.A. MURCIA.....	15
C.A. BALEARES.....	28
Comentarios finales y Estudios posteriores .....	35

#### **CAPÍTULO II: Plan Nacional de Captación de semilla de Pectínidos**

Comunidades Autónomas participantes, Comisión técnica, Objetivos generales del plan, Líneas de actuación generales del plan .....	36
C.A. CATALUÑA.....	38
C.A. VALENCIA.....	51
Comentarios finales y Estudios posteriores .....	54

#### **CAPÍTULO III: Plan Nacional de Abastecimiento de juveniles de anguila**

Comunidades Autónomas participantes, Comisión técnica, Objetivos generales del plan, Líneas de actuación generales del plan .....	56
C.A. CATALUÑA.....	57
C.A. ASTURIAS.....	59
C.A. VALENCIA.....	68
Comentarios finales y Estudios posteriores .....	74

#### **CAPÍTULO IV: Plan Nacional de Producción de Ostra Plana**

Comunidades Autónomas participantes, Comisión técnica, Objetivos generales del plan, Líneas de actuación generales del plan .....	75
C.A. CATALUÑA.....	78
C.A. MURCIA.....	94
C.A. VALENCIA.....	103
Comentarios finales y Estudios posteriores .....	107

## VOLÚMEN II

## PLANES NACIONALES 1993 - 2000

## CAPÍTULO V: C.A. ANDALUCÍA

1. Desarrollo del monocultivo semiintensivo del lenguado ( <i>Solea senegalensis</i> ) en estanques en tierra.....	108
2. Formación de un banco de reproductores de tres especies autóctonas de peces de interés comercial: hurta ( <i>Pagrus auriga</i> ), corvina ( <i>Agryrosomus regius</i> ) y rombo ( <i>Scophthalmus rhombus</i> ).....	113
3. Estudio de viabilidad del cultivo de vieira en mar abierto por medio de sistemas flotantes.....	117
4. Estudio del proceso productivo de nuevas especies (mero y pargo).....	128
5. La viabilidad del cultivo en esteros. El desarrollo de la acuicultura rentable y compatible con el medio natural.....	133
6. Elaboración de un mapa zosanitario de patologías que afectan al cultivo de doradas ( <i>Sparus aurata</i> ) en la Comunidad Autónoma Andaluza.....	136
7. Evaluación a escala piloto de una dieta inerte microencapsulada para el cultivo larvario de peces marinos (dorada y lenguado) desde la primera semana de vida hasta el uso de piensos comerciales.....	139
8. Análisis económico – financiero de las empresas acuícolas de Andalucía. Indicadores de gestión.....	150
9. Desarrollo de un método de diagnóstico molecular para <i>Perkinsus atlanticus</i> .....	154
10. Optimización y mejora del cultivo semiintensivo de dorada ( <i>Sparus aurata</i> ) en granjas marinas de San Fernando (Cádiz).....	158
11. Desarrollo e implementación de aplicación informática para la gestión técnico – económica en explotaciones acuícolas de engorde.....	165
12. Estudio de la alimentación y manejo de estanques en cultivos semi-intensivos de doradas.....	167
13. Ensayo de detoxificación de moluscos bivalvos.....	173
14. Obtención de biomasa concentrada de microalgas marinas para su utilización como alimento larvario de especies marinas.....	175
15. Aclimatación y engorde de pulpo ( <i>Octopus vulgaris</i> ) y sepia ( <i>Sepia officinalis</i> ) en distintas condiciones de cultivo. Obtención de puestas y producción de paralarvas.....	181
16. Cultivo de la corvina ( <i>Agryrosomus regius</i> ). (Proyecto coordinado con la C.C.A.A. de Baleares).....	187
17. Domesticación de la hurta ( <i>Pagrus auriga</i> ). Crecimiento y reproducción.....	190
18. Mejoras prácticas en el preengorde de la dorada. Cultivo en jaulas. (Proyecto en coordinación con la CA de Baleares).....	195
19. Desarrollo de un método de diagnóstico molecular para <i>Marteilia refringens</i> .....	200

**CAPÍTULO VI: C.A. BALEARES**

1. Cultivo del dátil de mar ( <i>Lithophaga lithophaga</i> ) .....	206
2. Proyecto del cultivo del Dentón ( <i>Dentex dentex</i> ) .....	212
3. Proyecto de cultivo del dentón. Aspectos reproductivos, mejora del cultivo larvario y diseño de dietas artificiales específicas para su engorde.....	221
4. Proyecto para la instalación de jaulas exteriores de aplicación de engorde en diversas especies de interés comercial .....	230
5. Proyecto de cultivo del dentón. Primeros estudios sobre el canibalismo de la especie en fase de destete y preengorde .....	231
6. Mapa zoonosanitario de los cultivos bivalvos ( <i>O. edulis</i> , <i>M. galloprovincialis</i> y <i>V. verrucosa</i> ) en el Puerto de Mahón, Menorca. ....	234
7. Mejoras prácticas en el preengorde de dorada: cultivo en jaulas (Proyecto en coordinación con la Comunidad Autónoma de Andalucía).....	237
8. Cultivo de la corvina ( <i>Argyrosomus regius</i> ). Proyecto coordinado con la Comunidad Autónoma de Andalucía.....	242

**CAPÍTULO VII: C.A. CANARIAS**

1. Estudio sobre rendimiento e impacto ambiental de una instalación de jaulas flotantes para producción de especies marinas.....	245
2. Estudio sobre reproducción y cultivo larvario del bocinegro ( <i>Pagrus</i> ) como nueva especie susceptible de cultivo. ....	250
3. Evaluación del empleo de fuentes proteicas de diverso origen en piensos de engorde de dorada ( <i>Sparus aurata</i> ).....	256
4. Estudio sobre la fase de engorde del bocinegro ( <i>Pagrus pagrus</i> ) como nueva especie candidata para la acuicultura. ....	264
5. Fouling en un sistema de cultivo de peces marinos "off shore" e integración de biofiltros con microalgas. ....	273
6. Evaluación de las necesidades lipídicas del sargo ( <i>Diplodus sargus</i> ) mediante la comparación de la composición corporal de peces salvajes y cultivados.....	286
7. Estudio comparativo del engorde de bocinegro ( <i>Pagrus pagrus</i> ) en dos sistemas diferentes de cultivo: jaulas oceánicas y tanques en tierra.....	290

**CAPÍTULO VIII: C.A. CANTABRIA**

1. Técnicas de cultivo en la diversificación de especies: "Aplicación al besugo ( <i>Pagellus bogaraveo</i> ) en Cantabria".....	293
--	-----

**CAPÍTULO IX: C.A. CATALUÑA**

1. Estudio de la biología del mero ( <i>E. guaza</i> ) y posibilidades de cultivo.....	301
2. Engorde de equinodermos: Erizos de mar ( <i>Paracentrotus lividus</i> ) .....	309
3. Plan experimental de captación y engorde de pectínidos.....	316

4. Plan experimental de cultivo de dentón, <i>Dentex dentex</i> , en jaula flotante en mar abierto en Cases d'Alcanar.....	319
5. Plan de seguimiento en cautividad de la reproducción y engorde de lenguado ( <i>Solea senegalensis</i> , <i>Solea solea</i> ).....	321
6. Desarrollo de experiencias encaminadas a la cría experimental de pulpo ( <i>Octopus vulgaris</i> ) hasta el tamaño denominado "popet".....	325
7. Mapa zoonosario de Perkinsun sp en Cataluña.....	329
8. Cultivo larvario y juvenil del pulpo, <i>Octopus vulgaris</i> .....	333
9. Evaluación de la presencia de <i>Bonamia ostreae</i> y <i>Marteilla refrigens</i> en las poblaciones de ostra plana ( <i>Ostrea edulis</i> ) y las poblaciones salvajes colindantes del litoral de Cataluña.....	339
10. Plan integral de cultivo del dentón <i>Dentex dentex</i> : reproducción, cultivo larvario, destete, preengorde y engorde.....	342
11. Adaptación a bajas temperaturas y patogénesis del "síndrome de invierno" en la dorada ( <i>Sparus aurata</i> ).....	347
12. Cultivo integral del pulpo de roca, <i>Octopus vulgaris</i> , en el Mediterráneo: reproducción y cultivo larvario.....	352

## CAPÍTULO X: C.A. GALICIA

1. Cultivo de erizo de mar ( <i>Paracentrotus lividus</i> ) en laboratorio y seguimiento en el medio natural.....	359
2. Desarrollo de líneas de estudio sobre oreja de mar, <i>Haliotis tuberculata</i> , en Galicia.....	365
3. Estudio sobre la viabilidad del cultivo del alga marina <i>Undaria pinnatifida</i> en las rías gallegas.....	371
4. Puesta a punto de un sistema industrial de preengorde de semilla de almeja fina en zonas intermareales de la Ría.....	381
5. Desarrollo de un sistema económico de eliminación mecánica de algas libres.....	385
6. Inducción a la puesta y cultivo de semilla de oreja de mar, <i>Haliotis tuberculata</i> , en medio natural.....	393
7. Optimización del cultivo sobreelevado de ostra plana, <i>Ostrea edulis</i> , en zona intermareal en las Rías Bajas.....	400
8. Sistemas flotantes de captación de semilla de mejillón mediante long-lines.....	404
9. Estudio piloto sobre niveles y efectos del tributilo de estaño (TBT) en una zona de cultivo de moluscos en la costa gallega.....	408
10. Empleo de microcápsulas en la alimentación de las distintas fases de cultivo de moluscos bivalvos.....	414
11. Diagnósticos de calidad y procedimientos de manejo de semilla de almeja fina y ostra plana.....	420
12. Métodos de la mejora del reclutamiento de las especies comerciales de moluscos bivalvos en la zona intermareal de las rías gallegas.....	424
13. Ensayo de nuevos antibióticos para el control de las patologías bacterianas en acuicultura marina con vistas a su posible registro.....	433
14. El cultivo y producción de solénidos comerciales: navaja, <i>Ensis ensis</i> , y longueirón, <i>Ensis siliqua</i> , en tres áreas de Galicia.....	449

**CAPÍTULO XI: C.A. MURCIA**

1. Influencia de la reproducción sobre crecimiento y calidad de la dorada ( <i>Sparus aurata</i> ) en engorde intensivo. ....	457
2. Estudios sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo ( <i>Puntazzo puntazzo</i> ) en el litoral de la región de Murcia durante 1997. Primer año .....	463
3. Estudios sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo ( <i>Puntazzo puntazzo</i> ) en el litoral de la región de Murcia durante 1998. Segundo año .....	477
4. Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo ( <i>Puntazzo puntazzo</i> ) en el litoral de la región de Murcia durante 1999. Tercer año .....	497
5. Estudio sobre niveles y efectos del tributilo de estaño (TBT) en la laguna costera del Mar Menor.....	521
6. Primeros estudios sobre el engrase del atún rojo ( <i>Thunnus thynnus</i> ) en la costa de la región de Murcia.....	527
7. Cultivo integral del pulpo de roca ( <i>Octopus vulgaris</i> ) en el Mediterráneo: Preengorde y engorde. (Proyecto coordinado con la C.A. Cataluña). ....	531

**CAPÍTULO XII: C.A. VALENCIA.**

1. Potencial de crecimiento y etiología de los procesos patológicos asociados al cultivo del dentón ( <i>Dentex dentex</i> ).....	545
2. Mejora de la eficiencia de la alimentación en los sistemas de producción de peces en jaulas flotantes. ....	551

---





## PLAN NACIONAL DE CULTIVO DE SERIOLA

### COMUNIDADES AUTÓNOMAS PARTICIPANTES.

Cataluña  
Murcia  
Balears

### COMISIÓN TÉCNICA:

**Coordinador:** Sebastián Pou.

**Equipo técnico:** Eladio Santaella.  
Julio Mas  
Pilar Casinello.  
Miguel Torre.

### OBJETIVOS GENERALES DEL PLAN

- ❑ Localización de zonas de captura. Optimización de técnicas de captura, almacenamiento y transporte.
- ❑ Definición de sistemas de engorde y optimización de vías de suministro de alimento.
- ❑ Definición de técnicas de producción artificial de alevines.

### LÍNEAS DE ACTUACIÓN GENERALES DEL PLAN.

- **Localización de alevines.**
  - Confirmación de áreas de distribución mediante encuestas.
  - Evaluación de población mediante seguimiento en lonja y realización de campañas.
- **Captura, almacenamiento y transporte.**
  - Optimización en la captura de juveniles.
  - Optimización en la captura de alevines.
  - Optimización en el almacenamiento de las capturas.
  - Optimización de las técnicas de transporte de alevines y juveniles.

- **Sistemas de engorde.**
  - Definición de áreas de engorde idóneas.
  - Desarrollo de estructuras de engorde óptimas.
  - Optimización de metodología de engorde.
  - Definición de la composición y tratamientos óptimos del alimento.
  - Optimización de cargas según zonas.
  
- **Suministro de alimento.**
  - Localización de zonas con excedentes utilizables para el engorde.
  - Localización de red de frío en origen.
  - Evaluación de la red de distribución.
  - Optimización de la red de distribución.
  - Evaluación de la red de frío en destino.
  - Optimización de la red de frío en destino.
  - Aplicación de precios de retirada a los excedentes utilizables para el engorde.
  - Potenciación de la utilización de excedentes para engorde como medida reguladora.
  
- **Reproducción y cría larvaria.**
  - Puesta en marcha de un centro donde se aplique la tecnología japonesa en reproducción y cría larvaria.

**C.A. CATALUÑA  
PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS:  
CULTIVO DE LA SERIOLA**

**LOCALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

La experiencia se desarrolla en el término marítimo de la Cofradía de Pescadores de Les Cases d'Alcanar (Montsia / Tarragona), ocupando el límite más meridional de la costa catalana. El punto exacto donde se ha ubicado la jaula flotante se encuentra a una milla del puerto de Les Cases d'Alcanar (coordenadas 0°33'39" E / 40°32'39").

La zona escogida presenta una profundidad de 11,5 m, lo cual permite una zona libre bajo la jaula de un mínimo de 5,5 m.

**ESTUDIOS REALIZADOS.**

**Metodología: Localización de alevines.**

***Delimitación de stocks de la población natural.***

Se pretende conocer el stock de seriola existente en la zona de estudio mediante la recogida de datos en las cofradías de pescadores.

Se efectúa un seguimiento en lonja durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 1989, y enero, febrero, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1990. El número de muestreos realizado suma un total de 183, siguiendo las siguientes pautas en cada uno de ellos:

- El número de embarcaciones que faenan a diario se mantiene constante en todos los muestreos.
- El área de estudio es la misma en ambos años.
- La pesquería de este puerto es pluriespecífica y los juveniles de seriola no son una especie objetivo.

La unidad de esfuerzo que se utiliza es el número de salidas diarias en el mes.

**Resultados: Localización de alevines.*****Delimitación de stocks de la población natural.***

Las capturas totales en el año 1989 son de 2.092,85 Kg, mientras que las realizadas en 1990 son de 1.702,9 Kg. Es el mes de noviembre el que presenta el máximo de capturas.

Las capturas de seriola representan el 2,25% del total de especies ícticas descargadas en los dos periodos de seguimiento.

**Conclusiones: Localización de alevines.**

La captura de juveniles de seriola tiene un marcado carácter estacional, no existiendo capturas de esta especie entre los meses de marzo y julio.

Los valores de captura y la estrategia pesquera de la flota, ponen de manifiesto la potencialidad de la zona como fuente de suministro de alevines y juveniles para el cultivo.

**Metodología: Captura, almacenamiento y transporte.*****Evaluación de métodos de captura.***

La limitación del cultivo de seriola es la disposición de un número adecuado de alevines o juveniles para el engorde.

En Cataluña no existe tradición de captura de alevines o juveniles de esta especie, por lo que se pretende utilizar diferentes técnicas de captura de alevines para evaluar la eficacia de cada una de ellas.

Una de las técnicas utilizadas para la captura de ejemplares de seriola es la **pesca de arrastre**, realizada 36 veces entre los meses de diciembre de 1989 y enero de 1990 y entre agosto y noviembre de 1990. Los individuos capturados se mantienen vivos y se someten a tratamientos desinfectantes y desparasitantes. Se realizan un total de 12 pruebas.

Se fabrican 6 **nasas de forma prismática rectangular**, las cuales se fijan al fondo mediante un ancla en las proximidades de jaulas flotantes. Diariamente, durante los meses de diciembre de 1989 a enero de 1990 y agosto de 1990 y noviembre de 1990 se realizan seguimientos.

Otro método de captura utilizado es el que tiene su origen en las nasas para la captura de crustáceos, denominadas **nasas langosteras**, y de las que se disponen de 8

unidades Estas nasas también se encuentran fijadas al fondo durante 6 horas en un total de 6 días en el periodo mencionado anteriormente.

Por último, también se capturan ejemplares de seriola por medio de la pesca con curricán.

#### ***Evaluación de los métodos de transporte.***

Se pretende establecer una metodología para el transporte de juveniles mediante el desarrollo comparado de diferentes sistemas de transporte.

Se realizan seis transportes por carretera con seriolas procedentes de Hornillo (Murcia), con densidades inferiores a  $16 \text{ Kg/m}^3$ , entre agosto y diciembre de 1990, utilizando dos sistemas diferentes, uno mediante circuito abierto (depósito de  $120 \times 70 \times 60 \text{ cm}$  con renovación de agua mediante bomba eléctrica) y otro mediante circuito cerrado (depósito de  $120 \times 70 \times 60 \text{ cm}$  acoplado a un sistema de aireación).

Se realiza a principios de noviembre de 1990, un transporte desde el Port d'Andraitx (Mallorca) hasta Les Cases d'Alcanar (Tarragona) mediante un barco de pesca con una densidad superior a  $16 \text{ Kg/m}^3$ . El transporte de los ejemplares se realiza en tres depósitos fabricados en madera y recubiertos de fibra, efectuándose renovaciones periódicas de agua. Las densidades de transporte son las siguientes:

- Depósito 1:  $30,19 \text{ Kg/m}^3$ .
- Depósito 2:  $24,94 \text{ Kg/m}^3$ .
- Depósito 3:  $30,46 \text{ Kg/m}^3$ .

#### **Resultados: Captura, almacenamiento y transporte.**

##### ***Evaluación de métodos de captura.***

Captura de juveniles mediante barcos de arrastre:

- Número total de individuos captados: 265
- Número de captaciones efectuadas: 15
- Número de individuos capturados vivos: 101, aproximadamente un 38,1% del total de las capturas.
- Porcentaje de supervivencia: 0%.

Captación de juveniles nasa tipo I:

- Número de ejemplares captados: 1

Captación de juveniles nasa tipo II:

- Número de ejemplares captados: 0

Captación mediante pesca con curricán:

- Número de ejemplares captados: 5
- Número de horas de captación: 18
- Porcentaje de supervivencia: 80%

### ***Evaluación de los métodos de transporte.***

En los transportes por carretera con densidades inferiores a  $16 \text{ Kg/m}^3$ , se ha detectado una total ausencia de mortalidad.

En el transporte mediante embarcación con cargas superiores a los  $16 \text{ Kg/m}^3$ , se ha detectado una mortalidad del 0,67%.

Las concentraciones de oxígeno no han descendido nunca por debajo de 3mg/l.

### **Conclusiones: Captura, almacenamiento y transporte.**

Es aconsejable realizar los transportes con concentraciones inferiores a los  $16 \text{ Kg/m}^3$ .

En el caso de hacer transportes mediante embarcación, es aconsejable utilizar circuitos abiertos.

Dadas las características del cultivo, se aconseja que los transportes de organismos vivos, siempre que sea posible, se efectúen mediante embarcación.

### **Metodología: Sistemas de engorde.**

### ***Evaluación de las variables físico - químicas.***

La obtención de datos físico - químicos de las aguas permite determinar las posibilidades de implantación del cultivo de seriola.

El seguimiento de las variables de forma paralela al engorde permite evaluar los efectos de éstas sobre el desarrollo de los organismos.

Se realizan dos periodos de seguimiento:

- Primer periodo de seguimiento: octubre, noviembre y diciembre de 1989 y enero y febrero de 1990.
- Segundo periodo de seguimiento: de agosto a diciembre de 1990.

Se establecen dos puntos de muestreo, uno situado en el lugar donde se instala la estructura de cultivo y el otro situado en la bocana del puerto de Les Cases d'Alcanar.

Los muestreos se realizan semanalmente. En el primer punto las muestras se toman a 0,5 m y 11,5 m de profundidad y en el segundo punto a 0,5 m y 3,5 m de profundidad.

Las variables a tomar son:

- Temperatura.
- Salinidad.
- Oxígeno.
- pH.
- Extinción de la luz.
- Nitritos.
- Nitratos.
- Fosfatos.
- Materia en suspensión, materia orgánica e inorgánica.

#### ***Evaluación del crecimiento de la población natural.***

La obtención de datos de la población natural es imprescindible para poder plantear una hipótesis de desarrollo de la población de cultivo.

Se pretende establecer datos preliminares de los parámetros biométricos de la población natural y estudiar la evolución comparada de dicha población con la de cultivo.



Se obtienen muestras de seriola desde finales de 1989.

De todos los ejemplares se obtienen medidas de longitud y peso. De un 25% de la muestra se obtienen los siguientes datos métricos:

Longitud cefálica, longitud preanal, longitud postanal, longitud preorbital, longitud postorbital, longitud interorbital, longitud bucal, diámetro ocular, longitud aleta caudal, longitud de la base de la primera dorsal, longitud de la base de la segunda dorsal, longitud aleta pectoral, longitud aleta anal, altura pedúnculo caudal, altura de la cabeza.

De un 25% de las muestras se obtienen datos merísticos:

Número de escamas de la línea lateral, número de escamas de la línea transversal, número de radios de la primera dorsal, número de radios de la segunda dorsal, número de radios de la segunda dorsal, número de radios de la aleta pectoral, número de radios de la aleta ventral, número de radios de la aleta anal y número de radios de la aleta caudal.

El 25% de la muestra, sobre el que se han realizado todas las medidas, se conserva en formol para el análisis alimentario de la población natural y la evaluación del índice hepatosomático.

Con los parámetros obtenidos se calculan los siguientes índices y relaciones:

- Longitud cefálica x 100 / Longitud total.
- Longitud total / Longitud cefálica.
- Longitud cefálica / Altura cefálica.
- Longitud total / Longitud aleta caudal.
- Longitud total / Altura cuerpo.
- Longitud cefálica / Diámetro ocular.

También se evalúa el crecimiento estacional en longitud para poder compararlo con el crecimiento de la población de cultivo.

#### ***Desarrollo de la población de cultivo.***

La experiencia se inicia con un total de 286 ejemplares de pesos comprendidos entre 230 y 565 gramos y longitud estándar comprendida entre 240 y

303 mm. Inicialmente 10 ejemplares son sacrificados para efectuar análisis patológicos.

Diariamente se les suministra alimento y cada quince días se realiza un seguimiento. Mensualmente se muestrea la población de cultivo para evaluar su crecimiento (peso húmedo, longitud estándar y longitud total).

#### ***Patología de la población natural.***

La finalidad perseguida es la de efectuar un estudio epidemiológico de la población salvaje que permita elaborar, si es posible, un plan de profilaxis destinado a evitar mortalidades importantes en la población de cultivo.

Inicialmente, se realiza un estudio en fresco con tinciones vitales de piel, branquias, aletas, hígado, vesícula biliar, medula, riñón, ojos, tejidos adiposos, gónadas, estómago, tracto gastrointestinal, vejiga natatoria, musculatura y cerebro.

En el caso de que aparezcan síntomas de lesiones que no permitan identificar el posible proceso patológico se solicita la actuación de diferentes entidades colaboradoras. Así, a nivel de análisis histopatológicos, las muestras problemáticas se analizan en el Departamento de Biología de la Facultad Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona, y a nivel de análisis microbiológicos, las muestras problemáticas se analizan en el Departamento de Microbiología de la Facultad de Farmacia.

#### ***Patología de la población de cultivo.***

Se evalúan los efectos infecciosos de la población natural en la población de cultivo, desde un aspecto cualitativo y de virulencia. Se ha de valorar las posibilidades de los diferentes fármacos aplicables, tanto a nivel preventivo como curativo, y siempre cotejando la rentabilidad.

Se efectúa un seguimiento periódico de la población de cultivo que se inicia en el momento de la captura de los ejemplares. A los ejemplares que mueren se les realiza un detallado análisis individual siempre que el estado del cadáver lo permita para intentar diagnosticar los agentes causantes de la muerte.

A la población de cultivo experimental se le suministra, al inicio del cultivo, y durante 10 días, antibióticos de amplio espectro suministrados a nivel terapéutico, 75 mg/Kg de peso corpóreo del pez al día.

**Resultados: Sistemas de engorde.**
***Evaluación de las variables físico - químicas.***

En el primer periodo se realizan 18 muestreos: 4 en octubre, 4 en noviembre, 2 en diciembre y 2 en febrero.

En el segundo periodo se realizan 16 muestreos: 4 en agosto, 2 en septiembre, 3 en octubre, 4 en noviembre y 3 en diciembre.

En la siguiente tabla se muestran las máximas y mínimas obtenidas para todas las variables en los dos puntos de muestreo.

	Máxima		Mínima	
	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo
<b>Temperatura (°C)</b>				
Puerto	27,2	26,8	10,8	11,0
Jaula	27,1	26,2	8,7	10,0
<b>Salinidad (‰)</b>				
Puerto	36,0	37,0	30,0	30,5
Jaula	38,5	38,5	30,0	29,5
<b>Oxígeno (mg/l)</b>				
Puerto	7,9	7,9	5,8	5,6
Jaula	9,0	9,2	6,2	5,5
<b>pH</b>				
Puerto	8,4	8,2	7,4	7,6
Jaula	8,9	8,6	7,7	7,7
<b>Ext. luz</b>				
Puerto	Fondo		1	
Jaula	7,8		1,5	
<b>Nitritos (ppm)</b>				
Puerto	0,08	0,09	0,0	0,0
Jaula	0,01	0,01	0,0	0,0
<b>Nitratos (ppm)</b>				
Puerto	0,99	0,52	0,001	0,001
Jaula	0,26	0,10	0,043	0,025
<b>Fosfatos (ppm)</b>				
Puerto	0,007	0,030	0,000	0,000
Jaula	0,140	0,045	0,000	0,000
<b>Mat. en suspensión (mg/l)</b>				
Puerto	13,4	17,1	0,8	3,5
Jaula	7,4	18,0	2,4	1,6
<b>Mat. orgánica (mg/l)</b>				
Puerto	3,1	3,1	1,2	1,1
Jaula	3,7	5,1	1,1	1,1
<b>Mat. Inorgánica (mg/l)</b>				
Puerto	10,3	14,6	1,7	1,2
Jaula	7,4	12,9	1,3	1,6

### ***Evaluación del crecimiento de la población natural.***

<b>Día</b>	<b>X(L<sub>s</sub>)</b>	<b>X(L<sub>i</sub>)</b>	<b>X(P<sub>es</sub>)</b>	<b>X(K)</b>	<b>n</b>
04/09/1989	203,65	245,96	193,20	0,0022	29
10/10/1989	258,37	309,2	365,15	0,0020	45
23/11/1989	303,30	357,69	573,07	0,0020	26
13/12/1989	313,54	377,91	587,79	0,0018	24

### ***Desarrollo de la población de cultivo.***

Número de individuos iniciales: 286

Número de individuos finales (31/12/1990): 242

Mortalidad en 56 días: 15,38% (44 ejemplares). De los 44 ejemplares muertos, el 20,45% se recogieron en el fondo de la red de hábitat y el 79,5% se retira de la superficie.

Los resultados de los muestreos que se realizan son:

	<b>MUESTREO I</b>	<b>MUESTREO II</b>
<b>Número muestreado</b>	16	29
<b>Peso medio</b>	374,8 gr.	356,20 gr.
<b>Desviación estándar</b>	88,54	81,17
<b>Valor máximo</b>	565 gr.	524 gr.
<b>Valor mínimo</b>	230gr.	256gr.
<b>Longitud total media</b>	318,75 mm	313,93 mm
<b>Desviación estándar</b>	20,58	24,96
<b>Valor máximo</b>	354 mm	359 mm
<b>Valor mínimo</b>	283 mm	278 mm
<b>Longitud estándar media</b>	266,68 mm	262 mm
<b>Desviación estándar</b>	17,41	22,81
<b>Valor máximo</b>	303 mm	305 mm
<b>Valor mínimo</b>	240 mm	226 mm

### ***Patología de la población natural.***

Se detecta la presencia de Eiteliocistis de forma crónica producida por la infección de Clamidas.

### ***Patología de la población de cultivo.***

Se detectan casos de Eiteliocistis en la población de cultivo de la bahía de Hornillo (Murcia).

Se detectan casos de Eiteliocistis en la población de Port d'Andraitx (Mallorca), fuente definitiva de suministro de la experiencia de engorde de Cases d'Alcanar.

Se detecta la presencia de parásitos sanguíneos tremátodos y Sanguinicolidae en la población de cultivo de Hornillo (Murcia).

Se detecta la presencia de *Trichodina sp.*

La necropsia de los individuos afectados por Eiteliocistis no revela ninguna lesión interna.

Los ejemplares con un estado de Eiteliocistis avanzado presentan fusión laminar.

#### **Conclusiones: Sistemas de engorde.**

La temperatura se encuentra algunos meses por debajo de las condiciones aceptables para el normal desarrollo de la seriola.

El resto de las variables físico - químicas se encuentran dentro del intervalo aceptable para el normal desarrollo de la seriola.

#### **Metodología: Suministro de alimento.**

##### ***Evaluación de la alimentación de la población natural.***

El estudio del régimen alimentario de la seriola contribuirá a aumentar los conocimientos referentes a las necesidades nutritivas de la especie, estableciendo al mismo tiempo un patrón de referencia para alimentar el cultivo.

Las muestras para el estudio de la alimentación de la población natural se obtienen de la lonja.

A los ejemplares elegidos se les efectúa un análisis biométrico, a nivel de variables métricas y merísticas. Posteriormente se diseccionan para la extracción del estómago. Aquellos que presentan contenido estomacal se fijan en formol al 10% para su conservación y posterior análisis.

El contenido estomacal se separa y se procede a la identificación de los diferentes restos de presas. Una vez separados los restos de presas se procede a la realización de un análisis taxonómico tanto cualitativo como cuantitativo.

### ***Alimentación de la población de cultivo.***

La alimentación de la seriola en cultivo se basa en una dieta natural, motivo por el cual es necesario evaluar las posibilidades de suministro del mercado local.

Para evitar la posibilidad de transmisión de parásitos se opta por suministrar pescado congelado.

Para la alimentación de la seriola hay que tener en cuenta dos factores:

1º- El alimento de seriolas se realiza con especies que no son blanco, por lo que su captura es ocasional.

2º- La presencia en lonja de éstas especies que no son blanco, no depende de parámetros pesqueros o biológicos.

El seguimiento diario en lonja permite estimar la capacidad suministradora de la flota de alimento para el cultivo de seriola.

El pescado blanco es considerado de baja calidad, ya que aparece como una mezcla de diversas especies. Además es necesario hacer una clasificación y separación de las especies que pueden representar un problema para la dieta si se suministran de forma excesiva, especialmente de pescado azul. Por este motivo, lo que en un primer momento hay que realizar es una separación del pescado azul del resto de especies para su suministro de forma conjunta.

El futuro alimento se congela y ha de permanecer congelado un mínimo de 48 horas antes de ser suministrado. La descongelación se realiza a temperatura ambiente o con agua potable.

El suministro de alimento se realiza diariamente en una toma "ad libitum", complementándose mediante suplementos vitamínicos A, C y E, en dosis de 50 gr/25 Kg de alimento.

### **Resultados: Suministro de alimento.**

#### ***Evaluación de la alimentación de la población natural.***

Estómagos analizados: 354

Estómagos con alimento: 101

Coeficiente de repleción gástrica (% de estómagos que tienen alimento):  
28,5%.

Número total de presas: 328

Peso total de las presas: 568 gr.

Número medio de presas por estómago: 3,2

***Alimentación de la población de cultivo.***

Se realizan un total de 96 muestreos de lonja sobre un total de 191 días faenados.

La cantidad total de pescado de bajo valor económico desembarcado es de 5.308Kg, representando un 3,11% del total desembarcado.

Se han identificado un total de 14 especies y 2 familias.

Durante 58 días que dura la experiencia de engorde se han suministrado un total de 250 Kg de pescado (4,2% de pescado azul y 95,8% de resto de pescados).

**Conclusiones: Suministro de alimento.**

Los juveniles de seriola se alimentan exclusivamente de teleósteos, cefalópodos y crustáceos, siendo los primeros su presa predominante.

La sardina y el boquerón son las principales presas de la seriola, indicadores de que ésta especie se comporta como monófaga durante el primer año de su vida.

No se observan variaciones en la composición cuantitativa y cualitativa de la alimentación, ya sea a nivel de variaciones mensuales como a nivel de variación de tallas.

Para una especie de rápido crecimiento, el nivel de replección es bajo.

**C.A. MURCIA**  
**PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS:**  
**CULTIVO DE LA SERIOLA**

**LOCALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

Las experiencias de este estudio se desarrollan, o bien en las instalaciones que la empresa CULMAREX, S.A. tiene en Águilas, o bien, en la Planta Experimental de Cultivos Marinos que la Región de Murcia tiene en San Pedro del Pinatar.

**ESTUDIOS REALIZADOS.**

**Metodología: Localización de alevines.**

***Evolución de capturas de poblaciones naturales.***

Se realiza la evaluación estadística de los datos aportados por las cuatro Cofradías de Pescadores de la Región de Murcia (Águilas, Cartagena, Mazarrón y San Pedro del Pinatar), relacionados con los kilogramos totales capturados con una periodicidad semanal.

Además, mediante visitas periódicas a las Cofradías se obtiene información tanto sobre el arte de pesca utilizado y su especificidad como del tamaño medio de las capturas (peso y talla) a lo largo de todo el año.

**Resultados: Localización de alevines.**

***Evolución de capturas de poblaciones naturales.***

La información que se obtiene se puede dividir en dos partes:

1. *Capturas por lonja.*

Las lonjas de Águilas y Mazarrón son las que mayor número de capturas realizan, englobando el 75,1% de las capturas totales anuales de la Región.

Se observa un aumento significativo de las capturas de San Pedro del Pinatar y un mantenimiento de las de Mazarrón.

2. *Evolución de las capturas anuales.*

Se observa un descenso de las capturas totales anuales a lo largo de los últimos años con respecto a las capturas realizadas en 1988.



La seriola es capturada a lo largo de todos los meses del año pero el volumen de capturas es mayor en dos épocas determinadas del año:

- Finales de primavera (mayo - junio), coincidiendo con su época de reproducción. Mayoritariamente se capturan seriolas de gran tamaño (reproductores).
- Finales de verano - principio de otoño (agosto - septiembre - octubre). Los ejemplares que se capturan son alevines, juveniles e inmaduros.

A modo de resumen se puede decir que la seriola en estado alevín se captura principalmente en agosto - septiembre, en estado juvenil en septiembre - mayo, en estado reproductor en abril - octubre e inmaduros a lo largo de todo el año.

En la siguiente tabla se relaciona el tipo de arte de pesca con su especificidad frente a la captura de la seriola, época del año en que se utiliza y tamaño de captura:

Arte	Especificidad	Época	Ejemplar
Ramo (I)	Muy Alta	Ago - Sep	Alevín
Curricán	Muy Alta	Todo el año	Juvenil - Inmaduro
Bolicho Roa*	Muy Alta	Jun - Dic	Inmaduro - Reproductor
Moruna (I)	Alta	Abr - Jun	Inmaduro - Reproductor
Almadraba	Alta	Mar - Jul	Reproductor
Bonitolera	Media	Sep - Feb	Juvenil - Inmaduro
Cerco	Baja	Todo el año	Inmaduro - Reproductor

\* Arte sometido a la regulación temporal de calamiento y uso.

(I) Limitado en el número de boyas y el número de artes de la Región.

De los 95 ejemplares muestreados de forma aleatoria durante las visitas a lonjas, se registra el peso vivo (Kg) y su longitud estándar, se efectúa un análisis de regresión y se obtienen las siguientes relaciones talla - peso:

$$\Rightarrow \text{Machos: } P = 0,00030 \times T^{2,814410}; r = 0,978$$

$$\Rightarrow \text{Hembras: } P = 0,00081 \times T^{2,582777}; r = 0,873$$

### Conclusiones: Localización de alevines.

En relación con la estacionalidad de las capturas, en los últimos años se observa una tendencia hacia el aumento de las capturas en el segundo periodo, donde los ejemplares predominantemente capturados son alevines, juveniles e inmaduros y una disminución en el primer periodo donde los ejemplares que más se capturan son reproductores.

Existe una alta incidencia de la captura por pesca sobre todos los estados de desarrollo de la seriola, siendo el esfuerzo pesquero continuo a lo largo de todo el año. Como consecuencia del comportamiento ecológico de la seriola, son los estados de reproductor y alevín en los que se ejerce una mayor explotación.

Realizando una diferenciación de sexos, la diferencia de talla media es significativa, siendo la talla de las hembras mayor que la de los machos. La diferencia en cuanto a pesos medios no es significativa, encontrándose una amplia dispersión de pesos respecto de una misma talla.

**Metodología: Captura, almacenamiento y transporte.**

***Captura, transporte y recepción de alevines y/o juveniles de seriola.***

El engorde de seriola se realiza en régimen de semicultivo intensivo en jaulas flotantes, siendo necesaria la captura de alevines o juveniles de la especie en el medio natural.

Se realiza el seguimiento de las capturas que la empresa CULMAREX, S.A. realiza anualmente para su abastecimiento de alevines y engorde posterior en jaulas en la bahía de Hornillo (Águilas).

La técnica de captura se divide en cuatro etapas:

1. Atracción y concentración de alevines mediante boyas y ramos.
2. Captura de los mismos mediante red de cerco.
3. Transporte hasta la instalación de engorde.
4. Recepción y acondicionamiento en las instalaciones.

**Resultados: Captura, almacenamiento y transporte.**

***Captura, transporte y recepción de alevines y/o juveniles de seriola.***

De la observación del método de captura se obtienen los siguientes resultados:

- ⇒ Las capturas de alevines en la zona de Águilas comienzan en agosto y terminan en octubre.
- ⇒ Cada barco controla unas 20 boyas diarias, siendo la frecuencia de pesca de cada boya de 7 a 10 días, realizándose el lance al atardecer.

- ⇒ El número de peces capturados por boyas y lance oscila entre 0 y 65 ejemplares, alcanzándose ocasionalmente capturas de hasta 500 ejemplares.
- ⇒ Con 200 boyas caladas al máximo, el máximo capturado por día ha sido de 1000 ejemplares, siendo la media a mitad de temporada de 250 ejemplares/día.
- ⇒ El tamaño de los alevines y/o juveniles capturados oscila entre 6 gr (8,3 cm) en agosto y 290 gr (29,5 cm) a finales de septiembre.
- ⇒ En cada captura suelen estar presentes ejemplares de tres tamaños diferentes, presumiblemente procedentes de distintas áreas de puesta o resultado de puestas secuenciadas.
- ⇒ Asociados a la seriola se capturan alevines y juveniles de otras especies, jurel, pámpano y llampúa, principalmente.

Los tanques de transporte son de 250 l de capacidad, dotados de una bomba de 12 V que permite una renovación continua de agua. La duración del transporte es corta, entre media hora y hora y media. Las cargas de transporte son altas:

- 7.000 a 8.000 individuos/m<sup>3</sup> para ejemplares de 2,5 gramos.
- 4.000 a 6.000 individuos/m<sup>3</sup> para ejemplares de 5,0 gramos.
- 3.000 a 4.000 individuos/m<sup>3</sup> para ejemplares de >10 gramos.

La mortalidad en el transporte es del 10%. El número de alevines capturados es de 4.650 en 1986, 4.490 en 1987, 6.600 en 1988 y 9.500 en 1990.

#### **Conclusiones: Captura, almacenamiento y transporte.**

De la observación del método de captura se obtienen las siguientes conclusiones:

- ⇒ El ramo debe de tener al menos un metro de diámetro y un máximo de cinco, ser lo menos rígido posible y no perder la hoja.
- ⇒ Los alevines de seriola y especies asociadas no se encuentran habitando el ramo hasta pasados quince días, tiempo necesario para que se cree el ecosistema que da lugar a la presencia de microorganismos base de la alimentación de la seriola y de las especies asociadas.

- ⇒ El calado de boyas se hace formando líneas perpendiculares a la costa denominadas tenas.
- ⇒ La operación de cercado e izado a bordo constituyen un momento crítico, pues durante la misma se producen la mayoría de las lesiones en los alevines.
- ⇒ La mortalidad se encuentra asociada con: daños externos en las operaciones de captura, transporte, especies asociadas y canibalismo.

#### **Metodología: Sistemas de engorde.**

##### ***Experiencias de transporte y engorde de alevines de seriola en tanques de tierra.***

En 1989 se inician las experiencias complementarias al engorde en estanques, para lo que se adquieren 300 juveniles que son transportados a la Planta Experimental de Cultivos Marinos de San Pedro del Pinatar.

El transporte se realiza en furgoneta isoterma dotada de un tanque de poliéster de 1.500 l de capacidad, con filtración biológica activa e inyección continua de oxígeno.

Los ejemplares se distribuyen en tres lotes homogéneos de 100 individuos cada uno, son introducidos en tres tanques de tipo "raceway" de 11 m<sup>3</sup> de capacidad y se someten a baños externos de nitrofuranos de una hora de duración durante tres días consecutivos.

Se calcula la relación crecimiento - tasa de alimentación a tres niveles diferentes de ingesta. Los ejemplares son alimentados a base de pescado troceado (boga), suministrado en tres tomas diarias.

Se intenta adaptar a la seriola a alimentación a base de pienso seco. La adaptación se intenta de tres formas diferentes con los tres lotes:

Lote A: Pienso seco mezclado con pescado troceado.

Lote B: Se alterna pienso seco con pescado troceado.

Lote C: Únicamente se administra pienso seco.

**Resultados: Sistemas de engorde.*****Experiencias de transporte y engorde de alevines de seriola en tanques de tierra.***

La carga de transporte es de 7 Kg/m<sup>3</sup> y la duración de 3 horas, siendo la temperatura de 26°C y el oxígeno disuelto oscila entre 6 y 7,5 mg O<sub>2</sub>/l. La mortalidad es muy baja (0,66%).

En cuanto al nivel de ingesta, se obtienen tres niveles de ingesta diferentes:

Lote G1: 20% peso corporal/día.

Lote G2: 17,5% peso corporal/día.

Lote G3: 15% peso corporal/día.

La aceptación de la alimentación a base de pienso seco no se consigue en ninguno de los tres lotes, incluso después de un periodo de ayuno continuo de 30 días en el lote C.

**Conclusiones: Sistemas de engorde.**

En las condiciones de experimentación, la tasa de ingesta óptima es del 17% del peso vivo/día, ya que ofrece el mejor resultado de crecimiento e índice de conversión.

Se ha de continuar con las investigaciones para conseguir un pienso específico para esta especie.

**Metodología: Reproducción y cría larvaria.*****Obtención de huevo embrionado mediante fertilización artificial.***

Durante el año 1988 se va periódicamente a la almadra de la Azohía con el objetivo de obtener huevo embrionado, mediante la extracción de productos sexuales de reproductores salvajes capturados.

La fertilización se realiza en seco y la extracción de los productos sexuales es mediante masaje abdominal. Una vez que se han mezclado los productos sexuales, se añade agua de mar y se controla que la temperatura no supere los 20°C, durante el transporte a la Planta Experimental de Cultivos Marinos (1 hora).

A la llegada a la Planta se observa la presencia de huevos en fase mórula. La incubación se realiza en circuito abierto, con aireación y control de la temperatura mediante termostato.

***Determinación de las fases de desarrollo de oocitos presentes en la gónada durante el proceso de maduración gonadal.***

La disposición del tracto genital de la seriola permite su fácil canulación y extracción de tejido ovárico, con lo que se toman muestras gonadales sin necesidad de evisceración y extracción de la gónada.

La determinación de las fases de desarrollo de los oocitos se hace mediante la observación de variaciones significativas en el aspecto (opacidad, transparencia y color) y en el tamaño, determinándose en cada fase: el diámetro medio y rango, el aspecto y el proceso fisiológico en el que se encuentra.

***Determinación de los estados de maduración gonadal.***

Para su determinación se considera el diámetro medio global de los oocitos y la frecuencia de cada uno de los estados de desarrollo.

Los oocitos se obtienen de cada una de las 50 muestras ováricas extraídas por canulación. En cada una de las muestras se mide el diámetro máximo y se determina la fase de desarrollo.

***Evolución de maduración gonadal en poblaciones naturales.***

El estudio se realiza en las lonjas de San Pedro del Pinatar y Mazarrón durante los meses de mayo y junio, de forma paralela a los estudios de inducción a la puesta.

Se ha obtenido de cada muestra, el peso, la longitud estándar y el sexo, y se ha extraído muestras de tejido ovárico. Siempre que ha sido posible se ha eviscerado y extraído la gónada o el testículo, tanto para el cálculo de RGS (índice gonadosomático) como para su fijación y estudio histológico.

***Estudio de gónadas.***

Un total de 37 ejemplares son eviscerados y se extraen sus gónadas para:

- Cálculo RGS.
- Medidas de longitud y anchura de sus lóbulos.
- Muestras para cortes histológicos.

***Maduración en cautividad.***

Se procede, previa anestesia, al conteo, tallado, sexación y extracción de tejido ovárico, para determinar el estado de maduración de 56 reproductores de seriola (con peso entre 8,5 y 23 Kg) estabulados en jaulas flotantes. Dichos ejemplares se capturaron en el medio natural entre el verano de 1985 y 1986, en estado de alevines y adultos. Su estabulación se realiza en colaboración con la empresa CULMAREX, S.A. en su instalación de la Ensenada del Hornillo en Águilas.

***Obtención de huevo mediante inducción hormonal en la almadraba de la Azohía.***

Los reproductores son capturados en la almadraba de la Azohía y estabulados en jaulas adosadas al copo de captura. La experiencia se desarrolla en dos fases, utilizando altas dosis (500 - 800 UI/Kg) y a dosis medias (200 - 5000 UI/Kg en hembras y 150 UI/Kg en machos). Se utiliza la hormona gonadotrofina coriónica humana que se suministra a los ejemplares mediante inyección intramuscular en la base de la aleta dorsal.

De cada ejemplar se obtiene la longitud estándar y el sexo, junto con una muestra de tejido ovárico de cada hembra para determinar su estado de maduración.

***Obtención de huevo fertilizado con reproductores maduros en cautividad (jaulas flotantes).***

Se capturan reproductores en el medio natural, con pesos comprendidos entre los 250 g y los 8 Kg. Estos reproductores permanecen estabulados, en jaulas que la empresa CULMAREX S.A. tiene en Águilas, durante 4 años, oscilando su peso en el momento del estudio entre 8,6 y 23 Kg.

Para la realización del estudio se reparten los ejemplares en dos jaulas:

Jaula 1: 31 ejemplares de los cuales 10 hembras y 11 machos son inyectados (dosis de 500 UI/Kg en hembras y 190 UI/Kg en machos) y el resto (2 hembras, 7 machos y 1 indeterminado) no son tratados.

Jaula 2: 19 ejemplares (7 hembras, 6 machos y 6 indeterminados) que no son tratados.

***Resultados: Reproducción y cría larvaria.******Obtención de huevo embrionado mediante fertilización artificial.***

La puesta total es de 330.000 huevos extraídos de una hembra de 12 Kg de peso. El diámetro de los huevos es de  $1,04 \pm 0,04$  mm. No se consigue ninguna larva.

***Determinación de las fases de desarrollo de oocitos presentes en la gónada durante el proceso de maduración gonadal.***

Mediante la observación de 34 muestras gonadales procedentes de reproductores salvajes, capturados durante los meses de mayo a junio, época de reproducción de esta especie, se determinan 6 fases de desarrollo de los oocitos presentes en la gónada durante el proceso de maduración gonadal.

En la siguiente tabla se definen las seis fases de desarrollo con sus características:

Fases	Diámetro medio (mm)	Rango (mm)	Proceso fisiológico implicado
0	Menor 0,1	-	Reposo - oogenesis
I	0,21±0,01	0,1 - 0,35	Vitelogénesis inicial
II	0,36±0,01	0,18 - 0,6	Vitelogénesis media
III	0,57±0,02	0,23 - 1,0	Vitelogénesis final
III <sub>a</sub>	0,49±0,01	0,23 - 0,80	
III <sub>b</sub>	0,69±0,02	0,38 - 1,0	
IV	0,74±0,05	0,38 - 1,23	Maduración inicial Clarificación del vitelo
IV <sub>a</sub>	0,69±0,03	0,38 - 1,05	
IV <sub>b</sub>	0,79±0,05	0,50 - 1,23	
V	0,99±0,08	0,70 - 1,40	Maduración final
V <sub>a</sub>	0,90±0,08	0,70 - 1,33	Hidratación
V <sub>b</sub>	1,09±0,06	0,80 - 1,40	Ovulación
Huevo Frezado	1,11±0,04	1,00 - 1,40	Puesta

***Determinación de los estados de maduración gonadal.***

Los estados de maduración y la distribución de frecuencias de cada fase de oocitos se recogen en la siguiente tabla:

Estado de maduración	D <sub>m</sub> muestra gonadal	% de cada fase oocitos presentes								
		I - III			IV - V <sub>a</sub>			V <sub>b</sub>		
		Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx
0. Oogénesis	Menor 0,1	0			0			0		
1. Activación	0,1 - 0,3	100			0			0		
2. Vitelogénesis	0,3 - 0,55	57	74,1	92	2	25,4	49	0,3	0,5	4,2
3. Med. Maduración	0,55 - 0,8	28	43,8	53	39	50	62	2	6,2	10
4. Final maduración	0,8 - 1,0	0	23,5	40	10	28,5	50	40	48	55
5. Ovulación y puesta	Mayor 0,1	0			0			100		

Las fases de desarrollo de los oocitos se agrupan en tres categorías, con el objeto de asociar cada estado de maduración al proceso fisiológico que tiene lugar en mayor extensión en la gónada:



I - III: Engloba las fases I y II correspondientes a la vitelogenénesis.

IV - V<sub>a</sub>: Clarificación del vitelo e hidratación posterior.

V<sub>b</sub>: Ovulación.

### ***Evolución de maduración gonadal en poblaciones naturales.***

En la siguiente tabla se muestran los resultados, especificándose el número de ejemplares controlados de cada sexo y el estado de maduración.

<b>Evolución de la maduración gonadal en ejemplares salvajes</b>							
Lonja	Machos		Hembras			R.G.S.	
	Nº ejemplares	Estado maduración	Nº ejemplares	Oocitos muestra	Estado maduración	Machos	Hembras
S. Pedro	7	NF	1	0,215	1	-	1,36
Mazarrón	6	NF	2	-	-	-	-
Mazarrón	2	NF	0	-	-	-	-
S. Pedro	1	F	1	0,546	2	-	-
S. Pedro	3	NF	1	0,296	1	-	-
Mazarrón	9	7 NF / 2F	1	0,550	2	-	-
Mazarrón	7	F	15				
				Med 0,602	50% - 2	Med 5,6	Med 5,1
				Máx 0,975	31% - 3	Máx 7,5	Máx 11,3
				Mín 0,375	13% - 4	Mín 4,41	Mín 3,03
Mazarrón	7	1 NF / 6 F	1	0,448	2	-	-
Mazarrón	3	F	13				
				Med 0,573	37% - 2		
				Máx 0,880	63% - 3	7,3	5,08 - 2,7
				Mín 0,449			
Almadraba	0	-	10				
				Med 0,567	80% - 2		
				Máx 0,968	10% - 2	-	5,5
				Mín 0,486	10% - 4		

F: Emite semen por masaje abdominal; NF: No lo emite.

### ***Estudio de gónadas.***

En la siguiente tabla se muestran los resultados del estudio de las gónadas, diferenciándose los estados de reposo, actividad y regresión, en función de las observaciones sobre su estado de madurez tanto en machos como en hembras:

	Peso gónada (Kg)	R.G.S. (%)	Lóbulos dimensiones				
			Derecho		Izquierdo		
			L <sub>Total</sub> (cm)	Anchura (cm)	L <sub>Total</sub> (cm)	Anchura (cm)	
<b>Gónada en reposo</b>							
<b>Machos</b>	0,011-0,070	0,11-0,7	14-20	1,6-2,1	12-13	1,2-1,5	
<b>Hembras</b>	0,17-0,20	0,8-1,1	14-21	3,1-3,3	13-17	2,6-3,1	
<b>Gónada activa</b>							
<b>Machos</b>	0,4-2,0	2,36-7,6	25-34	4,0-8,0	20-31	2,8-6,0	
<b>Hembras</b>	0,2-1,5	1,36-12,0	12-30	3,0-6,0	9,8-25	2,6-5,0	
<b>Gónada en regresión</b>							
<b>Machos</b>	0,1-0,2	0,8-1,56	20-23	2,0-3,0	13-19	1,5-2,5	
<b>Hembras</b>	0,12-0,2	0,8-1,69	14-27	2,9-4,0	9,8-21	2,6-3,5	

### ***Maduración en cautividad.***

Proporción macho - hembra:

Número total de ejemplares: 56

Número de machos: 24

Número de hembras: 19

Sexo indeterminado: 6

Estado de maduración en hembras:

Diámetro medio oocitos: 0,589 mm

Diámetro máximo oocitos: 1,150 mm

Diámetro mínimo oocitos: 0,442 mm

Proporción de estados de maduración:

61,2% en estado 2 (Vitelogénesis).

33,3% en estado 3 (Media maduración).

5,5% en estado 5 (Ovulación y puesta).

Una hembra de 100 cm de longitud responde a la extracción abdominal y emite óvulos de 1,150 mm de diámetro medio.

El 40% de los ejemplares machos emiten semen por masaje abdominal.

#### ***Obtención de huevo mediante inducción hormonal en la almadraba de la Azohía.***

El número de ejemplares capturados es de 19: 16 hembras y 3 machos. De éstos, 4 hembras son utilizadas en el primer ensayo; 2 machos y 9 hembras en el segundo; y 1 macho y 2 hembras mueren como consecuencia de los traumatismos sufridos durante su captura.

El estado de maduración de los ejemplares en el momento de su captura es:

- Diámetro medio oocitos: 0,573 mm
- Diámetro máximo oocitos : 0,880 mm
- Diámetro mínimo oocitos : 0,449 mm
- Estados de maduración: 37,5% en estado 2 y 62,5% en estado 3.

Como resultado de la estabulación, el 46,1% de las hembras experimentan regresión, bien por efecto del estrés de la captura, bien por haber efectuado puestas espontáneas al estar junto a dos machos (uno de ellos no era fluyente).

Las hembras que no entran en estado de regresión continúan su maduración, presentando un diámetro medio de 0,939 mm, un estado 5 de maduración en el 66,6% y emisión de huevo por masaje abdominal.

Existe una sensibilidad positiva a la hormona CGH, por lo que es posible inducir la maduración y puesta final en la seriola. El periodo de latencia de la hormona es función de la dosis total inyectada, del número de inyecciones realizadas y del estado de maduración inicial.

#### ***Obtención de huevo fertilizado con reproductores maduros en cautividad (jaulas flotantes).***

Para la captación de huevo fertilizado, se coloca verticalmente una franja de malla de nylon de 850 u de 1 m de altura alrededor de la red de la jaula. Mediante la utilización de un salobre de 850 u, se observa diariamente si en la superficie del agua de la jaula hay huevo embrionado o larvas. Tras 10 días de observación no se encuentran ni huevos ni larvas.

**Conclusiones: Reproducción y cría larvaria.**

La época de reproducción en poblaciones naturales comienza a mediados de mayo. A finales del mismo mes se inicia el periodo de actividad, que alcanza su máximo durante la primera quincena de junio, y a continuación disminuye para finalizar a primeros de julio.

En cautividad se produce la época de maduración, e incluso se encuentra una hembra que emite huevo por presión abdominal. Por el contrario, el estado de maduración en machos en cautividad (40% de los machos son fluyentes), es menor que el observado en poblaciones naturales (100% de los machos emiten semen desde primeros de junio).

Es muy probable que se obtuvieran huevos y larvas en esta experiencia de obtención de huevo fertilizado en cautividad, pese a no haber encontrado ninguno. Esto pudo deberse a que los huevos atravesaron la red, a las condiciones hidrológicas, o al diseño de la jaula y del sistema de captación.



**C.A. BALEARES  
PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS:  
CULTIVO DE LA SERIOLA**

**LOCALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

El cultivo de la seriola se lleva a cabo en las instalaciones de la Estación de Acuicultura del Puerto de Andratx, contando con la colaboración de diversos particulares y cofradías de pescadores interesados en el cultivo de esta especie.

**ESTUDIOS REALIZADOS.**

**Metodología: Localización de alevines.**

Se pretende determinar el área de distribución de los alevines y juveniles de seriola y la abundancia relativa de los mismos en las distintas zonas. Para ello se plantean las siguientes acciones:

1. Realización de encuestas al sector pesquero, para confirmar el área de distribución de la seriola. Con las encuestas debe recogerse información acerca de la fecha de observación, el lugar, las características de la observación, el método de captura y la estacionalidad.
2. Evaluación de las poblaciones.

**Resultados: Localización de alevines.**

Se mantienen entrevistas con diferentes representantes del sector pesquero de las Islas Baleares, en las que se ha confirmado la presencia de seriola en todo el archipiélago.

El tipo y número de capturas varía dependiendo de la época del año:

- En invierno se capturan ejemplares adultos con el curricán.
- En primavera se capturan reproductores con artes de red fija y con cercos.
- En verano se capturan un amplio espectro de tallas con morunas y otras artes de red fija.

- En otoño se capturan alevines y juveniles con muy diversas artes ("llampuguera", cerco, moruna, "solta", trasmallo, etc.).

La freza tiene lugar a finales de primavera y principios de verano, pudiendo observar a principios de julio, alevines bajo objetos flotantes a la deriva.

#### **Conclusiones: Localización de alevines.**

Se tiene poca información referente a la abundancia de alevines y juveniles de seriola a lo largo del litoral español en general, y del balear en particular, así como sobre la capacidad potencial de las distintas zonas marítimas para surtir de alevines un engorde de esta especie a escala industrial.

#### **Metodología: Captura, almacenamiento y transporte.**

##### ***Técnicas de captura y transporte.***

Los juveniles cuando tienen un tamaño de 5 - 6 cm se pueden capturar de dos formas:

- Cuando se aglutinan bajo objetos flotantes a cierta distancia de la costa. Hay que determinar el modelo de objeto flotante óptimo, las características de las zonas de fondeo y las artes o aparejos de pesca más apropiados.
- Cuando forman bancos más o menos numerosos, se podrán capturar las seriolas en la costa. Hay que determinar las artes de pesca más apropiadas y la naturaleza de los fondos.

Se optimizan los sistemas de captura de alevines, diferenciando cuándo éstos se localizan de forma aislada o en pequeños grupos. Hay que determinar el modelo de objeto flotante, su funcionamiento y el aparejo o arte de pesca.

Hay que definir, por un lado, un sistema óptimo para mantener los ejemplares en el lugar de su captura, hasta que la embarcación de transporte los pueda recoger; por otro lado, las condiciones óptimas de estabulación de las capturas en instalaciones costeras próximas a la zona de pesca, hasta su posterior traslado a las instalaciones de engorde.

Por último, hay que optimizar las técnicas de transporte de alevines y juveniles desde las zonas de captura a las de almacenamiento y, de éstas, a las zonas de engorde. Habrá de definirse un sistema de transporte en circuito abierto, y otro en circuito cerrado, de fácil aplicación en el transporte terrestre y marítimo.

## **Resultados: Captura, almacenamiento y transporte.**

### ***Técnicas de captura y transporte.***

El volumen de seriola vendido en la lonja de la Palma es de 40.634 Kg en 1988, 38.691 Kg en 1989 y de 26.644 Kg en 1990.

Se experimenta con diferentes tipos de objetos flotantes llamados "capcers":

- ❑ "Capcers" confeccionados con cubiertas neumáticas viejas.
- ❑ "Capcers" confeccionados con bidones de polietileno y una cola de red de sombreo.
- ❑ "Capcers" confeccionados con maderas al estilo tradicional y con colas de diferentes naturalezas.
- ❑ "Capcers" con nasas suspendidas de los mismos a un metro de profundidad.

Además, se experimenta el fondeo en diferentes zonas, en función de la naturaleza del fondo y la distancia a la costa.

Los resultados obtenidos con todos los "capcers" son poco significativos. Se producen numerosas pérdidas debido a la interferencia con la pesca de palangre de superficie y con la pesca de arrastre. Se obtienen pequeñas cantidades de alevines (1 g) desde principios del mes de julio, bajo objetos flotantes a la deriva, utilizando para su captura salabardos de mano.

La naturaleza y forma del objeto flotante, y su tiempo de permanencia a la deriva, guarda relación con su efecto aglutinante de alevines.

Se pueden capturar alevines de pequeño tamaño (30 - 150 g) bajo los "capcers", utilizando para ello artes como la "llampuguera" y el cerco. La abundancia de alevines fluctúa enormemente en función de la zona de fondeo, el año, la naturaleza del "capcer", la abundancia de alimento, etc., no habiéndose determinado la prevalencia de unos factores sobre otros.

Desde principios de agosto se observa la aparición de cardúmenes de juveniles de tamaño y volumen variable, con pesos que fluctúan ampliamente, desde los 30 gr en el mes de agosto, hasta los 400 gr en el mes de octubre. Estos juveniles depredan activamente las aguas poco profundas de las zonas litorales. Los cardúmenes se han capturado con diferentes artes de pesca. Las capturas con el arte de cerco son generalmente muy numerosas y poco previsibles. Las capturas con el arte de moruna



son las que, por sus características, se adaptan mejor a las necesidades del cultivador. Las capturas que se pueden obtener con anzuelo en ningún caso son despreciables, pudiéndose alcanzar el millar de ejemplares por embarcación y año.

Para el transporte de las capturas realizadas se experimenta con diferentes tipos de viveros, tanto en régimen de circuito abierto (con cargas variables que llegan a superar los 100 Kg/m<sup>3</sup>), como en circuito cerrado (con cargas variables superando los 150 Kg/m<sup>3</sup>). El problema que surge a la hora de transportar la carga es la reducida capacidad de transporte que tienen las embarcaciones tradicionalmente utilizadas para la captura de juveniles (faluchos de bajura y pequeñas trañiñas), por lo que se introduce un paso intermedio entre captura y vivero consistente en un vivero plegable, que se deja fondeado por la embarcación de captura y que recoge el barco dedicado al transporte. Este sistema no presenta mayores problemas siempre y cuando las capturas se realicen cerca de la costa y en aguas poco profundas.

#### **Conclusiones: Captura, almacenamiento y transporte.**

La captura de alevines y juveniles bajo objetos flotantes proporciona unos 50 juveniles/año, existiendo grandes oscilaciones estacionales. La interferencia con otras actividades pesqueras, principalmente con la pesca de palangre de superficie, le resta una gran eficacia a este sistema de suministro de alevines y juveniles de seriola.

El mejor arte para capturar juveniles, cuando forman bancos más o menos numerosos y se aproximan a la costa, es el arte de moruna, no siendo despreciables las capturas con anzuelo.

#### **Metodología: Sistemas de engorde.**

##### ***Experiencias de engorde.***

Se inician experiencias de engorde de seriola en jaulas flotantes ubicadas en el Puerto de Andratx, con una carga máxima de 10 kg/m<sup>3</sup>. La alimentación es a base de pescado procedente de excedentes de capturas comerciales de bajo valor comercial, suministrándose fresco o congelado y, en función del tamaño de los peces, entero o troceado.

Se controla la mortalidad de las seriolas a lo largo del periodo de engorde, y se realiza un seguimiento patológico de las mismas.

## **Resultados: Sistemas de engorde.**

### ***Experiencias de engorde.***

Los ejemplares capturados en septiembre con un peso de 50-100 gr, pesan en diciembre, tras tres meses de engorde, entre 400 y 500 gr; doce meses después estos mismos ejemplares pesan entre 2500 y 3000 gr. Un año más tarde los pesos alcanzados se sitúan en torno a los 6000 gr.

El índice de transformación del alimento es similar en el primer y segundo año (7:1).

Se han observado patologías infecciosas en las seriolas de cultivo.

#### ➤ Patologías causadas por bacterias:

- Epiteliocystis: afecta a juveniles de clase 0+ y también está presente en el medio natural.
- Pasteurellosis: afecta a bazo y riñón de juveniles de clase 0+. Incidencia muy grave.

#### ➤ Patologías causadas por hongos:

- Ichthyophonosis: afecta a órganos hematopoyéticos en general. Se presenta en individuos juveniles de edad 0+ y 1+, causando mortalidades importantes en los 0+.

Los parásitos que afectan a las seriolas son:

- Sanquinicola sp.: tremátodo muy frecuente pero que no causa problemas reseñables en los individuos afectados.
- Equinostomatidae: tremátodo presente en los ciegos pilóricos de las seriolas. Muy frecuente pero sin causar problemas reseñables.
- Trichodina sp.: Protozoo presente en las branquias de juveniles de cultivo 0+. Puede producir daños graves ya que su aparición suele venir asociada a la enfermedad de los epitelios.
- *Caligus productus*: copépodo presente en casi todos los ejemplares aunque en muy bajo número.

- Pennella sp.: copépodo presente en individuos salvajes. No se ha presentado en seriolas de cultivo por lo que no se sabe los trastornos que puede producir.
- Microcotyle sp.: tremátodo de incidencia baja.

#### **Conclusiones: Sistemas de engorde.**

El crecimiento al inicio de la fase de engorde es muy rápido, decrece con el descenso de la temperatura del agua (noviembre- diciembre), durante el invierno es casi nulo, y en primavera, con el incremento de la temperatura, vuelve a ser muy activo.

Las patologías infecciosas observadas en las seriolas de cultivo se clasifican en, patologías de origen bacteriano y patologías de origen fúngico.

Las enfermedades atribuidas a causas nutricionales no están aún bien definidas y se observan en ejemplares muy jóvenes en los momentos posteriores a su adaptación a la alimentación inerte.

Los parásitos son muy frecuentes en las seriolas, tanto en las cultivadas como en los individuos salvajes, siendo más abundantes con la edad. En general, no causan trastornos graves y muy raramente provocan la muerte a los ejemplares afectados.

#### **Metodología: Suministro de alimento.**

La alimentación de la seriola se basa en pescado procedente de excedentes de capturas de bajo valor comercial. La composición del alimento varía con la de los excedentes comerciales. Se procura que la proporción de pescado azul presente en la dieta no supere el 50%.

#### **Resultados: Suministro de alimento.**

En Mallorca se producen, de forma fluctuante, excedentes de pescado de bajo valor comercial que no se canalizan a otros mercados debido a la insularidad.

Lo más corriente es suministrar el alimento a saciedad aún cuando no sea lo óptimo.

La proporción de pescado congelado en la dieta puede ser superior al 80% del total de la media mensual.

**Conclusiones: Suministro de alimento.**

Se ha comprobado la limitación que para el desarrollo y sostenimiento de un cultivo industrial de seriola en Baleares representa la obtención y suministro de carnada fresca. Así, en la isla de Mallorca, la única con excedentes de pescado de cerco, puede mantener una producción o engorde de seriola modesta en torno a las 10 toneladas/año con los actuales excedentes. Para mayores producciones se deberían incrementar las capturas de pelágicos, lo que sería fácilmente abordable dado la infraexplotación de este recurso.

**Metodología: Reproducción y cría larvaria.**

Durante los meses de junio y julio se capturan reproductores de seriola para la realización de pruebas de reproducción. Se ensaya la fecundación por masaje abdominal, la inducción hormonal a la puesta, y la puesta natural.

**Resultados: Reproducción y cría larvaria.**

Se obtienen larvas de 10 días de vida, unos resultados insuficientes y aleatorios.

Únicamente alcanzan la madurez los ejemplares machos, y aún en éstos, el desarrollo gonadal que alcanzan es inferior al que se observa en ejemplares salvajes de igual talla.

**Conclusiones: Reproducción y cría larvaria.**

La causa de la inmadurez de los ejemplares de seriola cultivados se debe a parámetros ambientales y a la alimentación (la dieta utilizada no dispone del suficiente valor nutritivo para las larvas de seriola, por lo que sería conveniente que se utilizasen enriquecedores comerciales).

### COMENTARIOS FINALES:

Tres son las Comunidades Autónomas que han participado en el Plan Nacional de Cultivos Marinos de cultivo de la seriola, Cataluña, Murcia y Baleares. Los objetivos y líneas de actuación son los mismos para las tres Comunidades Autónomas, no obteniendo siempre resultados y conclusiones similares.

La localización de alevines se lleva a cabo con éxito en las tres Comunidades, llegándose a la conclusión de que la seriola es una especie de marcado carácter estacional. Mientras que en Cataluña no existen capturas entre los meses de marzo y julio, en Murcia y Baleares las capturas se producen durante todo el año, aunque en determinados periodos, como ya se ha visto, el volumen de capturas disminuye.

Se experimenta con diferentes métodos de captura, obteniéndose mejores resultados con unos métodos que con otros. Se concluye que los mejores métodos de captura son, por una parte, aquellos que aglutinan alevines bajo objetos flotantes, y por otra parte la pesca con cerco y con moruna.

En cuanto a crecimiento se refiere, se llega a la misma conclusión en las tres Comunidades Autónomas participantes. Éste es rápido al principio, para ralentizarse con el descenso de temperaturas, y volver a incrementarse en primavera con el aumento de las temperaturas. La alimentación de la seriola es "ad libitum", con pescado de bajo valor comercial. No se ha conseguido la alimentación de esta especie con pienso, siendo una de las causas que el pienso no es específico para seriola, **lo cual abre una posible línea de investigación.**

Baleares y Cataluña observan patologías y parásitos que afectan a la seriola, pero los efectos que causan en ella son poco importantes.

Se ha llegado a determinar las fases de desarrollo de los oocitos y las fases de maduración de las gónadas. El estado de maduración que alcanzan los machos en cautividad es menor que el alcanzado por los machos salvajes, debido a parámetros ambientales y de alimentación.

La cría larvaria no se consigue (el número y duración de las larvas conseguidas son escasas lo que impide poder llegar a alguna conclusión), pero lo que sí se ha conseguido es la puesta de huevos en cautividad.

### ESTUDIOS POSTERIORES DE CULTIVO DE SERIOLA.

En diversas Comunidades Autónomas, aunque fuera del ámbito de los Planes Nacionales de Cultivos Marinos, se ha seguido con el estudio del cultivo de la seriola. Así, el Instituto Español de Oceanografía ha financiado en la Región de Murcia los trabajos para conseguir la reproducción y cría larvaria en cautividad de la seriola. Por otro lado, ha financiado en la C.A. de Canarias un estudio de cultivo de seriola encaminado a desarrollar y optimizar las técnicas de cultivo utilizadas en las distintas fases.

## PLAN NACIONAL DE CAPTACIÓN DE SEMILLA DE PECTÍNIDOS

### COMUNIDADES AUTÓNOMAS PARTICIPANTES.

Cataluña  
Valencia

### COMISIÓN TÉCNICA:

**Coordinador:** G. Román.  
**Equipo técnico:** C.P. Acosta.  
M. A. Bruzón.  
J. Cano.

### OBJETIVOS GENERALES DEL PLAN.

- ❑ Localización, tipificación y protección de bancos naturales.
- ❑ Definición de técnicas de captación y evaluación de semilla.

### LÍNEAS DE ACTUACIÓN GENERALES DEL PLAN.

- **Localización de bancos.**
  - Realización de carta de bancos conocidos.
  - Localización de nuevos bancos.
- **Fondeo de colectores.**
  - Construcción de colectores experimentales y de producción.
  - Fondeo de colectores de prospección y mantenimiento.
  - Despegue y preengorde de la semilla.
  - Pruebas con distintos materiales y diseños.
- **Estudios biológicos.**
  - Características del banco.
  - Factores ambientales.

- Evaluación de la población presente.
  - Crecimiento y mortalidad mediante marcado.
  - Ciclo gametogénico.
  - Desove.
  - Fijación.
  - Relación entre la fijación de colectores y el reclutamiento.
- **Creación de reservas integrales.**
  - **Respuesta de la semilla al cultivo en distintas áreas.**
  - **Repoblación.**

**C.A. CATALUÑA**  
**PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS:**  
**CAPTACIÓN DE SEMILLA DE PECTÍNIDOS**

### **LOCALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

La experiencia de captación de pectínidos se sitúa en Cap de Creus, concretamente en Cala Jonculs.

### **ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Metodología: Delimitación de stocks de población natural.**

La familia Pectinidae contiene varias especies de alto valor gastronómico y económico. Se elige como especie central del estudio a *Pecten jacobaeus*, que es la vieira del mediterráneo norte, por ser la especie más rentable.

En Cataluña no hay bancos ni pesca de *Pecten jacobaeus* a nivel comercial, pero se cita como especie presente en varios puertos de Cataluña.

La disponibilidad de juveniles para realizar el engorde es básica para lograr el éxito del cultivo. Pero no se pueden obtener juveniles debido a que la reproducción de este tipo de bivalvos es considerada poco rentable (altas mortalidades y problemas de endogamia).

Es necesario conseguir simiente de captación natural y la forma más recomendable de hacerlo es mediante captación con colectores. La bibliografía informa que el rendimiento de los colectores es bueno en las cercanías de un banco natural, y no hay capturas si no hay un banco relativamente cerca. Por tanto, hay que conocer los puertos donde se producen capturas de vieira, para hacer un seguimiento posterior y delimitar las zonas de captura.

#### **Resultados: Delimitación de stocks de población natural.**

En el año 1989 se hacen una serie de encuestas en distintos puertos y se contacta con pescadores en lonja que puedan suministrar algunos ejemplares.

En el año 1990, se realiza un seguimiento de los puertos y lonjas donde, aunque en pequeñas cantidades, se registran capturas de vieiras. En Blanes, Vilanova y en el Delta del Ebro se centran los seguimientos:

En Blanes hay una zona agotada y otra todavía productiva, pero fuera de los caladeros habituales.



En Vilanova hay una zona en la que la producción es débil, si bien hay capturas continuadas durante todo el año.

En el sur del Delta del Ebro también existe una zona de producción débil aunque con capturas continuas.

#### **Conclusiones: Delimitación de stocks de población natural.**

Las zonas de Vilanova y del sur del Delta del Ebro, debidamente gestionadas, podrían producir en un futuro, simiente para algunas explotaciones comerciales. Si la experiencia de producción de simiente fuese positiva, se podrían estudiar de forma más exhaustiva las poblaciones para evaluar los stocks con más exactitud.

Los bancos naturales que se han detectado se encuentran a profundidades cercanas a los 20 m, lo que implica que este tipo de animales vive por debajo de la termoclina o muy cercanos a ella, de ahí su poca adaptación a aguas cálidas.

#### **Metodología: Datos físico - químicos del agua.**

Se realiza un seguimiento en Cala Jonculs, Delta del Ebro (Alfacs y Fangar) y Garraf para ver su idoneidad a la hora de cultivar vieira en dichas zonas.

Los parámetros que se miden son la temperatura, pH, oxígeno y salinidad.

Los seguimientos que se realizan son:

Año 1989: Bahías del Delta del Ebro (Alfacs y Fangar) durante todo el año.

Año 1990: Garraf a lo largo del segundo semestre. Cap de Creus - Cala Jonculs durante todo el año.

#### **Resultados: Datos físico - químicos del agua.**

En las siguientes tablas se observan los resultados de la medida de los diferentes parámetros a lo largo de 1989 en la Bahía de Alfacs y Fangar. A lo largo de todos los meses se tomaron muestras varias veces, pero para simplificar los resultados únicamente se muestran los resultados de un muestreo por mes:

Año 1989: Variables físico - químicas de la Bahía de Alfacs.									
Mes	Prof (dm)	T (°C)	Salin (‰)	O <sub>disuelto</sub> (mg/l)	M <sub>susp.</sub> (mg/l)	Clor a (mg/l)	Nitrit. (ppm)	Nitrat. (ppm)	Fosf (ppm)
Enero	5	9,1	36,1	8,4	4,1	0,8	0,015	0,102	0,023
	55	8,9	36,1	8,4	3,8	0,9	0,012	0,117	0,002
Febrero	5	9,4	35,0	9,6	6,5	2,1	0,012	0,122	0,000
	45	10,6	36,9	8,5	20,7	1,9	0,011	0,103	0,000
Marzo	5	13,7	36,1	7,0	3,8	1,3	100,0	0,099	0,003
	55	13,7	37,2	6,4	2,3	1,1	100,0	0,062	0,003
Abril	5	15,8	37,0	6,8	6,8	1,2	0,012	0,112	0,001
	65	15,8	37,5	6,8	3,5	0,3	0,010	0,081	0,000
Mayo	5	19,1	35,2	7,9	6,0	1,2	0,014	0,097	0,000
	65	17,2	37,2	0,0	5,9	2,2	0,009	0,036	0,004
Junio	5	26,3	37,8	6,6	4,4	3,2	0,004	0,105	0,000
	65	21,4	38,5	6,7	4,4	1,5	0,000	0,020	0,000
Julio	5	27,1	35,8	5,8	13,3	6,7	0,000	0,000	0,000
	55	26,3	36,0	5,0	12,5	7,4	0,000	0,000	0,000
Agosto	5	27,6	33,2	5,8	14,8	2,2	0,007	0,022	0,023
	55	27,6	35,0	4,8	12,7	1,3	0,006	0,000	0,003
Septiembre	5	21,7	30,0	10,0	9,5	4,1	0,039	0,265	0,002
	65	23,5	33,5	8,4	15,2	0,9	0,045	0,000	0,002
Octubre	5	18,6	32,0	6,9	13,5	3,1	0,010	0,078	0,002
	55	19,1	34,5	6,3	10,4	2,0	0,010	0,045	0,002
Noviembre	5	15,6	33,1	8,2	9,7	4,3	0,007	0,133	0,001
	65	16,9	34,9	7,6	9,4	2,8	0,007	0,060	0,001
Diciembre	5	15,9	31,5	8,3	5,2	3,1	0,015	0,173	0,001
	65	16,9	33,8	6,5	4,7	1,9	0,008	0,095	0,001

Año 1989: Variables físico - químicas de la Bahía Fangar (1ª Parte)									
Mes	Prof (dm)	T (°C)	Salin (‰)	O <sub>disuelto</sub> (mg/l)	M <sub>susp.</sub> (mg/l)	Clor a (mg/l)	Nitrit. (ppm)	Nitrat. (ppm)	Fosf (ppm)
Enero	5	9,9	33,0	8,0	5,2	2,6	0,017	0,444	0,008
	40	7,3	36,0	8,6	4,0	1,9	0,014	0,262	0,006
Febrero	5	10,1	35,2	9,6	4,7	8,4	0,017	0,233	0,006
	40	11,2	36,2	8,8	4,9	7,2	0,012	0,232	0,000
Marzo	5	15,2	36,0	6,7	5,6	1,1	0,000	0,360	0,001
	35	14,7	36,0	6,9	5,4	1,5	0,004	0,019	0,001
Abril	5	12,7	36,9	6,7	9,2	2,4	0,000	0,000	0,000
	35	12,6	36,9	6,7	13,1	3,2	0,000	0,000	0,000
Mayo	5	19,2	35,2	8,2	7,4	1,6	0,007	0,008	0,004
	35	17,2	37,8	9,8	7,5	1,7	0,004	0,027	0,011
Junio	5	25,0	33,2	8,2	6,9	11,2	0,021	0,159	0,001
	35	23,7	37,0	7,2	2,7	2,2	0,001	0,044	0,000

Año 1989: Variables físico - químicas de la Bahía Fangar (2ª Parte)									
Mes	Prof. (dm)	T (°C)	Salin. (‰)	O <sub>disuelto</sub> (mg/l)	M <sub>susp.</sub> (mg/l)	Clor a (mg/l)	Nitrit. (ppm)	Nitrat. (ppm)	Fosf. (ppm)
Julio	5	25,8	35,8	6,8	3,7	1,8	0,000	0,000	0,000
	45	24,6	37,0	6,6	5,8	1,1	0,000	0,000	0,000
Agosto	5	26,5	36,8	0,0	5,0	3,9	0,000	0,000	0,000
	45	26,7	37,5	0,0	4,5	3,8	0,000	0,000	0,000
Septiembre.	5	23,0	0,0	7,4	5,0	1,4	0,012	0,028	0,000
	35	24,0	0,0	6,0	14,6	3,1	0,004	0,051	0,000
Octubre	5	16,0	33,0	5,8	9,0	1,2	0,012	0,087	0,000
	35	16,3	34,2	5,2	15,0	1,5	0,008	0,069	0,000
Noviembre	5	17,4	32,1	7,5	4,9	1,0	0,008	0,052	0,002
	45	18,0	33,5	6,3	10,4	2,2	0,008	0,042	0,009
Diciembre	5	11,6	16,8	11,0	7,6	4,1	0,036	0,000	0,000
	35	13,2	28,0	9,3	0,0	1,3	0,014	0,015	0,000

En las siguientes tablas se observan los resultados de la medida de los diferentes parámetros a lo largo de 1990 en la Cala Jonculs en dos puntos, fuera de la Bahía y en la zona de la concesión, en el Delta del Ebro y Garraf. A lo largo de

1990 únicamente se toman medidas de la temperatura, el pH, el oxígeno y la salinidad, tanto en superficie como en el fondo.

Año 1990: Datos físico - químicos Cala Jonculs, fuera de la Bahía								
Mes	T <sub>superf.</sub> (°C)	T <sub>fondo</sub> (°C)	pH <sub>superf</sub>	pH <sub>fondo</sub>	O <sub>superf</sub> (%Sat)	O <sub>fondo</sub> (%Sat)	Sal <sub>superf</sub> (‰)	Sal <sub>fondo</sub> (‰)
Enero	13	13	8,04	8,04	91	91	37	36
Febrero	14	13	8,04	8,05	87	84	36	36
Marzo	15	15	8,07	8,09	85	83	36	36
Abril	16	15	8,08	8,08	84	80	36	36
Mayo	17	15	8,07	8,05	83	77	36	36
Junio	22	19	8,03	8,03	80	79	36	36
Julio	21	19	8,04	8,05	85	81	36	36
Agosto	22	19	8,05	8,06	78	78	36	36
Septiembre	23	21	8,07	8,08	78	76	36	36
Octubre	19	19	8,07	8,06	85	85	36	36
Noviembre	13	13	8,07	8,07	91	91	36	36
Diciembre	13	13	8,08	8,06	93	93	37	36

Año 1990: Datos físico - químicos Cala Jonculs, zona concesión								
Mes	T <sub>superf.</sub> (°C)	T <sub>fondo</sub> (°C)	pH <sub>superf</sub>	pH <sub>fondo</sub>	O <sub>superf</sub> (%Sat)	O <sub>fondo</sub> (%Sat)	Sal <sub>superf</sub> (‰)	Sal <sub>fondo</sub> (‰)
Enero	13	13	8,03	8,03	91	91	37	37
Febrero	13	13	8,06	8,04	90	90	36	36
Marzo	14	14	8,05	8,05	85	85	36	36
Abril	15	14	8,05	8,08	83	80	36	36
Mayo	17	16	8,07	8,05	83	82	36	36
Junio	20	19	8,02	8,03	80	79	36	36
Julio	21	21	8,04	8,05	85	81	36	36
Agosto	22	19	8,05	8,06	78	76	36	36
Septiembre	23	21	8,07	8,08	78	76	36	36
Octubre	23	21	8,07	8,05	78	75	36	36
Noviembre	15	14	8,06	8,06	89	89	36	36
Diciembre	13	13	8,08	8,06	93	93	37	36

A lo largo del último semestre del año se tomaron muestras en varios puntos, pero para simplificar los resultados únicamente se muestran los resultados de un único punto:

Año 1990: Datos físico - químicos Garraf						
Mes	T <sub>superf.</sub> (°C)	T <sub>fondo</sub> (°C)	O <sub>superf</sub> (%Sat)	O <sub>fondo</sub> (%Sat)	Sal <sub>superf</sub> (‰)	Sal <sub>fondo</sub> (‰)
Julio	25,5	25,1	129	118	33,5	33,5
Agosto	25,2	26,2	106	111	36,9	38,1
Septiembre	26,6	26,3	110	105	34,5	36,4
Octubre	19,6	20,1	93	96	36,5	36,9
Noviembre	16,0	16,8	86	82	32,0	36,0
Diciembre	12,3	12,3	92	96	36,2	36,2

#### Conclusiones: Datos físico - químicos del agua.

Las zonas con posibilidades de cultivo de pectínidos, que presentan distancias asequibles a la costa, son económicamente poco rentables, observándose como única posibilidad la costa más septentrional.

Dentro de los sectores con posibilidades nutricionales, la temperatura es el factor más limitante.

### Metodología: Cultivo de especies seleccionadas.

Es necesario saber si el cultivo de pectínidos, en particular de vieiras, es o no rentable, desde un punto de vista económico, en aguas del Mediterráneo.

Hay que definir una alometría básica en la zona de estudio, por lo que hay que calcular y comparar las curvas de crecimiento de las poblaciones naturales y de las poblaciones de cultivo, lo que permitirá saber si los métodos de cultivo son o no adecuados.

En los meses de octubre, noviembre y diciembre de 1989, y en enero de 1990, se realizan medidas alométricas con un ictiómetro electrónico.

El recuento de ejemplares capturados se realiza en la propia barca desde la que son pescados. Se anota el número total de ejemplares capturados y los que se compran, ya que algunos de ellos se desechan por estar rotos o moribundos.

### Resultados: Cultivo de especies seleccionadas.

En la siguiente tabla se muestran las capturas realizadas mediante pesca de arrastre entre octubre de 1989 y febrero de 1990:

<b>Capturas de <i>Pecten jacobaeus</i> en la zona sur del Delta del Ebro</b>		
<b>Semana</b>	<b>Capturados</b>	<b>Comprados</b>
09-15/10/1989	11	9
16-22/10/1989	11	10
23-29/10/1989	18	10
30-05/11/1989	20	20
06-11/11/1989	30	29
13-19/11/1989	11	7
20-26/11/1989	12	8
27-03/12/1989	5	4
11-17/12/1989	30	14
18-24/12/1989	1	0
25-31/12/1989	6	4
01-07/01/1990	4	2
08-14/01/1990	15	1
15-21/01/1990	18	3
22-28/01/1990	24	20
05-11/02/1990	19	16

Se observa que las capturas son bastante irregulares, debido a que la barca no estaba preparada específicamente para captura de vieira sino que era una barca de arrastre, y esta técnica de captura no pudo emplearse algunos días en las zonas convenientes.

El parámetro a estudio *talla según eje mayor* se puede correlacionar con *talla según eje menor*, *peso total* y *altura*. Esta correlación permite hacer previsiones de cualquiera de los parámetros conociendo únicamente el eje mayor.

En la siguiente tabla se muestra los datos bionómicos de las muestras recogidas:

Datos biométricos de <i>Pecten jacobaeus</i>					Datos biométricos de <i>Pecten jacobaeus</i>				
N	Eje Mayor (mm)	Eje Menor (mm)	Peso total (gr)	Alto (mm)	N	Eje Mayor (mm)	Eje Menor (mm)	Peso total (gr)	Alto (mm)
1	69	61	37,35	13	26	83	72	59,95	20
2	71	62	37,92	16	27	83	72	60,25	20
3	72	62	41,23	16	28	83	72	60,49	20
4	73	64	43,94	17	29	83	72	60,69	20
5	73	65	47,58	17	30	83	72	60,95	20
6	74	66	48,04	18	31	83	72	61,51	20
7	74	67	49,65	18	32	83	72	62,56	20
8	75	67	50,1	18	33	83	73	63,55	20
9	76	67	51,16	18	34	84	75	63,55	20
10	76	67	51,71	18	35	84	73	63,62	20
11	77	68	51,82	19	36	84	73	63,62	20
12	78	68	51,82	19	37	85	73	63,65	20
13	78	68	52,12	19	38	85	73	63,94	20
14	78	69	52,14	19	39	85	74	64,27	20
15	79	69	53,95	19	40	85	74	64,46	20
16	80	70	53,95	19	41	85	74	64,84	20
17	80	70	54,82	19	42	85	74	65,17	20
18	80	71	54,86	19	43	85	74	65,43	20
19	80	71	54,86	19	44	86	74	65,96	20
20	81	71	56,12	19	45	86	74	66,09	20
21	81	71	56,46	19	46	86	75	66,17	20
22	82	71	56,46	19	47	86	75	66,75	20
23	82	72	57,69	19	48	86	75	66,98	20
24	83	72	58,21	20	49	86	75	67,02	20
25	83	72	59,95	20	50	87	75	67,2	20

Datos biométricos de <i>Pecten jacobaeus</i>					Datos biométricos de <i>Pecten jacobaeus</i>				
N	Eje Mayor (mm)	Eje Menor (mm)	Peso total (gr)	Alto (mm)	N	Eje Mayor (mm)	Eje Menor (mm)	Peso total (gr)	Alto (mm)
51	87	75	67,31	20	80	91	79	74,77	21
52	87	75	67,98	20	81	91	79	74,91	21
53	87	76	67,98	20	82	91	79	74,97	21
54	87	76	68,28	20	83	91	79	75,09	21
55	88	76	68,28	20	84	91	79	75,14	21
56	88	76	68,49	20	85	91	79	75,44	21
57	88	76	68,62	20	86	92	80	75,44	21
58	88	76	68,73	20	87	92	80	75,59	21
59	88	77	68,83	21	88	92	80	75,59	21
60	88	77	69,25	21	89	92	80	75,88	21
61	88	77	69,28	21	90	92	80	77,06	21
62	89	77	69,65	21	91	92	80	77,24	21
63	89	77	69,65	21	92	92	80	77,35	21
64	89	77	70,09	21	93	93	80	77,35	21
65	89	77	70,34	21	94	93	81	77,84	21
66	89	77	70,83	21	95	93	81	77,84	21
67	89	77	72,3	21	96	93	81	77,89	21
68	89	78	72,3	21	97	93	81	77,89	21
69	90	78	72,33	21	98	93	81	78,23	21
70	90	78	72,74	21	99	94	81	78,23	21
71	90	78	72,74	21	100	94	81	78,31	21
72	90	78	72,97	21	101	94	81	78,31	21
73	90	78	73,6	21	102	94	81	78,51	22
74	90	78	73,93	21	103	94	81	78,52	22
75	90	78	74,12	21	104	84	81	78,96	22
76	90	78	74,44	21	105	94	81	80,17	22
77	90	78	74,62	21	106	95	82	80,68	22
78	91	78	74,67	21	107	95	82	81,01	22
79	91	79	74,67	21	108	95	82	81,38	22

Datos biométricos de <i>Pecten jacobaeus</i>					Datos biométricos de <i>Pecten jacobaeus</i>				
N	Eje Mayor (mm)	Eje Menor (mm)	Peso total (gr)	Alto (mm)	N	Eje Mayor (mm)	Eje Menor (mm)	Peso total (gr)	Alto (mm)
109	95	82	81,45	22	130	98	86	91,44	23
110	95	82	83,32	22	131	99	86	93,24	23
111	95	82	82,32	22	132	100	86	97,31	23
112	95	82	82,86		133	100	86	97,31	23
113	95	82	82,86	22	134	101	87	103,91	23
114	95	83	84,29	22	135	102	88	105,46	23
115	95	83	84,29	22	136	103	88	105,46	23
116	95	83	85,08	22	137	103	88	110,28	23
117	96	83	85,34	22	138	104	88	117,04	24
118	96	83	85,34	22	139	105	89	117,04	24
119	96	83	86,35	22	140	108	92	119,12	24
120	96	83	86,35	22	141	109	93	119,12	24
121	96	83	86,48	22	142	111	93	135,34	25
122	96	83	86,48	22	143	114	95	135,34	25
123	96	84	86,92	22	144	114	97	139,13	25
124	96	84	86,92	22	145	120	101	139,13	25
125	97	84	87,01	22	146	122	101	142,16	26
126	97	85	87,01	22	147	124	101	149,53	26
127	97	85	88,2	23	148	124	106	155,06	28
128	98	85	88,2	23	149	125	106	161,51	28
129	98	86	91,44	23					

Los animales estudiados tienen un tamaño mediano-grande, faltando representación de los animales más pequeños, que corresponden a los ejemplares más jóvenes.

La relación talla - peso sigue la siguiente ecuación de correlación:

$$Y = 6,037 - 0,48825 x + 0,01989 x^2$$

con un coeficiente de correlación  $R = 0,99098$ .

El índice de correlación es muy cercano a 1 por lo que se considera una buena correlación.



El eje menor es el que discrimina la malla del arte de pesca y, en general, todas las ecuaciones de crecimiento vienen dadas por el eje mayor.

La recta que define la correlación entre ejes es:

$$Y = 7,68437 + 0,78261 x$$

siendo el coeficiente de correlación  $R = 0,99602$ .

La correlación es bastante buena, y únicamente los animales más pequeños o mayores se desvían.

La ecuación de correlación entre el eje mayor y la altura es:

$$Y = 3,6643 + 0,19083 x$$

siendo el coeficiente de correlación  $R = 0,98849$ .

En la siguiente tabla se muestran los datos del peso de la carne (g), el peso de la concha (g) y el índice de condición:

Datos de peso de carne, concha e índice de condición <i>Pecten jacobeus</i>							
N	Peso concha (g)	Peso carne (g)	Índice condición	N	Peso concha (g)	Peso carne (g)	Índice condición
1	45,45	17,21	27,47	21	46,15	17,97	28,03
2	43,90	29,16	39,91	22	54,49	18,20	25,04
3	43,66	15,50	26,20	23	38,24	18,54	32,65
4	47,83	20,50	30,00	24	57,60	23,38	28,87
5	41,93	18,62	30,75	25	54,12	23,09	29,91
6	40,37	16,75	29,32	26	46,86	28,76	38,03
7	31,04	12,23	28,26	27	41,64	12,30	22,80
8	43,75	20,36	31,76	28	46,48	17,39	27,23
9	50,00	19,85	28,42	29	46,87	15,01	24,26
10	34,50	12,66	26,84	30	36,96	12,37	25,08
11	45,14	15,19	25,18	31	53,56	17,11	24,21
12	46,07	16,12	25,92	32	37,15	13,29	26,35
13	93,46	46,63	33,29	33	49,98	18,88	27,42
14	55,22	15,78	23,21	34	52,39	19,37	26,99
15	40,96	18,49	31,10	35	35,22	14,14	28,65
16	37,65	14,03	27,15	36	52,70	20,93	28,43
17	45,16	15,27	25,27	37	107,43	51,11	32,24
18	36,62	13,21	26,51	38	65,68	43,70	39,95
19	30,31	10,38	25,51	39	47,74	26,41	35,62
20	46,35	17,87	27,83	40	39,35	17,55	30,84

Datos de peso de carne, concha e índice de condición <i>Pecten jacobeus</i>							
N	Peso concha (g)	Peso carne (g)	Índice condición	N	Peso concha (g)	Peso carne (g)	Índice condición
41	33,14	17,15	34,10	79	30,67	7,56	19,78
42	32,78	11,13	25,35	80	56,54	21,77	27,80
43	41,45	17,06	29,16	81	31,87	9,40	22,78
44	44,97	17,20	27,67	82	52,22	20,13	27,82
45	26,78	7,48	21,83	83	41,34	12,56	23,30
46	49,90	15,01	23,12	84	44,14	19,76	30,92
47	47,90	16,48	25,60	85	34,49	11,52	25,04
48	49,34	18,24	26,99	86	39,79	12,68	24,17
49	36,69	13,23	26,50	87	44,30	19,07	30,09
50	56,78	23,30	29,10	88	46,51	17,95	27,85
51	54,49	20,23	27,07	89	67,27	25,16	27,22
52	46,81	22,19	32,16	90	105,55	48,18	31,34
53	75,80	27,53	26,64	91	56,24	19,01	25,26
54	44,06	15,32	25,80	92	54,93	21,62	28,24
55	53,56	24,30	31,21	93	46,58	19,41	29,41
56	47,76	20,89	30,43	94	38,38	13,32	25,76
57	47,36	16,37	25,69	95	43,15	12,17	22,00
58	40,23	15,71	28,08	96	42,39	14,14	25,01
59	30,06	8,79	22,63	97	35,32	11,83	25,09
60	43,19	14,18	24,72	98	41,99	15,10	26,45
61	40,53	17,86	30,59	99	45,19	19,17	29,79
62	48,52	18,19	27,27	100	64,20	26,70	29,37
63	38,38	12,08	23,94	101	57,61	24,68	29,99
64	46,41	16,34	26,04	102	83,32	48,49	36,79
65	43,74	17,97	29,12	103	49,05	18,94	27,86
66	47,49	12,08	20,28	104	39,78	13,87	25,85
67	47,66	21,28	30,87	105	39,12	16,95	30,23
68	60,67	20,22	25,00	106	52,99	19,05	26,44
69	40,62	18,05	30,77	107	56,42	21,62	27,70
70	39,23	14,10	26,44	108	48,97	18,69	27,62
71	48,57	16,38	25,22	109	61,41	24,46	28,48
72	45,68	20,88	31,37	110	96,76	41,47	30,00
73	40,17	19,00	32,11	111	60,39	26,06	30,14
74	53,02	19,87	27,26	112	50,12	18,73	27,20
75	52,25	20,30	27,98	113	38,43	16,09	29,51
76	55,24	22,31	28,95	114	61,84	25,86	29,49
77	46,90	26,08	35,74	115	53,76	23,86	30,74
78	47,54	16,57	25,85	116	61,00	25,30	29,32

Datos de peso de carne, concha e índice de condición de <i>Pecten jacobeus</i>							
N	Peso concha (g)	Peso carne (g)	Índice condición	N	Peso concha (g)	Peso carne (g)	Índice condición
117	58,74	25,30	30,10	126	81,51	36,83	31,12
118	55,44	21,91	28,33	127	45,72	17,72	27,93
119	69,21	27,29	28,28	128	55,67	21,25	27,63
120	81,95	34,36	29,54	129	59,91	24,85	29,32
121	54,45	20,69	57,54	130	69,89	34,64	33,14
122	48,26	23,89	33,11	131	51,67	21,92	29,79
123	52,51	22,52	30,01	132	37,76	13,70	26,62
124	50,90	30,99	37,84	133	44,32	18,25	29,17
125	54,95	31,05	36,10	134	55,18	21,87	28,38

El índice de condición presenta un valor bajo, lo cual es bastante lógico pues los animales han sido capturados en invierno.

La frecuencia de capturas sufre un descenso bastante brusco alrededor de los 90 mm de eje mayor, lo que se podría explicar por una selectividad del arte de pesca utilizado, que provoca una sobrepesca de tamaños grandes y un reducido número de capturas de los tamaños menores de 69 mm.

#### **Conclusiones: Cultivo de especies seleccionadas.**

Parece que el arte de arrastre, para la captura de vieiras, no permite la recogida de los ejemplares de pequeño tamaño. Esto tendría su origen en el escaso número de ejemplares de este tamaño en el banco o en la inadecuación de este arte de pesca para estos organismos. Este último argumento parece el más plausible.

#### **Metodología: Evolución del crecimiento.**

Los estudios de crecimiento deben servir para calcular el periodo que debe durar el engorde en cultivo, por lo que son definitivos a la hora de definir la rentabilidad y la talla de comercialización.

Para estudiar las poblaciones naturales, se parte de un pequeño stock (40 individuos). Se toman las distancias entre la charnela y los distintos anillos de crecimiento, aceptando que el primer anillo medido se produce al año y medio de haberse fijado la larva.

Una vez que se tienen las tallas (eje mayor) y las clases de edad (anillos), se sigue el método de Ford - Waldford para estimar los parámetros  $L^\infty$  y  $K$  de la ecuación de V. Bertalanffy de la especie:  $L_t = L^\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$ .

#### **Resultados: Evolución del crecimiento.**

La curva que se calcula con la ecuación de V. Bertalanffy es para una pequeña población de *Pecten jacobaeus*, y para que la medida sea significativa se debe calcular con una población de entre 200 y 400 individuos.

Los parámetros  $K$ ,  $L^\infty$  y  $t_0$  son estimados por el método de Ford - Waldford obteniéndose los siguientes valores:

$$L^\infty = 173,76$$

$$K = 0,09792$$

$$t_0 = 0,0146$$

Por lo que la ecuación de V. Bertalanffy queda  $L_t = 173,76 (1 - e^{-0,09792(t-t_0)})$ .

#### **Conclusiones: Evolución del crecimiento.**

La curva de V. Bertalanffy de *Pecten jacobaeus* capturados en la zona sur del Delta del Ebro no puede ser definitiva, pues la muestra no se considera lo suficientemente grande ( $N = 40$ ) como para contener la variabilidad necesaria y una buena representación de las clases de mayor tamaño, por lo que se hace necesaria su revisión. Aún así, por la forma de la curva, se puede intuir un crecimiento lento de la especie.

Faltan también datos de los individuos más jóvenes, puesto que se ha observado que marcan el primer anillo al año y medio. Otro factor a tener en cuenta es que, hay ejemplares que pueden marcar anillos suplementarios muy seguidos, normalmente por factores de estrés (infecciones, traumatismos, periodos poco productivos, periodos muy fríos, etc).



**C.A. VALENCIA  
PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS:  
CAPTACIÓN DE SEMILLA DE PECTÍNIDOS**

**LOCALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

El estudio se lleva a cabo en el Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal, situado en Castellón.

**ESTUDIOS REALIZADOS.**

**Metodología: Localización de los bancos naturales de pectínidos (vieira).**

La especie objeto de estudio es la vieira (*Pecten jacobaeus*) que, aún siendo la especie más frecuente, no constituye una pesquería específica.

Para la localización de los bancos naturales de vieira se procede a realizar una encuesta a todos los patrones de embarcaciones de bajura que faenan al arrastre en los caladeros valencianos.

**Resultados: Localización de los bancos naturales de pectínidos (vieira).**

Mediante las encuestas realizadas a los patrones se conoce la existencia de dos bancos naturales de vieiras.

El principal se encuentra situado hacia el norte de la Comunidad Valenciana, entre la zona de Torrenostra y Oropesa (Castellón), con una profundidad entre 60 y 70 metros.

En menor medida destaca otro banco situado en la zona de Calpe.

**Conclusiones: Localización de los bancos naturales de pectínidos (vieira).**

Mediante las encuestas a los patrones además de conocer la localización de los bancos de vieira, se determina que el hábitat preferido para la vieira son los fondos de arena fina, fango y cascajo, distribuyéndose desde los 25 a los 90 metros de profundidad y concentrándose la mayoría de las veces alrededor de formaciones rocosas y bancos de algas.

**Metodología: Determinación de parámetros físico - químicos que rigen el ciclo biológico de la vieira.**

Hay que conocer el ciclo biológico de la vieira (momento de freza, época de maduración de gónadas, etc) y los parámetros ambientales que influyen sobre éste.

Para conocer el ciclo biológico se realiza un estudio histológico de las gónadas y se calculan los índices de condición, que relacionan la cantidad de tejido vivo con un parámetro representativo de la edad.

El conocimiento de la influencia de los parámetros ambientales sobre el ciclo reproductor de vieira es de suma importancia, pues permite una actuación posterior en hatchery. Los parámetros ambientales que se estudian son:

- Temperatura.
- Salinidad.
- Concentraciones de N y P.
- Pigmentos clorofílicos (a, b, c).
- Número de partículas en suspensión.

La captación de semilla se realiza mediante colectores. Se fondean 20 colectores en cada caladero utilizado para el estudio. Las semillas fijadas en los colectores fondeados pueden despegarse al cabo de tres meses, cuando su tamaño permite un manejo fácil.

**Resultados: Determinación de parámetros físico - químicos que rigen el ciclo biológico de la vieira.**

Los caladeros utilizados para la captación de semilla de vieira son dos:

- 1- "El Carreró", a unos 70 m de profundidad.
- 2- Zona paralela a la costa de Oropesa, a unos 20 m de profundidad.

Para la captación de semilla se utiliza el método japonés que consiste en la utilización de bolsas de transporte de cebolla a distintas profundidades.

Ambos caladeros presentan una gran disponibilidad de fitoplancton en el periodo de invierno - primavera. La temperatura del agua se mantiene entre 13 y 14°C

a lo largo de todo el año, al igual que la salinidad que es constante en torno a un valor de 37 por mil.

La determinación de la época de freza, necesaria para la inmersión de los colectores, se conoce a través de pescas zooplanctónicas y del índice de condición gonadal (ICG) que indica el grado de maduración de la gónada en el tiempo. Las puestas se producen de forma escalonada a lo largo de 2 ó 3 meses (marzo - abril). No hay eclosión masiva en un punto concreto, las larvas se dispersan ayudadas por las corrientes marinas durante las seis semanas que dura la fase planctónica de su ciclo biológico.

El índice de condición gonadal (ICG) y el índice de condición del músculo aductor (ICM), ponen en evidencia que el proceso de maduración tiene lugar desde finales de verano. ICG y ICM varían de manera inversa. El músculo aductor almacena glucógeno como material de reserva energética que es consumido durante la gametogénesis. Este proceso aumenta hasta llegar al mes de febrero en que comienzan las primeras puestas. Es grueso de la freza se produce entre marzo - abril.

Los colectores se fondean unos días antes de que la freza llegue a su clímax para que el material se "ensucie" y permita la fijación. Un adelanto excesivo del fondeo de los colectores, favorece fijaciones de otras especies no deseables. Los colectores fondeados en el caladero denominado "El Carreró" presentan mejores resultados en cuanto a captación de semilla que los fondeados frente a la costa de la playa de Oropesa. Además la fijación de las vieiras es mejor a mayor profundidad. Se estableció que el despegue de las semillas debe hacerse antes de que la temperatura del agua supere los 20°C.

**Conclusiones: Determinación de parámetros físico - químicos que rigen el ciclo biológico de la vieira.**

La época de freza natural se centra entre los meses de marzo y abril, si bien es posible encontrar individuos sexualmente maduros en febrero y puestas tardías en marzo.

Los factores que desencadenan la puesta son, la presencia de alimentos en el agua (microalgas) y las partículas orgánicas en suspensión (sestón). El fotoperiodo y la temperatura del agua no juegan un papel importante en la gametogénesis y en la estimulación del desove.

La colocación de los colectores de captación de semilla debe hacerse cuando se produzca un cambio brusco en el índice de condición.

El índice de condición gonadal decrece a partir de febrero, pero no se encuentran individuos que desoven hasta el mes de marzo.





### COMENTARIOS FINALES:

Dos son los objetivos marcados en este plan y dos son las Comunidades Autónomas que participan. Ambas comunidades eligen la vieira como pectínido más representativo de sus costas, tanto por su abundancia como por su valor económico.

En Cataluña se han delimitado dos zonas donde existe un stock de vieiras, Vilanova y Sur del Delta del Ebro. Ambas zonas, debidamente gestionadas, podrían producir en un futuro simiente suficiente para explotaciones comerciales. En Valencia se han definido dos bancos naturales de vieiras, el principal situado entre la zona de Torrenostrá y Oropesa y el segundo situado en la zona de Calpe.

El estudio de las características del agua en donde habitan las vieiras es algo que también han realizado ambas Comunidades, llegándose en ambos casos a la conclusión de que la temperatura es un factor limitante, no siendo aconsejable que cuando la temperatura del agua supere los 20 °C las semillas de vieiras sigan pegadas a los colectores (C.A. Valenciana).

El método de captación de vieiras en Cataluña, pesca de arrastre, no es adecuado. La utilización de este método se explica porque la vieira en estos momentos no es una especie comercial y no hay barcos de pesca que se dediquen específicamente a ella.

El estudio del ciclo biológico de la vieira ampliará las perspectivas del cultivo de esta especie en un futuro.

Los dos objetivos principales del Plan no se han conseguido en su totalidad, pero los resultados obtenidos por ambas Comunidades hacen ser optimistas sobre las posibilidades de cultivo de vieira.

### ESTUDIOS POSTERIORES SOBRE PECTÍNIDOS:

Dentro de lo que son los Planes Nacionales de Cultivos Marinos, se continuó con el estudio de pectínidos en diferentes Comunidades Autónomas. Así, a lo largo de los años 1993 y 1994, Cataluña desarrolló un plan denominado "Plan experimental de captación de pectínidos en Malgrat de Mar". En los años 1995, 1996 y 1998, Andalucía desarrolló un estudio con el nombre "Cultivo de vieira en sistemas flotantes en mar abierto".

Por otra parte, el Instituto Español de Oceanografía ha desarrollado diversos proyectos de investigación relacionados con pectínidos. Uno de ellos tiene el título de "Cultivo en suspensión de vieira (*Pecten maximus*) y zamburiña (*Chlamys varia*) en Málaga", iniciado en el año 2001.

Otro estudio desarrollado por el IEO en Galicia es el de "Desarrollo de técnicas y sistemas de control de la reproducción, el manejo y el cultivo de *Chlamys varia* y su caracterización genética", iniciado en el año 2002.

Por último, se puede citar el estudio "Influencia del origen de la semilla y de las condiciones ambientales en el crecimiento y supervivencia de la viera y la zamburiña cultivada" iniciado en el año 2002 en Andalucía.

## PLAN NACIONAL DE ABASTECIMIENTO DE JUVENILES DE ANGUILA

### COMUNIDADES AUTÓNOMAS PARTICIPANTES.

Cataluña  
Asturias  
Valencia

### COMISIÓN TÉCNICA:

**Coordinador:** Javier Segarra  
**Equipo técnico:** Alberto Vizcaíno  
Luis Javier Tellería  
Amancio Landín  
Ezequiel Guillén  
Miguel Torre (IEO)

### OBJETIVOS GENERALES DEL PLAN.

- ❑ Localización y evaluación de zonas y definición de técnicas de capturas; tipificación de sistemas de almacenamiento y transporte.
- ❑ Evaluación de la calidad de la angula en función de su origen.

### LÍNEAS DE ACTUACIÓN GENERALES DEL PLAN.

- **Localización y evaluación de zonas de captura de angula.**
  - confección de una carta de zonas.
  - Seguimiento estadístico de las capturas.
- **Técnicas de captura, almacenamiento y transporte.**
- **Evaluación de la calidad del producto en función del origen.**
  - Estandarización de la metodología.
  - Realización de pruebas de preengorde y engorde de lotes de angulas de orígenes diferentes por triplicado.
- **Estudio de medidas de regulación y ordenación de pesquerías de angula para la acuicultura.**
  - Propuestas de determinación de modelos estandarizados de protección.
  - Propuesta de establecimiento de medidas legislativas oportunas.



**C.A. CATALUÑA  
PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS:  
ABASTECIMIENTO DE JUVENILES DE ANGIULA**

### **LOCALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

La experiencia se desarrolla en el Delta del Ebro y en el término municipal de Alcanar, situadas ambas áreas en la zona más meridional de Cataluña.

### **ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Metodología: Cultivo de anguila.**

Las actuaciones de seguimiento y evaluación se desarrollan durante la época migracional de las anguilas (de octubre a febrero) y, particularmente durante la temporada de pesca.

El arte de pesca que se usa en el Delta del Ebro es el "busso", receptáculo poliédrico hecho de madera o hierro y malla de fibra artificial o de hierro. La base del mismo tiene forma de embudo dirigido hacia dentro, por donde entran las angulas. Se cala de manera que la base del "busso" quede de cara a la corriente.

Las angulas, después de ser capturadas, se estabulan durante un corto espacio de tiempo en viveros en las mismas aguas donde se capturan. Posteriormente, los ejemplares son transportados hasta las instalaciones de alevinaje o preengorde.

Para estudiar el desarrollo de la población de cultivo, se utilizan dos stocks de angulas. Diariamente se realiza una inspección de los ejemplares retirando los cadáveres de las instalaciones. Los parámetros biométricos a evaluar son:

- Peso húmedo.
- Longitud.

Dentro de las posibilidades del cultivo de la anguila, hay que considerar como máximo peligro la presencia de enfermedades que proceden de la población natural y que afectan a la población de cultivo. En las zonas donde se desarrolla el cultivo existe una abundante población natural, por lo que la posibilidad de que ésta actúe como vector de transmisión de enfermedades es grande. Se analiza una muestra de 29 ejemplares de anguila procedentes de una empresa suministradora de juveniles para engorde.

### Resultados: Cultivo de anguila.

El aporte de agua dulce al Delta del Ebro es uno de los factores que incentivan la migración de las angulas. Se desplazan en grupos muy numerosos para disminuir al máximo el esfuerzo, transitan zonas próximas a las orillas del río donde las aguas, debido al rozamiento con la tierra, disminuyen su velocidad.

Se realizan dos transportes de angulas y un transporte de anguilas, por carretera y con furgonetas adaptadas para ello:

Se dispone de un tanque de 120x70x60 cm y 500 l de capacidad, de fibra sintética no tóxica. Los tanques disponen de un sistema de oxigenación mediante aire comprimido.

Las densidades de transporte son:

- Transporte de angula 1: 14 Kg/m<sup>3</sup>.
- Transporte de angula 2: 15 Kg/m<sup>3</sup>.
- Transporte de juveniles de anguila: 22,32 Kg/m<sup>3</sup>.

En la siguiente tabla se ven los resultados del seguimiento de los tres stocks sometidos a estudio del desarrollo de la población de cultivo:

	<b>Stock 1: Angula</b>	<b>Stock 2: Angula</b>	<b>Stock 3: Juveniles anguila</b>
<b>Biomasa inicial:</b>	7 Kg	7,5 Kg	11,160 Kg
<b>Nº individuos muestra:</b>	556	564	127
<b>Peso medio:</b>	0,306 gr	0,269 gr	1,43 gr
<b>Talla media:</b>	6,42 cm	6,35 cm	10,01 cm
<b>Desviación peso:</b>	0,060 gr	0,058 gr	0,5861 gr
<b>Desviación talla:</b>	0,44 cm	0,433 cm	1,205 cm
<b>Nº individuos total stock:</b>	22,876	27,881	7,804

Los estudios *postmortem* en fresco y los histopatológicos de juveniles analizados, no presentan ningún proceso patológico.

### Conclusiones: Cultivo de anguila.

Las técnicas de transporte angula - anguila, están muy desarrolladas en la actualidad.

En cuanto al seguimiento de las poblaciones de cultivo se llega a las siguientes conclusiones:

- El crecimiento de los dos stocks de angula es muy similar.
- El crecimiento del stock de juveniles de anguila es superior, lo que es normal ya que comienzan la experiencia con un peso y una talla mayor.

**C.A. ASTURIAS  
PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS:  
ABASTECIMIENTO DE JUVENILES DE ANGUILA**

### **LOCALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

El estudio se realiza a través del Centro de Investigación Pesquera.

### **ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Metodología: Estudio biométrico.**

Se toman varias muestras de angula con el fin de determinar las relaciones talla/peso a lo largo de la temporada de pesca, y observar los estados pigmentarios y su evolución.

Se toma una muestra de 100 gramos de angula viva en la Cofradía de Pescadores de San Juan de la Arena, durante cada periodo de oscurada de la campaña 89/90.

Las angulas pueden ser transportadas en seco sin inconveniente y permanecer vivas hasta 24 horas si la temperatura es inferior a 10 °C.

Una vez que llegan al laboratorio son anestesiadas y se separan 150 individuos sobre los que se van a realizar las medidas de talla y peso, así como las observaciones del estado pigmentario. El resto de los individuos son anestasiados para posteriores estudios de extracción y lectura de oolitos.

Cuando los individuos son pesados y medidos se limpian cuidadosamente con papel de filtro para retirar la capa de mucus y observarlos a la lupa para determinar los estados de pigmentación.

Para determinar los estados pigmentarios se utiliza la clasificación de Elie:

- Tempranos:  $V_A$ ,  $V_B$  y  $V_{A0}$
- Medios:  $VI_{A1}$  y  $VI_{A2}$
- Tardíos:  $VI_{A3}$  y  $VA_{A4}$ .

#### **Resultados: Estudio biométrico.**

Se recogen seis muestras, numeradas del 1 al 6, que se corresponden con las siguientes fechas:

Muestra 1: 2 de noviembre de 1989.

Muestra 2: 2 de diciembre de 1989.

Muestra 3: 3 de enero de 1990.

Muestra 4: 30 de enero de 1990.

Muestra 5: 2 de marzo de 1990.

Muestra 6: 28 de marzo de 1990.



Se calcula el peso (P) y la talla (L) medios, las desviaciones típicas de peso y talla ( $S_P$  y  $S_L$ ), coeficientes de variación ( $CV_P$  y  $CV_L$ ) y el coeficiente de condición (K). Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
<b>L (mm)</b>	72,44	70,40	69,01	68,95	68,16	69,03
<b><math>S_L</math></b>	3,83	4,20	3,44	4,08	3,72	4,02
<b><math>CV_L</math></b>	5,29	5,97	4,99	5,91	5,46	5,83
<b>P (gr)</b>	0,33	0,32	0,28	0,29	0,25	0,25
<b><math>S_P</math></b>	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05
<b><math>CV_P</math></b>	18,10	18,70	17,80	20,50	20,00	19,80
<b>K</b>	$8,7 \times 10^{-5}$	$9,1 \times 10^{-5}$	$8,5 \times 10^{-5}$	$8,9 \times 10^{-5}$	$7,9 \times 10^{-5}$	$7,7 \times 10^{-5}$

Las tallas de las anguilas varían según la época del año, así en la muestra de 2 de noviembre de 1989, la talla que con mayor frecuencia aparece es la de 72 - 74 mm. Dicha talla va decreciendo según avanza el invierno y así, en la última muestra, las tallas que con mayor frecuencia aparecen son las de 68 - 70 mm.

En la siguiente tabla se representan las distribuciones de frecuencias de los estadios pigmentarios agrupados *temprano*, *medio*, *tardío* e *indeterminado*:

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
<b>Temprano</b>	138	147	142	143	146	145
<b>Medio</b>	1	2	6	3	3	4
<b>Tardío</b>	0	0	0	0	0	1
<b>Indeterminado</b>	11	1	2	4	0	0

### Conclusiones: Estudio biométrico.

Se observa que las angulas muestreadas en marzo (muestras 5 y 6) pesan menos que el resto de las angulas, es decir, el peso medio de las angulas disminuye de principios a finales de la temporada de pesca, lo que corrobora las características biométricas de ésta especie, que disminuye de peso como consecuencia de la metamorfosis y de la inanición que sufre en ésta fase.

Existe una diferencia apreciable de talla entre las primeras muestras y el resto. La talla media de diciembre es ligeramente superior a las siguientes, lo que indica que la diferencia en tallas no explica la diferente relación talla - peso, dado que las cuatro últimas muestras presentan una talla media muy similar y, sin embargo, son las dos últimas muestras las que más se diferencian en el coeficiente de condición.

Las distribuciones de frecuencia de las tallas indican que las angulas capturadas pertenecen a la misma clase anual.

En cuanto a la pigmentación de las angulas a lo largo de la temporada de pesca, más del 90% de los individuos pertenecen a los estados de pigmentación tempranos en todas las muestras, lo que indica que a lo largo de toda la temporada, se pescan las angulas que entran desde el mar, mientras que las que ya han permanecido un tiempo en el estuario apenas están representadas en la captura.

### **Metodología: Estudio de la pesquería.**

La pesca de angula en Asturias es una pesca tradicional. Por tratarse de un animal migratorio, su pesca tiene un carácter estacional muy marcado. La temporada de pesca se extiende desde el 1 de octubre hasta el 30 de abril del año siguiente.

La pesca de angula se realiza aprovechando su entrada en los ríos y estuarios. Dado el carácter lucífogo de la angula, ésta penetra en los ríos aprovechando el ascenso de la marea nocturna, que favorece su empuje hacia el interior. Los ríos anguleros más importantes son:

- Río Eo.
- Río Porcia.
- Río Navia.
- Río Esva.
- Río Nalón.
- Río España.
- Río de Villaviciosa.
- Río Libardón.
- Río Espasa.
- Río Sella.
- Río Bedón.
- Río Purón.
- Ría de Tinamayor.

El fundamento de la pesca de la angula se basa en cribar el agua que entra en los ríos con la marea ascendente, aprovechando el ascenso de las angulas desde el mar. El arte de pesca que se emplea es el cedazo, pudiéndose realizar su manejo a pie desde la orilla, desde un bote a remos o desde una embarcación a motor. El cedazo consta fundamentalmente de un armazón metálico que le da forma y solidez, generalmente es circular. Al armazón va cosida una red, normalmente plástica, de malla fina, de manera que retenga la angula pero que no ofrezca demasiada resistencia al agua.

#### ***Pesquería del Nalón. San Juan de la Arena.***

Se recogen datos de captura mensual de angula para la campaña de pesca desde 1952. Los datos desde 1952 hasta 1983 son obtenidos a partir de las estadísticas de pesca del Centro de Experimentación Pesquera. A partir de 1984 los datos se obtienen gracias a la colaboración de la Cofradía de Pescadores de San Juan de la Arena, datos diarios de captura y de esfuerzo pudiendo, por tanto, obtener datos de rendimiento diario.

#### ***Pesquería de los ríos Deva y Esva.***

Para estos ríos se tienen datos de captura y esfuerzo diarios para un pequeño grupo de pescadores, ya que las capturas de angula no pasan por ninguna cofradía de pescadores.

Un hecho destacable es que, a diferencia del Nalón, en el resto de los ríos los pescadores sólo acuden a pescar durante las mareas de "oscurada", unos 7 días cada mes de campaña. En los meses de octubre y abril no acude a pescar prácticamente ningún pescador. Otro factor a tener en cuenta es el hecho de que en

estos ríos no se pesca desde embarcaciones a motor, por lo que los valores de rendimiento corresponden a pescadores terrestres.

Al conocer el número de pescadores que acuden cada noche de pesca durante las principales mareas, se realiza un cálculo de las capturas para cada mes, multiplicando el rendimiento mensual por el número de pescadores total. El valor obtenido se multiplica por 7, noches que los pescadores acuden a pescar cada mes.

#### ***Resto de los ríos.***

Para poder estimar la captura en el resto de los ríos asturianos, se toman como referencia los datos de captura mensual del Río Esva, debido a que la pesca en este río es más parecida a la de los demás que la pesca en el río Deva.

Se extrapola la información del río Esva a los ríos en los que únicamente se dispone de datos de número de pescadores, multiplicando la captura total mensual del río Esva por el factor  $F = (A + B) / A$ .

A: Número de pescadores en el río Esva.

B: Número de pescadores en el resto de los ríos.

$$F = (60 + 690) / 60 = 12,5.$$

#### **Resultados: Estudio de la pesquería.**

Los pescadores coinciden en señalar los descensos progresivos de capturas en las diez últimas temporadas. Para los pescadores de Gijón, Avilés y Villaviciosa, en la zona central y más industrializada de Asturias, es la contaminación por distintos tipos de vertidos la causante de la disminución en las capturas. En la zona de Navia, a la contaminación se añaden las presas construidas en el río, que dificultan la colonización de la cuenca por parte de las anguilas adultas. En la ría de Tinamayor y en el Eo se achaca el descenso en las capturas a la sobrepesca de anguilas que reduce el stock de reproductores. En otras localidades como en el río Bedón o en el Esva, se relaciona la disminución en las capturas individuales con el aumento del número de pescadores que acuden a los ríos.

#### ***Pesquería del Nalón. San Juan de la Arena.***

Hasta 1972 la evolución de la captura total tiene un aspecto en "dientes de sierra", oscilando alrededor de los 15.000 Kg por campaña. Después de 1972 las capturas aumentan enormemente, llegando en la campaña de 1977 a capturarse cerca de 60.000 Kg de angula. A partir de 1979, las capturas comienzan a descender año tras año, volviendo a estabilizarse en 1984 en los valores de captura de la primera etapa, con un ligero aumento de las capturas durante la campaña de 1986 con algo más de 23.500 Kg de angula. A partir de 1986 las capturas han continuado descendiendo, pero se sitúan en los valores "normales" (anteriores a 1972).

El mes de enero es el que más cantidad de angula aporta a la captura total (26% del total), siendo los meses de diciembre a marzo, ambos inclusive, cuando se realizan las mayores capturas (más del 80% del total de las capturas).

En la siguiente tabla se muestran las medias mensuales (en porcentaje) de captura de toda la serie histórica y media mensual de captura de los meses para los que se establece la veda en 1984:

	<b>Media mensual (%)</b>	<b>Media mensual veda (%)</b>
<b>Septiembre</b>	0,023	0,028
<b>Octubre</b>	1,167	
<b>Noviembre</b>	6,613	
<b>Diciembre</b>	18,428	
<b>Enero</b>	26,730	
<b>Febrero</b>	20,339	
<b>Marzo</b>	16,853	
<b>Abril</b>	8,009	
<b>Mayo</b>	1,755	2,151
<b>Junio</b>	0,081	0,099
<b>Julio</b>	0,001	0,002
		<b>Total: 2,280</b>

Para las **6 últimas campañas de pesca, 1984 - 1989**, se dispone de datos diarios de captura, esfuerzo (denominándose modalidad 1 a las embarcaciones a motor y modalidad 2+3 a pesca a mano), precio, coeficiente de marea y fase lunar. Los meses de campaña se enumeran de 1 (octubre) a 7 (abril).

- En cuanto a las capturas, la modalidad que es la que aporta mayor cantidad de angulas a la captura total es la 1.
- Entre los meses de diciembre a febrero es cuando el número de pescadores que acude a pescar es mayor, siendo siempre mayor el esfuerzo en la modalidad 1 que en la modalidad 2+3. La diferencia es mucho mayor en las dos últimas campañas lo que es indicativo de una posible reducción del número de pescadores terrestres.
- El rendimiento es el cociente entre la captura en Kg de angula y el esfuerzo. El rendimiento, para todos los meses de campaña es mayor en la modalidad 1. Los mayores rendimientos se alcanzan entre los meses de diciembre y febrero.
- En cuanto al rendimiento (Kg / UE), se observa que el rendimiento aumenta en las tres primeras campañas, desde 1984 hasta 1987, desde 1,5 Kg/UE hasta casi 2 Kg/UE. Durante las tres últimas campañas, el rendimiento cae marcadamente, hasta alcanzar en la última campaña un valor próximo a 1 Kg/UE.
- La fase lunar es un factor ambiental que influye en el volumen de capturas, siendo éstas mayores en las noches de "oscurada", cuando la iluminación es mínima.

Dado que el ciclo lunar es de 28 días, se le da el valor 28 a la luna llena (máxima luminosidad) y el valor 14 a la luna nueva (mínima luminosidad). Se elige el mes de enero de cada campaña, por ser uno de los meses de máximas capturas, y se estudian los valores de captura, esfuerzo y rendimiento de la modalidad 1.

Año	Fase lunar	Capturas (Kg)	Esfuerzo (UE)	Rendimiento (Kg/UE)
85	14	620,89	194	3,20
	28	31,08	26	1,20
86	14	417,72	157	2,66
	28	278,96	140	1,99
87	14	448,10	204	2,20
	28	22,31	14	1,59
88	14	464,76	173	2,69
	28	5,18	6	0,86
89	14	416,55	137	3,04
	28	60,42	61	0,99
90	14	145,32	103	1,41
	28	34,57	60	0,58

Se calculan las medias de los rendimientos para todos los días de máxima luminosidad (28) y para todos los días de mínima luminosidad (14):

Fase lunar	Media rendimientos (Kg/UE)	Desviación estándar
14	2,533	0,594
28	1,202	0,471

Se observa que el rendimiento es significativamente mayor en los días de mínima luminosidad.

### ***Pesquería de los ríos Deva y Esva.***

#### ***Río Deva***

En este río únicamente se pesca de diciembre a marzo. A continuación se muestran los datos de captura, esfuerzo y rendimiento de la campaña 89/90, que principalmente proceden de información aportada por los pescadores.

Meses	Captura (Kg)	Esfuerzo (UE)	Rendimiento (Kg/UE)
Diciembre	138,15	311	0,444
Enero	90,75	220	0,412
Febrero	88,55	167	0,530
Marzo	40,40	104	0,388

Se estima en 150 el número de pescadores por noche durante las mareas de oscurada. A partir de los datos de rendimiento se calcula la captura mensual total, teniendo en cuenta que se pesca unas 7 noches al mes.

Diciembre: 466,42 Kg. Enero: 433,12 Kg. Febrero: 556,75 Kg. Marzo: 407,88 Kg.	}	⇒ Captura total durante la campaña de pesca 89/90 es de 1.864,18 Kg.
--	---	--

### Río Esva

En la siguiente tabla se expresan los datos de capturas (Kg), esfuerzo y rendimiento, obtenidos a partir de los datos de una parte de los pescadores de este río.

Meses	Captura (Kg)	Esfuerzo (UE)	Rendimiento (Kg/UE)
Noviembre	58,41	228	0,256
Diciembre	127,37	292	0,436
Enero	231,24	222	1,042
Febrero	257,90	273	0,945
Marzo	59,36	110	0,539

Se estima en 60 el número de pescadores por noche durante las mareas de oscurada. A partir de los datos de rendimiento se calcula la captura mensual total, teniendo en cuenta que se pesca unas 7 noches al mes.

Noviembre: 107,606 Kg	} ⇒ Captura total durante la campaña de pesca 89/90 es de 1.351,707 Kg.
Diciembre: 183,203 Kg.	
Enero: 437,481 Kg.	
Febrero: 396,769 Kg.	
Marzo: 226,647 Kg.	

### Resto de los ríos.

Del resto de los ríos asturianos únicamente se posee información del número de pescadores que acuden durante las mareas de oscurada:

- Río Eo: 100 pescadores.
- Río Porcía: 30 pescadores.
- Río Navia: 100 pescadores.
- Río Piles: 55 pescadores.
- Río España: 20 pescadores.
- Ría de Villaviciosa: 60 pescadores.
- Río Libardón: 40 pescadores.
- Río Espasa: 15 pescadores.
- Río Sella: 200 pescadores.
- Río Bedón: 50 pescadores.
- Río Purón: 20 pescadores.

- **Total: 690 pescadores.**

La captura total mensual en el conjunto de los ríos asturianos (salvo Deva y Esva) es de:

Noviembre: 1.347,07 Kg.	} ⇒ Captura total durante la campaña de pesca 89/90 es de 16.896,32 Kg.
Diciembre: 2.290,04 Kg.	
Enero: 5.468,51 Kg.	
Febrero: 4.959,61 Kg.	
Marzo: 2.833,09 Kg.	

**Estimación de la captura total durante la campaña 89/90.**

Se estima la captura de angula en los ríos asturianos, exceptuando el Nalón:

Río Deva: 1.864,17 Kg.

Río Esva: 1.351,71 Kg.

Resto de ríos: 16.896,32 Kg.

⇒ **Total: 20.112,20 Kg.**

Si a cada valor se le añade la captura total en el Nalón durante la campaña 89/90 (9.215,72 Kg), resulta que la captura total de angula en Asturias durante dicha campaña es de 29.327,92 Kg, considerando esta cantidad como estimación obtenida a partir de los datos de la Cofradía de San Juan de la Arena (Nalón) y de entrevistas con pescadores (resto de los ríos).

Conclusiones: Estudio de la pesquería.

La pesquería de angula en Asturias, a pesar de ser una pesca artesanal y tradicional en la mayoría de los ríos, es bastante desconocida, sobre todo a nivel de capturas, no estando éstas documentadas más que en las cofradías de San Juan de la Arena y Ribadesella.

La angula entra en las rías por pulsos. La actividad pesquera se modula con dichos pulsos, por lo que se hace máxima en periodos de novilunio, "oscuradas", y de coeficiente de marea máximo.

**Pesquería del Nalón. San Juan de la Arena.**

El descenso continuado de capturas no parece "a priori" preocupante, dado que los valores de captura total por campaña se han vuelto a situar en torno a los valores de la primera etapa de la serie histórica (1952-1973). Sin embargo, es conveniente adoptar una actitud prudente y continuar con el seguimiento estadístico en posteriores campañas.

Hasta la década de los 70, la media de las capturas se mantiene próxima a los 15.000 Kg por campaña, sufriendo posteriormente un espectacular aumento, más patente entre los años 1975 y 1978. Posteriormente la media de las capturas vuelve a situarse en los niveles iniciales. Respecto al fuerte aumento de las capturas después de 1972, éste no parece debido al aumento del esfuerzo de pesca, debido que en la Cofradía de San Juan de la Arena el aumento de embarcaciones a motor es pequeño.

La veda que se establece en el Principado desde 1984 ha permitido rebajar las capturas totales en poco más de un 2%, lo que significa que dicha veda es insuficiente y que sería conveniente ampliar esta veda algunos meses más.

Gracias a las seis últimas campañas se llega a las siguientes conclusiones:

- La captura total sigue la misma evolución que las capturas realizadas por la modalidad 1.
- El esfuerzo de la modalidad 1, número de embarcaciones a motor, aumenta progresivamente en el intervalo de tiempo desde 1984 hasta 1989, mientras que el esfuerzo de la modalidad 2+3, número de pescadores terrestres, va disminuyendo.

- La disminución del rendimiento es debido a una disminución progresiva de las capturas de angula, que puede ser debido a la menor abundancia de angulas que llega a los ríos asturianos.
- La fase lunar influye en el rendimiento de la pesca de la angula, de forma que a los días en los que la luminosidad lunar es mínima, les corresponden los mayores rendimientos.

***Pesquería en el resto de los ríos.***

Se estima una captura de angula en la campaña 89/90 de 20.000 Kg, realizada en su mayor parte por pescadores deportivos.

La legislación vigente para la pesca de angula (Decreto 92/1984) es susceptible de mejora, al menos en lo que respecta a aspectos como el periodo de veda.





**C.A. VALENCIA  
PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS:  
ABASTECIMIENTO DE JUVENILES DE ANGUILA**

### **LOCALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

El estudio se realiza en el Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal situado en Ribera de Cabanes (Castellón).

### **ESTUDIOS REALIZADOS.**

**Metodología: Adaptación de la anguila en planta de alevinaje según su origen.**

El propósito de la investigación es el desarrollo y seguimiento de la tecnología y proceso de producción de la anguila durante la fase de alevinaje.

Se realiza el seguimiento de captura y crecimiento durante el periodo de preengorde (6 semanas) de tres poblaciones de angulas.

Se analizan los siguientes parámetros:

- Análisis físico - químicos de la calidad del agua:  
pH, O<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, nitritos y nitratos y niveles de SH<sub>2</sub> y DBO.
- Análisis de principios inmediatos.

Se determina el contenido proteico, lipídico e hidrocarbonado de las dietas y de las angulas muestreadas.

- Cálculo de índices de conversión y estimación de la supervivencia.

La ingesta y la mortalidad se determinan diariamente. Se calculan los índices de conversión proteica de las tres poblaciones y, en su caso, de las comedoras y no comedoras.

A lo largo del periodo experimental se realiza una clasificación intermedia y otra final por tamaños.

Tanto a la llegada a la instalación como en las subsiguientes clasificaciones se sacrifican lotes de 30-50 animales. Una fracción se deseca a 105°C para determinar el contenido en agua. El resto se liofiliza, utilizándose diferentes alícuotas para determinar el contenido en proteínas y lípidos totales.

**Resultados: Adaptación de la anguila en planta de alevinaje según su origen.**

Las angulas proceden del Delta del Ebro (La Tancada, Canal Vell y Gola Magjorn), de la desembocadura de la Albufera de Valencia (Perelló y Perellonet) y del Golfo de Vizcaya.

El preengorde de las angulas del Delta (400.000 ejemplares) y de la Albufera (350.000 ejemplares) se inicia simultáneamente a mediados de enero, mientras que el de las angulas procedentes de Vizcaya (1.000.000 ejemplares) se inicia a mediados de abril.

Inmediatamente después de la llegada de las angulas a la instalación, se distribuyen en tanques de 500 litros con una salinidad del 6 %. De los análisis físico-químicos de la calidad del agua se obtienen los siguientes resultados:

- La temperatura del agua va aumentando paulatinamente de 20 a 25-26 °C.
- La concentración de oxígeno disuelta en el agua se mantiene por encima de los 3 mg/l.
- El pH oscila entre 7,5 y 7,8.
- Los nitritos, nitratos y amoníaco se mantuvieron por debajo de 9, 100 y 0,25 mg/l respectivamente.

El alimento se administra 3 veces al día (10-12 h; 14-16 h; 19-20 h) sustituyéndose progresivamente la dieta natural (huevo de bacalao) por una dieta artificial especial para angulas.

Las características de las angulas procedentes del Delta del Ebro y de la Albufera de Valencia al inicio de la experiencia son las siguientes:

**Delta del Ebro:**

Biomasa inicial: 151 Kg.  
Peso medio: 372 mg.

**Albufera:**

Biomasa inicial: 131 Kg.  
Peso medio: 372 mg.

La supervivencia se estima en un 85-90%. A los 40 días de cultivo, el 8% de las angulas del Delta y el 3% de las angulas de la Albufera aumentan de peso, siendo sus características:

**Delta del Ebro:**

Biomasa: 27 Kg.  
Peso medio: 828 mg.  
Tasa de crecimiento: 2,00

**Albufera:**

Biomasa: 31 Kg.  
Peso medio: 697 mg.  
Tasa de crecimiento: 1,56

Estas angulas de crecimiento rápido se pasan a la sala de engorde, mientras que al resto de la población se la mantiene en la sala de preengorde.

A los 50 días de cultivo, las angulas de la sala de preengorde se diferencian en tres lotes de diferente crecimiento, según su procedencia. En todos los casos las tasas de crecimiento son más altas en el Delta del Ebro:

- Crecimiento moderado: 10% de la población inicial.

**Delta del Ebro:**

Biomasa: 25 Kg.

Peso medio: 780 mg.

Tasa de crecimiento: 1,48

**Albufera:**

Biomasa: 31 Kg.

Peso medio: 729 mg.

Tasa de crecimiento: 1,34

- Crecimiento lento: 40% de la población inicial.

**Delta del Ebro:**

Biomasa: 70 Kg.

Peso medio: 410 mg.

Tasa de crecimiento: 0,19

**Albufera:**

Biomasa: 57 Kg.

Peso medio: 350 mg.

Tasa de crecimiento: -0,12

- Pérdida de peso: 25% de la población inicial.

**Delta del Ebro:**

Biomasa: 25 Kg.

Peso medio: 230 mg.

Tasa de crecimiento: -0,9

**Albufera:**

Biomasa: 22 Kg.

Peso medio: 240 mg.

Tasa de crecimiento: -0,87

Las características de las angulas procedentes del Golfo de Vizcaya son:

Biomasa inicial: 309 Kg.

Peso medio: 290 mg.

En los primeros días de cultivo se da una mortalidad elevada, siendo la tasa del supervivencia de un 70% al final de la experiencia.

A los 30 días de cultivo, un 4% de la población inicial pasa a la sala de engorde con las siguientes características:

Biomasa: 26 Kg.

Peso medio: 540 mg.

Tasa de crecimiento: 2,00.

A los 60 días de preengorde, se diferencian tres grupos según su crecimiento sea moderado, lento o exista una pérdida de peso. Las características de estos tres grupos son:

- Crecimiento moderado.

Biomasa: 71,7 Kg.

Peso medio: 770 mg.

Tasa de crecimiento: 1,62

- Crecimiento lento.

Biomasa: 62 Kg.

Peso medio: 420 mg.

Tasa de crecimiento: 0,61

- Pérdidas de peso.

Biomasa: 73 Kg.  
 Peso medio: 170 mg.  
 Tasa de crecimiento: -0,89

A los 60 días de cultivo, los grupos de crecimiento moderado y lento del Golfo de Vizcaya muestran tasas de crecimiento más altas que sus equivalentes del Delta del Ebro y la Albufera. Sin embargo, el grupo con mayor pérdida de peso es también el procedente del Golfo de Vizcaya.

En las siguientes tablas se muestra la composición tisular de las angulas a su llegada a la instalación y en los diferentes grupos de crecimiento:

<b>Crecimiento y composición corporal en % de peso seco. Angulas del Delta del Ebro</b>					
	<b>D<sub>0</sub></b>	<b>1D<sub>r</sub></b>	<b>2D<sub>m</sub></b>	<b>2D<sub>l</sub></b>	<b>2D<sub>n</sub></b>
<b>Agua (%)</b>	80,37	72,60	72,74	76,54	81,36
<b>Lípidos</b>	12,03	20,12	21,90	21,72	12,83
<b>Proteínas</b>	55,7	45,85	42,52	48,30	52,85
<b>ADN</b>	1,11	1,00	0,88	0,96	1,67
<b>ARN</b>	2,63	6,00	3,32	3,23	3,51

Siendo:

- D<sub>0</sub>: Llegada a la instalación.
- 1D<sub>r</sub>: Grupo de crecimiento rápido.
- 2D<sub>m</sub>: Grupo de crecimiento moderado.
- 2D<sub>l</sub>: Grupo de crecimiento lento.
- 2D<sub>n</sub>: Grupo con pérdida de peso.

<b>Crecimiento y composición corporal en % de peso seco. Angulas de la Albufera de Valencia</b>					
	<b>A<sub>0</sub></b>	<b>1A<sub>r</sub></b>	<b>2A<sub>m</sub></b>	<b>2A<sub>l</sub></b>	<b>2A<sub>n</sub></b>
<b>Agua (%)</b>	79,65	80,41	75,40	80,25	79,83
<b>Lípidos</b>	11,22	19,71	17,71	13,77	7,51
<b>Proteínas</b>	56,8	45,55	46,66	54,25	56,85
<b>ADN</b>	1,06	1,08	1,22	1,24	1,50
<b>ARN</b>	2,27	4,30	3,09	3,05	2,25

Siendo:

- A<sub>0</sub>: Llegada a la instalación.
- 1A<sub>r</sub>: Grupo de crecimiento rápido.
- 2A<sub>m</sub>: Grupo de crecimiento moderado.
- 2A<sub>l</sub>: Grupo de crecimiento lento.
- 2A<sub>n</sub>: Grupo con pérdida de peso.

<b>Crecimiento y composición corporal en % de peso seco. Angulas del Golfo de Vizcaya</b>					
	$V_0$	$1V_r$	$2V_m$	$2V_l$	$2V_n$
<b>Agua (%)</b>	78,62	76,12	74,33	77,63	78,68
<b>Lípidos</b>	12,88	23,83	25,41	17,01	18,41
<b>Proteínas</b>	65,05	58,55	55,65	57,76	59,47
<b>ADN</b>	0,70	0,73	0,70	0,60	0,80
<b>ARN</b>	1,00	2,20	1,99	1,42	1,33

Siendo:

- $V_0$ : Llegada a la instalación.
- $1V_r$ : Grupo de crecimiento rápido.
- $2V_m$ : Grupo de crecimiento moderado.
- $2V_l$ : Grupo de crecimiento lento.
- $2V_n$ : Grupo con pérdida de peso.

A su llegada a la instalación, la composición de las angulas del Delta del Ebro y de la Albufera es similar, mientras que las del Golfo de Vizcaya muestran una mayor concentración proteica y lipídica, a la vez que una menor cuantía de ADN y ARN.

En los tres grupos experimentales, el aumento de peso en los animales de crecimiento rápido, moderado y lento se encuentra asociado con una pérdida de agua y a un incremento del cociente ARN/ADN.

Dentro de cada grupo experimental, se observa un paralelismo entre las tasas de crecimiento y el cociente ARN/ADN. Si se comparan las angulas del Delta del Ebro y las de la Albufera, las primeras tienden a presentar mayores tasas de crecimiento y un mayor cociente ARN/ADN. Sin embargo, las tasas de crecimiento de las angulas del Golfo de Vizcaya son mayores o similares a las observadas en las otras dos poblaciones, mientras que el cociente ARN/ADN es menor o similar.

En los grupos con pérdidas de peso, disminuye la cuantía de lípidos y proteínas tisulares, siendo el cociente ARN/ADN similar al inicial.

### **Conclusiones: Adaptación de la anguila en planta de alevinaje según su origen.**

La mortalidad en los primeros días de cultivo es atribuible a los efectos de la captura y el transporte, apareciendo a las 6-8 semanas un segundo pico de mortalidad producida por una inadecuada adaptación a las condiciones de cultivo.

En lo que respecta a las angulas del Delta del Ebro y de la Albufera, después de 50 días de preengorde el 60% de la población inicial muestra un incremento de peso y/o de cociente de ARN/ADN, que evidencia una activación de la síntesis proteica y, en consecuencia, del crecimiento en el mismo momento del muestreo. En contraposición, un 25% de la población muestra un peso inferior al inicial, además no se observa un incremento sustancial del cociente ARN/ADN, por lo que todavía se encontrarían en fase de adaptación o ya habrían entrado en un proceso irreversible, dada la sustancial pérdida de proteínas y lípidos tisulares. En cualquier caso, el porcentaje de animales que no se encuentran en fase de crecimiento es inferior al esperado, ya que después de tres meses de cultivo, el 50% de los animales puede tener un peso similar o inferior al inicial.

El hecho de que las angulas del Delta del Ebro muestren mejores resultados que las angulas procedentes de la Albufera de Valencia, es producido porque las primeras, se capturan en canales con lo que están más tiempo en contacto con aguas salobres y, por consiguiente, se encuentran en un estado más avanzado de adaptación al medio dulceacuícola propio de las condiciones de cultivo.

Los resultados obtenidos con las poblaciones Mediterráneas, no son extrapolables a los resultados obtenidos con las angulas del Golfo de Vizcaya por dos motivos:

- 1- Los preengordes no se producen simultáneamente.
- 2- Las artes de pesca utilizadas son diferentes. Las angulas del Mediterráneo se capturan con monots y el tiempo que transcurre desde su captura hasta la llegada a la instalación no supera los tres días.

Las angulas capturadas en el Golfo de Vizcaya se pescan con arrastre y el tiempo empleado en el transporte es mayor. Esto produce que el estado de las angulas del Golfo sea peor, lo que explica el menor peso inicial y la menor tasa de supervivencia.

Hay que resaltar que estudios previos han demostrado que las angulas procedentes del Atlántico tienen un crecimiento más lento que las procedentes del Mediterráneo.

El hecho de que el crecimiento de los animales de crecimiento rápido, moderado y lento sea mayor o similar al descrito en los correspondientes grupos del Delta y de la Albufera se atribuye a que el preengorde de las angulas del Golfo es más prolongado.

En resumen, el preengorde de angulas del Delta y de la Albufera produce resultados plenamente satisfactorios. El rendimiento con las angulas procedentes del Golfo de Vizcaya es inferior, bien sea por los efectos de la captura y el transporte, bien sea por la diferencia fisiológica de los animales.

### **COMENTARIOS FINALES:**

El Plan Nacional de Abastecimiento de juveniles de anguila perseguía la consecución de dos objetivos.

Por un lado se quería localizar y evaluar las zonas de captura de anguilas, así como la definición de las técnicas de captura. Se puede decir que en las tres Comunidades en las que se ha realizado el plan, el método de captura aún con nombres diferentes, busso en Cataluña, cedazo en Asturias y monots en Valencia, tiene el mismo fundamento. Además se han localizado las principales zonas de capturas de anguilas en las tres Comunidades, por lo que se puede decir que este objetivo se ha cumplido.

Por otro lado, se pretendía evaluar la calidad de la anguila en función de su origen. La actividad realizada por la CA de Valencia, que ha concluido que las angulas - anguilas procedentes del Delta del Ebro y de la Albufera de Valencia tienen un crecimiento similar, no ocurriendo lo mismo con las que proceden del Golfo de Vizcaya cuyo crecimiento es menor, pudiéndose decir que estudios anteriores concluían que el crecimiento de angulas - anguilas procedentes del Atlántico tenían un crecimiento más lento.

### **ESTUDIOS POSTERIORES SOBRE ANGIULA:**

Dentro de lo que son los Planes Nacionales de Cultivos Marinos, no se han vuelto a realizar estudios sobre la angula - anguila.

El Centro Superior de Investigaciones Científicas, llevo a cabo el proyecto "Estudio del papel del glutatión y otros sistemas de defensa en la resistencia a ciertos pesticidas en la anguila europea" en el Instituto de Acuicultura Torre de la Sal.





## PLAN NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE OSTRA PLANA

### COMUNIDADES AUTÓNOMAS PARTICIPANTES.

Cataluña  
Murcia  
Valencia

### COMISIÓN TÉCNICA:

**Coordinador:** Alejandro Guerra Díaz.  
**Equipo técnico:** Victoria Riera i Aragó.  
Antonio Grau Jofre.  
Benjamín García García.  
Alejandro Pérez Camacho (IEO)

### OBJETIVOS GENERALES DEL PLAN.

El objetivo principal de éste plan es paliar el déficit que se prevé de producción de ostra plana en un futuro próximo, para lo cual se marcan una serie de objetivos secundarios:

- ❑ Prospección y tipificación de bancos existentes.
- ❑ Control patológico y genético de los bancos.

### LÍNEAS DE ACTUACIÓN GENERALES.

- **Encuesta informativa.**
- **Prospección de zonas.**
  - Cartografía de sustratos.
  - Delimitación de la población marcando sus posibles fronteras naturales.
  - Evaluación del volumen del stock mediante muestreos cuantitativos.
  - Identificación y cuantificación de posibles competidores y de factores limitantes.
  - Análisis del estado de la población a través del estudio de tallas.

- Inspección de áreas intermareales y sumergidas valorándose en función de sus posibilidades para cubrir determinadas fases de cultivo.
- **Ordenación, control y gestión.**
  - Creación de parques de cultivo y acondicionamiento de fondos, delimitando claramente las fases y periodos de cultivo que deben efectuarse.
  - Instalación de parques según tipo de cultivo a utilizar.
    - Sobre fondo.
    - Alzado sobre el fondo en bandejas.
    - Suspendido en cestas ostrícolas.
    - En "long-lines".
  - Planificación del cultivo en calendario operativo en función de los factores biométricos de la población, fases de cultivo que se desarrollen y características hidrográficas de la zona.
  - Desarrollo de la planificación: densidad del stock, selección, protección contra depredadores, ritmo de renovación de la población.
- **Potenciación de bancos con repoblación.**
  - Con semilla generada en el propio banco.
  - Con semilla producida en condiciones controladas.
  - Con semilla trasladada desde zonas afines o desde zonas cuya adaptación esté comprobada.
- **Fondeo de colectores.**
  - Con carácter experimental.
    - Ensayando puntos de posible captación.
    - Probando materiales y formas de colectores más adecuados.
    - Diseño de nuevos colectores.

- Para producciones masivas.
  - Con colectores ya experimentados de tipo artificial.
  - Con colectores de procedencia natural.
- **Factores ambientales e hidrográficos.**
  - Temperatura y salinidad.
  - Corrientes y tasa de sedimentación.
  - Contenido en materia orgánica y análisis de pigmentos para determinación de fitoplancton.
- **Control patológico.**
  - Control rutinario del stock.
  - Sobre poblaciones que vayan a ser trasladadas.
- **Análisis genético.**
- **Parámetros biológicos de los cultivos.**
  - En el medio natural.
    - Controles de carácter biométrico, principalmente los relacionados con el crecimiento.
    - Análisis de técnicas que optimicen el rendimiento del cultivo.
  - En condiciones controladas.
    - Optimización de técnicas que mejoren los rendimientos en fases larvarias.
    - Nutrición en fases larvarias y postlarvarias.



**C.A. CATALUÑA  
PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS:  
PRODUCCIÓN DE OSTRA PLANA**

**LOCALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

El estudio se desarrolla en el Delta del Ebro y en el término municipal de Alcanar, situadas ambas áreas en la zona más meridional de Cataluña.

**ACCIONES A DESARROLLAR.**

- Localización de bancos de cara a conocer la posible existencia de algún banco de ostra plana a lo largo del litoral catalán.
- Evaluación de la ostra y la potencialidad de los bancos mediante la utilización de sistemas de captación de semilla.
- Control de los diferentes parámetros de carácter ambiental que forman parte de su hábitat natural (naturaleza del fondo, temperatura del agua, disponibilidad del alimento, etc).
- Análisis patológico y su evolución en los stocks de ostra existente.

**ESTUDIOS REALIZADOS.**

**Metodología: Prospección de bancos.**

Se lleva a cabo la prospección de bancos en las siguientes zonas:

- Delta del Ebro: Alcanar, Isla de Buda.
- Maresme: Llavaneras.
- Costa Brava: Bahía de Rosas.
- Vilanova y Garraf.

El reconocimiento de los fondos marinos se realiza, con una embarcación dotada de rastrillo para la recogida tanto de muestras del fondo como de sedimentos, o mediante buzos especializados que toman muestras de organismos en los casos que consideran necesario.

Paralelamente se determinan puntualmente los parámetros físico - químicos del agua:

- ❖ Temperatura.
- ❖ Salinidad.
- ❖ Clorofila "a", "b", "c", carotenoides y materia en suspensión.

De las muestras de ostras recogidas en alguna de las prospecciones se determinan los parámetros biométricos (peso, talla y grosor) junto con el peso fresco de la carne (PFC) y el peso seco de la carne (PSC).

Se procede a la identificación del epibiontes, es decir, de los diferentes organismos extraídos.

### **Resultados: Prospección de bancos**

#### **Año 1989**

Se estudian las siguientes zonas:

##### ➤ **Delta del Ebro: Alcanar.**

El estudio de esta zona se debe al conocimiento de la existencia de un banco natural en la desembocadura del río Cenia.

Se realizan dos prospecciones: en la **primera**, se bate mediante embarcación con rastrillo una zona de unas 0,0017 millas. El fondo observado es muy poco estable, fango y limo principalmente, y poco adecuado para el desarrollo de ostras.

Con la acción del rastrillo se extraen diferentes organismos muertos, moluscos bivalvos y gasterópodos principalmente. Los parámetros físico - químicos de agua tomados a una profundidad de 13 metros son los siguientes:

Temperatura: 12,4°C.  
Salinidad: 37 ‰  
Clorofila "a": 1,30 mg/l  
Clorofila "b": 0,40 mg/l  
Clorofila "c": 0,77 mg/l  
Carotenoides: 1,60 mg/l  
Materia en suspensión: 22,20 mg/l  
Materia inorgánica: 15 mg/l  
Materia orgánica: 7,20 mg/l

En la **segunda prospección** se bate una zona de 0,001 millas a una profundidad entre 15 y 21 m. Los fondos están compuestos por fango y limo. Los buzos hacen una inmersión a 20 m de profundidad obteniendo únicamente muestras de organismos muertos.

##### ➤ **Delta del Ebro: Buda, desembocadura del río Ebro.**

El estudio de esta zona se debe a diferentes comunicaciones con pescadores de la zona, que indicaban la existencia de fijación de semilla de ostra en diferentes artefactos.

El primer punto que se analiza es el antiguo faro de Buda, en el que los buzos realizan una inmersión a 6 - 8 metros de profundidad, rastreando el entorno sin obtener resultados satisfactorios. El fondo presenta una capa superficial de arena fina por debajo de la cual aparece otra más compacta.

Los parámetros físico - químicos de agua son los siguientes:

Temperatura: 14,5°C.  
 Salinidad: 35,6 ‰  
 Clorofila "a": 1,10 mg/l  
 Clorofila "b": 0,20 mg/l  
 Clorofila "c": 0,90 mg/l  
 Carotenoides: 1,10 mg/l  
 Materia en suspensión: 10,20 mg/l  
 Materia inorgánica: 5,8 mg/l  
 Materia orgánica: 4,4 mg/l

➤ **Maresme.**

El estudio de esta zona se debe a la existencia, delante del puerto de Premia de Mar, de una extensa zona de donde se obtiene una cantidad importante de semilla de ostra mediante la técnica de captación natural.

La zona que se escoge para el estudio es la localizada delante de la población de Llamaderas, donde a una profundidad de 6 - 8 m existe un área de rocas y de cascajo, sustrato bastante indicado para las ostras. Los buzos realizan una prospección de la zona extrayendo unos 300 individuos de ostra. Como flora y fauna acompañante de la muestra se identifica abundante alga roja, diversos individuos de *Chlamys* sp así como escasos gasterópodos.

Los parámetros físico - químicos de agua son los siguientes:

Temperatura: 12,5°C.  
 Salinidad: 37,7 ‰  
 Clorofila "a": 1,90 mg/l  
 Clorofila "b": 0,30 mg/l  
 Clorofila "c": 0,77 mg/l  
 Carotenoides: 2,80mg/l  
 Materia en suspensión: 3,40 mg/l  
 Materia inorgánica: 1,10 mg/l  
 Materia orgánica: 2,30 mg/l

De la muestra de ostras, se extraen un total de 150 individuos grandes y unos 100 pequeños. Los resultados de la determinación de los parámetros biométricos son los siguientes:

	<b>Ostras grandes</b>	<b>Ostras pequeñas</b>
<b>Número de individuos</b>	150	105
<b>Peso</b>	82,98 gr	7,31 gr
<b>Ancho</b>	74,25 mm	32,57 mm
<b>Grosor</b>	30,34 mm	14,68 mm
<b>PFV</b>	65,51 gr (80 individuos)	5,88 gr (91 individuos)
<b>PFC</b>	8,37 gr (80 individuos)	0,59 gr (91 individuos)



➤ **Costa Brava: Bahía de Rosas**

Según las capturas de ostras (principalmente en el puerto de la Escala) y teniendo en cuenta las comunicaciones con los pescadores de la zona, se cree oportuno la prospección de la zona.

Se rastrea un área de unas 0,0297 millas y a una profundidad de entre 15 y 40 metros, obteniendo unos resultados poco satisfactorios, pues no se extrajo ningún individuo de ostra plana.

Los parámetros físico - químicos de agua son los siguientes:

Clorofila "a": 1,40 mg/l  
Clorofila "b": 0,00 mg/l  
Clorofila "c": 0,30 mg/l  
Carotenoides: 1,80 mg/l  
Materia orgánica: 1,20 mg/l

**Año 1990**

Se estudian las siguientes zonas:

➤ **Vilanova i la Geltru y Garraf**

La presencia ocasional de ostra plana en la lonja de subasta de la cofradía de "Vilanova i la Geltru" sirve como punto de partida en la recopilación de información sobre la posible existencia de un banco de ostra en la zona.

Con la colaboración de buzos especializados se realizan una serie de inmersiones siendo la visibilidad de las mismas muy escasa.

Se procede a la comprobación de la información recogida de los pescadores de la Cofradía de "Vilanova i la Geltru" mediante la realización de cuatro transectos entre los puertos de Vallcarca y Ginesta.

El primer transecto se realiza a una profundidad de entre 19 y 23 m recorriendo una distancia lineal de 800 m. Se encuentran ostras a partir de 20 m.

En el segundo transecto las ostras también se localizan a partir de 20 m de profundidad, mientras que en el tercer y cuarto transecto las ostras se encuentran a partir de los 18 m y se dejan de encontrar a partir de los 21 m.

En toda la zona prospectada la presencia de *Veritillum cynomorium* es constante formando un verdadero campo.

La presencia de ejemplares de ostra aislados es escasa, no contabilizándose más de 10 entre los cuatro transectos, todos ellos vivos.

La densidad de ejemplares en esta zona es muy baja, la mortalidad en algunos casos es superior al 50%. Los fondos son blandos con un alto grado de anoxia por lo que no se puede hablar de un banco natural propiamente dicho.

### **Año 1991**

Se estudian las siguientes zonas:

#### ➤ **Maresme**

El objeto de este estudio es verificar, mediante inmersión con escafandra autónoma, la presencia y determinar la extensión aproximada del banco de ostras presumiblemente existente entre Mataró y Areyns de Mar.

Se realizan cuatro transectos perpendiculares a la barra rocosa y uno longitudinal:

El transecto 1 se inicia a 8 metros de profundidad, unos 400 m al sur del puerto "Balis". Los fondos son inicialmente arenosos pero según se acerca el transecto hacia la costa aparecen afloramientos rocosos de poca altura que a pocos metros van tomando envergadura. En estos afloramientos la comunidad dominante es la formada por algas fotófilas. Los animales característicos son los erizos, el pulpo de roca y diversas holoturias. La presencia de ostras se hace evidente en los afloramientos rocosos y se puede deducir, por la presencia de algas indicadoras de la buena calidad del agua, que el banco de ostras goza de buena salud.

El segundo transecto se inicia a unos 8 m de profundidad. El inicio de éste se sitúa en fondos arenosos de grano más fino que en el primer transecto. Al acercarse a la roca, el sedimento superficial se hace de grano más grueso, de aparente origen granítico, y desaparecen los signos de organismos detrívoros de la fauna intersticial. Se ve una buena representación de la comunidad vegetal y animal (algas fotófilas, góbidos y lábridos). Aparecen numerosas ostras, tanto vivas como muertas, entre 1 y 8 metros.

En el tercer transecto, la zona arenosa se inicia a una profundidad de 8 metros. La roca en este transecto tiene un desarrollo vertical considerable. Existe una predominancia de la comunidad de algas fotófilas, si bien también hay presencia de *Udotea petiolata* y *Halimeda tuna*, así como de varias clorofíceas. La presencia de ostras es constante, aunque se observa una importante fracción de ostras muertas que forman parte importante de los organismos formadores de sustrato.

El inicio del transecto cuarto empieza en la arena cercana a la roca. Se encuentran algas verdes fotófilas con erizos y algas rojas calcáreas e incrustantes. La presencia de ostras es conspicua, si bien desaparecen cuando la altura de roca disminuye.

El transecto longitudinal a la barra rocosa presenta un carácter arenoso en origen para luego pasar a constituir un fondo rocoso.

#### ➤ **Costa Brava: Bahía de Cadaqués.**

En esta zona la profundidad oscila entre los 2 y los 15 metros. El sustrato es predominantemente fangoso. La ostra plana se encuentra fijada en cualquier superficie dura por pequeña que ésta sea. Es importante la presencia de pradera de *Posidonia oceanica* y la de algas fotófilas sobre sustrato rocoso.

➤ **Costa Brava: Costa d'és Gat.**

En esta zona, el litoral rocoso continúa bajo el agua hasta una profundidad aproximada de 16 metros. Sobre este sustrato rocoso se encuentran comunidades de algas fotófilas. En la cala S'Algueira aparece pradera de *Posidonia oceanica*.

Ni sobre el fondo arenoso ni en las comunidades de *Posidonia* se encuentran ostras. Por el contrario, en las rocas cubiertas de algas fotófilas si se detecta ostra, pero su densidad es baja debido a la competencia con otros organismos ya que no es una zona de grandes corrientes.

➤ **Costa Brava: Cala jugadora.**

Situada al sur del Cabo de Creus. La comunidad predominante en esta cala es la pradera de *Posidonia oceanica*, que ocupa toda la parte central de la cala, superando los 20 metros de profundidad. Entre la pradera de *Posidonia* y la superficie costera, existe un sustrato rocoso poblado principalmente por algas fotófilas. Finalmente, en la parte más interior de la cala se observa fondos arenosos.

No se detecta, ni en la pradera de *Posidonia* ni en las rocas costeras pobladas por algas fotófilas, presencia de ostra plana.

➤ **Costa Brava: Isla Encalladora.**

El lugar de estudio es el paso que hay entre la isla y el Cabo de Creus y se le llama "Freu de Sa Claveguera". En dicho paso, la profundidad se sitúa entre los 18 y los 22 metros y tiene un fondo de cascajo poblado por comunidades del detrítico costero. En la parte norte del "Freu" hay un fondo de grandes bloques con comunidades del precoralígeno, mientras que en la zona del "raco de Sa Blanca", el sustrato es rocoso con algas fotófilas y con una pequeña mancha de *Posidonia oceanica*.

La ostra se encuentra principalmente en los 9 primeros metros de las paredes verticales y rocosas de la Isla Encalladora. La densidad no es elevada debido a la competencia que se establece con otros organismos filtradores, pero se puede afirmar que se trata de una especie común en la zona. En las rocas recubiertas de algas fotófilas, las ostras se encuentran presentes en muy baja densidad, mientras que es inexistente en las praderas de *Posidonia*.

➤ **Costa Brava: Cala Portaló.**

Cala Portaló es frontera entre los términos marítimos de Cadaques y Port de la Selva. La parte más interior de la cala presenta un fondo de cascajo donde predominan las algas fotófilas. Limitando con éste fondo y en dirección norte, se encuentra un fondo de arena a unos 10 m de profundidad. A partir de aquí, comienza la pradera de *Posidonia oceanica*.

Aunque no se puede hablar de una densidad elevada, la presencia de ostra plana se centra en la parte más interior de la misma, allí donde la profundidad oscila entre los 8 y los 0,5 metros, sobre un sustrato formado por cascajo y recubierto por algas fotófilas. También se encuentran en las rocas que están pobladas por algas fotófilas. En los fondos arenosos y en la pradera de *Posidonia*, la presencia de ostra es poca o nula respectivamente.

### **Conclusiones: Prospección de bancos.**

Los resultados obtenidos indican que en la zona del Maresme, dado que existe una importante producción de semilla de ostra (captación natural), existe un banco natural, más o menos residual, cercano a la zona.

La Costa Brava es una zona con buenas perspectivas, ya que existen fondos con cascajo y rocas, que sirven como sustrato para las ostras. No ocurre lo mismo con la zona del Delta del Ebro y del Garraf.

En la bahía de Cadaqués, la ostra plana se encuentra de manera abundante, si bien, el banco natural es bastante disperso, con aglomeraciones de individuos en las diferentes estructuras, así como en rocas y cascajos que se encuentran en el fondo marino.

En la cala Portaló, así como en las paredes verticales de la isla Encalladora, queda clara la presencia de ostras, aunque no en gran cantidad debido principalmente a la competencia por el sustrato con otros organismos.

En el norte de la Costa Brava se detecta la presencia de otros moluscos bivalvos de la familia de los pectínidos que pueden tener interés en acuicultura.

### **Metodología: Captación de semilla.**

La colocación de colectores es una acción importante para lograr alcanzar el objetivo de obtención de semilla. Las zonas en las que se ha llevado a cabo la colocación de los colectores son:

- Delta del Ebro: desembocadura del río Buda, Ampolla, Golfo de Sant Jordi y Les Cases d'Alcanar.
- Maresme: Montgat, Llavaneras y Cabrera.
- Calafell.
- Bahía de Roses.
- Cabo de Creus: cala Jugadora y cala Portaló.

El colector utilizado consiste en una mesa de hierro sobre la que se colocan cinco rollos de malla metálica con una cobertura de 2 cm<sup>2</sup> de malla. Cada rollo tiene una longitud de 10 metros y una anchura aproximada de 1 a 1,5 m. El tamaño de la mesa es aleatorio, si bien debe ser lo suficiente para aguantar los rollos. Buzos especializados depositan la estructura en el fondo. Toda la estructura se deposita y se fija en el fondo.

### **Resultados: Captación de semilla.**

#### ***Año 1989***

##### **➤ Delta del Ebro: desembocadura del río Buda.**

Se fondean 5 mesas de colectores, durante el mes de junio, a unos 7 metros de profundidad, y se recogen en el mes de diciembre, Sólo se encontraron restos de una de las mesas.

➤ **Maresme.**

Se escoge la zona de Montgat ya que es en ésta zona donde se realizan experiencias de cultivo en fondo. Se fondean a una profundidad de 20-21 m, cuatro mesas con cinco rollos cada una, desde julio hasta noviembre, encontrándose con que únicamente queda una mesa con cinco rollos. De éstos se extrae un total de 500 individuos de semilla de ostra, siendo sus parámetros biométricos:

Peso: 3,48 gramos.  
Eje mayor: 29,35 mm.  
Grosor: 7,80 mm.

Como flora y fauna acompañante de la muestra se encuentran erizos de mar, bivalvos, algunas ascidias, bastantes crustáceos y diversos peces de la familia de los Blénidos y los Serránidos.

**Año 1990**

➤ **Delta del Ebro: Ampolla.**

A finales del mes de junio se procede a la colocación de dos mesas y 10 rollos de colectores a una profundidad de 6-7 m. La retirada de los mismos se realiza en el mes de diciembre, encontrándose que no quedan ni mesas ni rollos. Esto pudo deberse, por una parte a los temporales de octubre y noviembre, y por otra, al poco fondo al que se encontraban.

➤ **Maresme: Mongat.**

Se colocan dos mesas y 10 rollos a lo largo del mes de junio. En el mes de enero de 1991 se procede a la retirada. Como ya se preveía, hay fijación aunque no fue muy abundante. Se extraen unos 150-160 individuos por rollo, en total 1.875 ostras, siendo los parámetros biométricos de las mismas:

Peso: 1,11 gramos.  
Eje mayor: 17,21 mm.  
Grosor: 5,31 mm.

➤ **Maresme: Llavaneras y Cabrera.**

Se , a lo largo del mes de junio, a una profundidad de 6-8 m en Llavaneras y de 18-20 m en Cabrera, 2 mesas y 10 rollos. La retirada de los mismos tiene lugar demasiado tarde pues no se encuentran las mesas en el lugar en el que habían sido colocadas, únicamente en Llavaneras aparecen restos de mesas.

**Año 1991**

➤ **Delta del Ebro: Golfo de Sant Jordi.**

A primeros de junio se fondean 3 mesas con 3 rollos cada una a una profundidad de unos 15 metros. Éstos retiran en el mes de diciembre.

Debido a que el sistema de fijación de los rollos en las mesas no es del todo correcto, desaparecen 3 rollos y el resto se encuentran bastante deshechos. Por este motivo se obtiene un número de semilla muy bajo. Se recolecta un total de 52 individuos que pesan aproximadamente 1,20 gramos y miden 4,62 mm en el sentido de su eje mayor.

➤ **Delta del Ebro: Les Cases d'Alcanar.**

A mediados del mes de junio se fondean, a una profundidad de unos 10-12 m, dos mesas con tres rollos cada una. Se sacan en el mes de diciembre obteniéndose unos resultados muy poco satisfactorios, ya que únicamente se obtienen 10 semillas de ostra.

➤ **Calafell.**

En el mes de junio se fondean, cerca de un arrecife artificial, dos mesas con tres rollos cada una, procediendo a su extracción en enero de 1992 y encontrándose con que no había rastro de las mismas. Pese a ello, la experiencia no es negativa pues se constata la existencia de abundante ostra fijada en las estructuras de hormigón, así como una abundante presencia de peces. Por lo tanto es evidente la existencia de un banco natural de ostras en esta agua a mayor profundidad.

➤ **Bahía de Roses.**

Se fondean, a una profundidad aproximada de unos 10-12 metros, dos mesas con cinco rollos cada una en la Cala Jonculs y en la Bahía de Roses. A finales de año se extraen los colectores, obteniéndose unas 600 unidades por rollo en la Bahía de Roses y unas 300 unidades en Cala Jonculs. La diferencia de resultados se debe al mayor aporte de agua dulce a la Bahía con respecto a Cala Jonculs y a una mejor confluencia de corrientes.

➤ **Cabo de Creus: Cala Jugadora y Cala Portaló.**

Los resultados obtenidos en estas dos zonas son poco satisfactorios.

**Conclusiones: Captación de semilla.**

Las únicas zonas en la que, por el momento, se ha obtenido fijación de ostra son la zona de Mongat en el Maresme y en la bahía de Roses.

Pese a que los resultados obtenidos en el Golfo de Sant Jordi son poco satisfactorios, ésta zona se considera buena para la captación de semillas de ostra debido a su topografía costera, ya que es un lugar de confluencia de corrientes.

Los resultados en Les Cases d'Alcanar son poco alentadores, considerándose esta zona como poco idónea para realizar este tipo de experiencias ya que presentan un fondo de fango y limo.

Con los resultados obtenidos en Calafel se puede afirmar que ésta es una zona en la que existe ostra plana y que, con una buena planificación, podrían desarrollarse las distintas etapas que forman parte del cultivo de ostras.

**Metodología: Seguimiento del cultivo.**

La semilla sembrada es de captación natural de la zona del Maresme, salvo un pequeño stock de 5.000 unidades de ostra de hatchery.

Se cultivan un total de 20.000 individuos realizando diferentes tipos de cultivo:

- Cultivo en suspensión, para el que se utilizan cestillos y/o pochas.
- Cultivos en long - line en mar abierto.
- Cultivo en fondo.

Mensualmente se miden los siguientes parámetros biométricos, con un volumen de 100 individuos por muestra:

- ⇒ Peso total.
- ⇒ Talla, en el sentido de su eje mayor en mm.
- ⇒ Grosor en mm.

Se miden los siguientes parámetros, siendo el número de individuos por muestra de 20:

- ⇒ Peso fresco de las valvas en g. (PFV).
- ⇒ Peso fresco de la carne en g. (PFC),
- ⇒ Peso seco de la carne en g. (PSC).
- ⇒ Peso total en g. (PT).
- ⇒ Volumen intervalvar en ml. (VI).

Se determinan los siguientes índices de condición:

- ⇒ PFC/PT
- ⇒ PSC/PT
- ⇒ PFC/PFV
- ⇒ PSC/PFV
- ⇒ PSC/PFC
- ⇒ PSC/VI g/ml.

**Resultados: Seguimiento del cultivo.*****Año 1988*****➤ Delta del Ebro.**

El cultivo es suspendido en las bateas de mejillón que hay en ambas bahías, Alfaques y Fangar.

Las ostras miden inicialmente entre 20-25 mm de talla y 1,5 - 2,5 g de peso.

Para su cultivo se utilizan cestillas ostrícolas, siendo la profundidad de cultivo de entre 2 y 3 m.

El número de individuos cultivados por bahía es de 5.000, con una densidad de siembra de 200 ostras por cestillo.

Los valores de crecimiento son más elevados en la Bahía de los Alfaques respecto de los del Fangar.

### **Año 1989**

#### ➤ **Delta del Ebro.**

Por un lado, se realiza un cultivo en suspensión en viveros de mejillón sembrándose 2.500 individuos de semilla de ostra tanto en la Bahía de los Alfaques como en la Bahía del Fangar. Por otro lado, se siembran otros 2.500 individuos de ostras procedentes de hatchery en ambas bahías. La densidad inicial en todos los casos es de 100 ostras por cestillo.

Los resultados obtenidos en ambas bahías se muestran en la siguiente tabla:

	<b>Bahía de Alfaques</b>		<b>Bahía del Fangar</b>	
	Captación natural	Hatchery	Captación natural	Hatchery
<b>PT gr</b>	4,91	1,79	5,08	1,50
<b>PFV gr</b>	3,82	1,09	3,32	0,80
<b>PFC gr</b>	0,47	0,13	0,42	0,09
<b>PSC gr</b>	0,09	0,02	0,08	0,02

	<b>Bahía de Alfaques</b>		<b>Bahía del Fangar</b>	
	Captación natural	Hatchery	Captación natural	Hatchery
<b>PFC/PT * 1000</b>	95,00	73,00	82,00	60,00
<b>PSC/PT * 1000</b>	18,00	11,00	15,00	13,00
<b>PFC/PFV * 1000</b>	123,00		126,00	112,00
<b>PSC/PFV * 1000</b>	23,00	18,00	24,00	25,00

Las ostras de captación natural presentan una mayor mortalidad en los Alfaques debido, probablemente, a las condiciones hidrográficas de la bahía (elevadas temperaturas, falta de renovación), mientras que para las ostras provenientes de hatchery, la mortalidad es prácticamente la misma en ambas bahías.

#### ➤ **Golfo de Sant Jordi: Cultivo en long - lines.**

El sistema long - line es un tipo de cultivo en suspensión en mar abierto que suele ocupar un área bastante extensa, la profundidad a la que se encuentran las ostras es a partir de unos 5 m de la superficie hasta los 16-17 m.

Para el cultivo en suspensión se utilizan dos sistemas, uno con cestillos ostrícolas y el otro en el que las ostras están adheridas a las cuerdas con cemento, de manera que en cada cuerda cuelgan unos 40 individuos repartidos en grupos de tres, con una separación de 30 cm entre cada grupo. El seguimiento se lleva a cabo con 2.000 individuos cultivados en cestillos y 2.000 en cemento, siendo la procedencia de las ostras de captación natural del Maresme.



Los resultados del seguimiento se muestran en la siguiente tabla:

	Ostras en cestillos	Ostras cementadas
PT gr	35,70	40,27
PFV gr	29,78	34,46
PFC gr	3,39	4,66
PSC gr	0,67	0,80
PFC/PT * 1000	94,00	115,00
PSC/PT * 1000	18,00	19,00
PFC/PFV * 1000	113,00	135,00
PSC/PFV * 1000	22,00	23,00

A pesar de que el crecimiento final es mayor para las ostras cementadas que para las ostras en cestillos, la realidad es que a lo largo de todo el año el crecimiento suele ser más alto en las de cestillos. No ocurre lo mismo con los índices de condición, que en todo momento tiene valores más altos para las ostras cementadas.

La mortalidad es mayor en las ostras cementadas.

➤ **Maresme.**

Se realiza cultivo en fondo, es decir, directamente sobre el sustrato. La zona en la que se desarrolla el estudio se sitúa frente al puerto de Mongat a una profundidad de 20-21 m, siendo el tipo de fondo de arena fina.

En un área de unos 100 m<sup>2</sup> se siembran con semilla procedente de captación natural del Maresme unos 100 Kg de ostra, haciéndose seguimiento de 2000.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

	Cultivo en fondo
PT gr	35,35
PFV gr	28,35
PFC gr	2,54
PSC gr	0,43
PFC/PT * 1000	71,00
PSC/PT * 1000	12,00
PFC/PFV * 1000	89,00
PSC/PFV * 1000	15,00

El cultivo no presenta problemas hasta entrado el verano, momento en el cual empiezan a aparecer mortalidades (12% julio y 44% en septiembre). Se observa poco crecimiento de las ostras tanto en sus parámetros biométricos como en sus índices de condición.

**Año 1990**

➤ **Delta del Ebro.**

Para observar si hay una diferencia significativa en cuanto a crecimiento, se eligen nuevos puntos de muestreo en las bateas, tres en la bahía de Alfaques y dos en la bahía del Fangar. El criterio seguido en la situación de los puntos es considerar una batea en 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> o 3<sup>a</sup> línea según su situación con la línea de costa.

En cada bahía se siembran unos 2.000 individuos, colocados en cestillos ostrícolas.

Al igual que en años anteriores, el crecimiento en la bahía de los Alfaques es más significativo, alcanzando unos valores más altos tanto en peso como en talla.

Observando los tres puntos de muestreo de la bahía de los Alfaques, hay un crecimiento mayor en la batea situada en la tercera línea (bastante similar al obtenido en la batea situada en la primera línea) y un peor crecimiento, tanto en peso como en talla, en la batea situada en la segunda línea.

En la bahía del Fangar los mejores resultados de crecimiento se obtienen en el punto situado al exterior, puesto que la circulación del agua es más abundante. Por otra parte, para los valores de los índices de condición, no se presentan casi diferencias entre el punto exterior y el interior.

➤ **Calafell: cultivo en long - line.**

Existe un arrecife artificial fondeado a una profundidad de 18-20 metros. Adosado al mismo hay una pequeña long-line. Así pues, durante el mes de abril, se colocan en cestillos ostrícolas unos 1.500 individuos de captación natural del Maresme a una profundidad de 10 - 11 m.

En el mes de noviembre las ostras en cultivo desaparecen.

➤ **Maresme.**

A la experiencia llevada a cabo en 1989, se le introducen algunas modificaciones como la protección de las ostras mediante la utilización de pochas y éstas situadas sobre mesas en el fondo.

Los resultados conseguidos, tanto en peso y talla como en los índices de condición, son similares a los obtenidos en 1989. La mortalidad en 1990 es mayor, por lo que se concluye que el cultivo en fondo en el Maresme no es la mejor opción para el cultivo de ostra.

➤ **Costa Brava: Cala Jonculs (Rosas).**

Se realiza un engorde en fondo. Se colocan un total de 600 individuos dentro de pochas y éstas sobre mesas ostrícolas. La profundidad de cultivo es de aproximadamente 15 -18 m.

En esta zona, el crecimiento es más lento, pero sin embargo se observa una menor mortalidad, por lo que se piensa que presenta unas condiciones favorables para el desarrollo de la fase de engorde.

**Año 1991**

Se siembran, en la bahía del Fangal, un total de 5.000 individuos de captación natural del Maresme. Se siembran en las bateas de mejillón.

Se continúa con los seguimientos en la bahía de los Alfaques con semilla originaria del Maresme y también de captación natural de Calafell.

Los resultados obtenidos en ambas bahías son buenos y similares a los obtenidos en años anteriores.

### **Conclusiones: Seguimiento del cultivo.**

#### ➤ **Delta del Ebro.**

Atendiendo a la procedencia de la semilla, las ostras procedentes de captación natural presentan unos valores más altos en cuanto a los índices de condición se refiere, durante los meses de verano e inicio de primavera.

Según la zona, los parámetros biométricos son más altos en la Bahía de Alfaques, siendo la diferencia más marcada en aquellas ostras procedentes de hatchery. En cuanto a los diferentes índices de condición, en general son mejores en la Bahía del Fangar.

Teniendo en cuenta la procedencia de la semilla, el grado de adaptabilidad de las ostras es bueno cuando provienen del medio natural, siempre y cuando las condiciones ambientales sean buenas, ya que las elevadas temperaturas dificultan el crecimiento. Este factor no afecta tanto a las ostras provenientes de hatchery.

Ambas bahías son adecuadas para el desarrollo de la fase de preengorde, debido a las condiciones de elevada productividad de sus aguas. Sin embargo, no es conveniente que se desarrollen todas las fases de cultivo en estas bahías, pues se alcanzan valores extremos en algunos de sus parámetros físico - químicos.

#### ➤ **Golfo de Sant Jordi: cultivo en long - lines.**

La experiencia de cultivo en long - line es muy satisfactoria, llegándose a la conclusión de que llevando un control adecuado de las condiciones del medio, presenta muchas ventajas respecto al cultivo en las bahías (la temperatura del agua es menor y la renovación del agua es más constante).

#### ➤ **Maresme.**

Un factor que perjudica el cultivo de ostras en el fondo es que éste se realiza sin ningún tipo de protección, por lo que los posibles depredadores pueden actuar sin dificultad.

Utilizando protecciones los resultados siguen sin ser satisfactorios.

#### ➤ **Calafell: cultivo en long - line.**

Pese al fracaso de la experiencia, se piensa que la zona de Calafell es una buena zona de crecimiento de ostras.

Como conclusión, las fases para el cultivo de ostra plana en Cataluña, deberían ser las siguientes:

- Captación de semilla en el Maresme.
- Preengorde de semilla en el Delta del Ebro.
- Engorde hasta alcanzar el tamaño comercial en la Costa Brava, o bien en los long - line del Delta del Ebro.

### Metodología: Patologías.

Se realiza un seguimiento en un punto de la bahía de los Alfaques con semilla procedente de colector y de criadero en 1989 y únicamente de colector en 1990.

En la bahía del Fangar se realiza un seguimiento en tres puntos diferentes con semilla procedente de colector y criadero en 1989 y únicamente en colector en 1990.

En las long - lines de La Ampolla durante 1989 se realiza un seguimiento según los diferentes sistemas de cultivo, fijación con cemento y bolsas, con semilla procedente de colector.

En Montgat se estudian únicamente muestras procedentes de colectores en 1989 y 1990.

En la detección de bancos naturales solo se estudia una muestra del banco de Llavaneres en 1989.

En el Centro Técnico de la D.G.P.M. se realiza el estudio de las muestras frescas con tinciones vitales y de gramo de branquias, manto, agua intervalvar, gónadas, palpos labiales, contenido gastrointestinal, etc.

En el caso de haber síntomas o lesiones que no permitan identificar el posible proceso patológico, se trabaja conjuntamente con la Unidad de Biología Celular del Departamento de Bioquímica y Fisiología de la Facultad de Biología de la Universidad Central de Barcelona.

### Resultados: Patologías.

En la siguiente tabla se muestra las patologías encontradas en los seguimientos y el nivel de infección de las mismas:

Año	Síntoma	Localización	Número individuos afectados	Grado Parasitación
1989	Bucephallus sp	Montgat	1 - 4	Leve
		Llavaneres	5 - 8	Importante
1990	Lesiones branquias	Bahía de Alfacs	5 - 8	Moderada
1989	Lesiones branquias	Montgat	9 - 12	Importante
		Long - Line	5 - 8	Moderada
		Bahía del Fangar	1 - 4	Leve
		Bahía de Alfacs	1 - 4	Leve
1990	Bucephallus sp	Bahía del Fangar	5 - 8	Leve

**Conclusiones: Patologías.**

Básicamente son dos los procesos que afectan a la ostra plana. En primer lugar se detectan identaciones branquiales que, muy a menudo, llegan a la base de las branquias arrastrando dentro de ésta la gotera marginal. El nivel de afectación oscila mucho, pero siempre es un poco más fuerte en la bahía de los Alfaques que en la del Fangar y en las de los long - lines, debido a que en la bahía de los Alfaques siempre se dan más factores de estrés para los individuos.

En segundo lugar es necesario mencionar la parasitación por tremátodos del Orden Digenea, aunque ésta es muy baja debido a que en la mayoría de las muestras observadas los individuos son muy jóvenes.

En general se puede decir que el nivel sanitario en el que se encuentra el cultivo de ostras es satisfactorio.

**C.A. MURCIA**  
**PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS:**  
**PRODUCCIÓN DE OSTRA PLANA**

### **LOCALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

Parte de las experiencias de este estudio se desarrollan en la laguna litoral del Mar Menor. También se realizan experiencias de engorde en la bahía de Mazarrón y en la bahía de Hornillo.

### **ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Metodología: Evaluación del banco en La Laguna.**

##### ***Año 1989 - 1990***

La ostra plana es una especie de reciente aparición en el Mar Menor, probablemente introducida de forma accidental. En los últimos años la abundancia de ostra ha ido aumentando progresivamente pasando de 80 toneladas capturadas en 1982 a 140 toneladas en 1985.

Para evaluar la población de ostras en La Laguna, se recogen todos los individuos vivos y conchas vacías que aparecen a lo largo de una cuerda de 25 m<sup>2</sup> y de 1 m de anchura, siendo por tanto la unidad de muestreo de 25 m<sup>2</sup>. Se trata de conocer las características más sobresalientes de esta población:

- Densidad de población (individuos vivos y muertos /m<sup>2</sup>).
- Crecimiento individual y de la población.
- Mortalidad natural.
- Mortalidad por marisqueo profesional y furtivo.

Las 33 estaciones muestreadas se agrupan en 4 estratos según la densidad de ostras vivas encontradas (nº ostras / m<sup>2</sup>):

- Estrato 1:  $d = 0$  individuos / m<sup>2</sup>.
- Estrato 2:  $0 < d < 1$  individuos / m<sup>2</sup>.
- Estrato 3:  $1 < d < 10$  individuos / m<sup>2</sup>.
- Estrato 4:  $d > 10$  individuos / m<sup>2</sup>.

Una vez agrupadas las estaciones por estratos, se calcula su peso y talla media; desviación típica (s); límite de confianza o error absoluto (d), error relativo (r); y el valor máximo (máx) y mínimo (mín) encontrado.

#### **Resultados: Evaluación del banco en La Laguna.**

Se muestrean 33 Km<sup>2</sup> distribuidos al azar, dentro del área colonizada, de los 140 Km<sup>2</sup> totales de la laguna, siendo la unidad de muestreo de 25 m<sup>2</sup> por cada Km<sup>2</sup>. Se recogen todos los individuos vivos y valvas vacías. En los primeros se determina la talla y el peso y, en las valvas vacías, la talla.

### Año 1989

Se estiman en 606 millones las ostras vivas de la laguna, con un error relativo de 27,59% y en 229 millones las muertas con un error relativo de 32,78%.

El 85% de la población está representada por individuos entre los 5 y los 20 gramos de peso y 30 y 50 mm de talla.

En lo referente a la mortalidad, que es en torno al 37,87%, se observan claramente dos distribuciones normales, una entre los 30 - 60 mm de talla y la otra considerablemente mayor, a partir de los 70 mm de talla.

En la siguiente tabla se muestran los valores medios y distribución de frecuencias del banco a lo largo de 1989:

Vivos N = 4.496			Muertos N = 1.471		
<b>n</b>	4.510	<b>n</b>	4.510	<b>n</b>	1.471
<b>Peso (g)</b>	15,53	<b>Talla</b>	36,99	<b>Talla (mm)</b>	66,91
<b>Error abs.</b>	0,83	<b>Error abs.</b>	0,49	<b>Error abs.</b>	1,32
<b>Error relat.</b>	5,34	<b>Error relat.</b>	1,33	<b>Error relat.</b>	1,98
<b>Des. típica</b>	28,42	<b>Des. típica</b>	16,91	<b>Des. típica</b>	25,87
<b>Valor máx.</b>	269,74	<b>Valor máx.</b>	132,00	<b>Valor máx.</b>	152,00
<b>Valor mín.</b>	0,16	<b>Valor mín.</b>	3,00	<b>Valor mín.</b>	1,00

### Año 1990

Se estiman en 259 millones las ostras vivas de la laguna, con un error relativo de 27,59 y en 253 millones las muertas con un error relativo de 49,83%.

En torno al 89% de la población está representada por individuos entre los 5 y los 20 gramos de peso, predominando los de 10 gr de peso, y 30 y 50 mm de talla, predominando los de 40 mm.

La mortalidad se sitúa en torno al 68,61%.

En la siguiente tabla se muestran los valores medios y distribución de frecuencias del banco a lo largo de 1990:

Vivos N = 1.959			Muertos N = 2.307		
<b>n</b>	1.959	<b>n</b>	1.959	<b>n</b>	2.037
<b>Peso</b>	16,34	<b>Talla</b>	40,45	<b>Talla</b>	51,21
<b>Error abs.</b>	1,41	<b>Error abs.</b>	0,81	<b>Error abs.</b>	1,06
<b>Error relat.</b>	8,64	<b>Error relat.</b>	1,99	<b>Error relat.</b>	2,07
<b>Des. típica</b>	31,90	<b>Des. típica</b>	18,19	<b>Des. típica</b>	26,04
<b>Valor máx.</b>	252,70	<b>Valor máx.</b>	126,00	<b>Valor máx.</b>	149,00
<b>Valor mín.</b>	0,20	<b>Valor mín.</b>	2,00	<b>Valor mín.</b>	3,00

### Conclusiones: Evaluación del banco en La Laguna.

Los individuos vivos de más de 30 g no superan el 15% y la máxima representación la ostentan los individuos de menos de 10 g, que se corresponden con individuos de la clase 0 y 1. Entre los 30 y 60 mm, se encuentra el mayor porcentaje de individuos vivos, aunque también se detecta una clara mortalidad para este rango de tallas. A partir de los 60 mm disminuye considerablemente la proporción de ostras vivas y aumenta la de conchas vacías.

La alta proporción de individuos muertos se debe a dos razones:

1º- Los individuos no se distribuyen de forma regular sobre el sustrato, sino que se agrupan en "piñas" compuestas por numerosos individuos. Estas piñas se van hundiendo en el fango cuando van aumentando de tamaño provocando la muerte a los ejemplares situados en la parte inferior de la misma.

2º- Dado que la población no se encuentra sometida a explotación, muchos individuos mueren por vejez, correspondiéndose éstos con individuos con una talla superior a 70 mm.

### **Metodología: Estudio del ciclo reproductor.**

El estudio del ciclo reproductor permite determinar el número de puestas que la ostra realiza y sus fechas. Es imprescindible relacionar el estudio del ciclo reproductor con los factores ambientales (temperatura, salinidad, luz y alimento), ya éstos influyen sobre los procesos reproductivos.

Se toman muestras mensuales de febrero a mayo en cuatro estaciones y quincenales hasta después de que se haya producido la emisión de larvas, volviendo entonces a una periodicidad mensual.

Se recogen, de las cuatro estaciones, un total de 100 ejemplares con los que se determinará: el estado de maduración, la proporción machos y hembras, el número de huevos o larvas y el estado de éstas últimas.

Para diferenciar los distintos estados sexuales se utiliza la escala Marteil en la que se diferencian cuatro estados:

- Estado 0: Individuos indeterminados.
- Estado I y II: Por presión de la gónada se pueden obtener gametos inmaduros.
- Estado III: Individuos en fase madurativa avanzada.
- Estado IV: Estado de puesta.

Una vez determinado el estado sexual se miden los siguientes parámetros:

- ⇒ Peso total ( $P_t$ ).
- ⇒ Peso seco de las valvas ( $P_{sv}$ ).
- ⇒ Peso fresco de la carne ( $P_{fc}$ ).
- ⇒ Longitud total ( $L_t$ ).
- ⇒ Grosor.
- ⇒ Cenizas.

A partir de éstos parámetros se calculan los siguientes índices de condición:

- $IC_1 = P_{fc}/P_t$
- $IC_2 = P_{sc}/P_{sv}$
- $IC_3 = P_{sc}/P_t$
- $IC_4 = P_{sc} + P_{sv} / P_t$
- Índice de sólidos:  $IS = P_{sc}/P_{fc}$



### Resultados: Estudio del ciclo reproductor.

#### Año 1988

Existen dos periodos de maduración:

1º- Se inicia antes del mes de marzo y finaliza en junio, encontrando individuos ya diferenciados sexualmente en el mes de febrero. Considerando que la maduración de los ovocitos tiene una duración aproximada de dos meses, ésta debe de comenzar en enero, cuando la temperatura del agua es de 11°C.

2º - Comienza en julio y termina en octubre.

#### Año 1990

Se analizan las ostras en estado 0 (inmaduras) y en estado III (máximo estado de madurez antes de la fecundación). En las siguientes tablas se observa la biometría de las ostras empleadas para el análisis de macronutrientes, el contenido en proteína del músculo y gónada en los dos estados:

Fecha	Estado	Nº	Peso total	Valvas		Carne		
				Longitud	Grosor	Músculo	Gónada	Gon+Mus
15/01/90	0	7	60,7	79,6	25,1	2,57	1,30	3,86
	3	14	126,1	90,6	34,4	4,17	2,52	6,69
16/02/90	0	7	110,4	92,9	33,3	2,83	1,80	4,63
	3	9	120,9	95,2	33,6	4,28	3,27	7,55
16/03/90	0	3	58,1	72,3	26,3	2,01	2,01	4,02
	3	25	90,3	87,7	28,4	3,21	2,79	6,00
16/04/90	0	3	82,6	86,7	30,0	2,24	1,52	3,76
	3	15	94,0	85,7	31,6	3,37	2,04	5,41
17/05/90	3	30	127,2	95,5	37,2	4,82	2,97	7,78
20/06/90	0	15	105,2	87,4	30,7	3,26	1,35	4,61
	3	16	98,4	82,9	29,4	3,12	1,24	4,36
18/07/90	3	8	66,1	72,8	25,4	2,37	1,01	3,38
17/08/90	0	33	88,3	82,1	29,8	2,35	1,04	3,40
17/09/90	0	22	101,4	83,5	33,0	2,88	1,69	4,57
	3	8	81,5	30,6	98,1	2,33	1,34	3,67
18/10/90	0	9	104,5	87,9	30,1	2,05	1,09	3,14
	3	21	122,3	93,1	33,1	3,05	1,28	4,33

<b>CONTENIDO PROTEICO EN GÓNADA Y MÚSCULO</b>						
<b>Mes</b>	<b>Estado III</b>		<b>Estado 0</b>		<b>Media</b>	
	<b>Músculo</b>	<b>Gónada</b>	<b>Músculo</b>	<b>Gónada</b>	<b>M<sub>3</sub> + M<sub>0</sub></b>	<b>G<sub>3</sub> + G<sub>0</sub></b>
Enero	12,36	10,72	15,14	11,13	13,75	10,93
Febrero	12,77	11,84	13,31	12,95	13,04	12,40
Marzo	11,99	10,37	12,55	11,49	12,27	10,93
Abril	12,66	10,72			12,66	10,72
Mayo	11,24	10,59			11,24	10,59
Junio	11,09	9,97	11,21	11,61	11,15	10,79
Julio	11,92	9,88			11,92	9,88
Agosto			10,13	9,8	10,13	9,80
Septiembre	11,46	9,38	10,5	8,59	10,98	8,99
Octubre	12,38	9,92	12,55	10,19	12,47	10,06

La puesta tiene lugar entre febrero y principios de junio, con un rango de temperatura comprendido entre los 13 y 25 °C, coincidiendo estos extremos con las temperaturas óptimas de cría en la Ría de Arosa y Noruega respectivamente.

Los mejores índices de condición, utilizados como un indicador del contenido carne / concha, se registran en enero, seguramente debido al acúmulo de reservas para el desarrollo gonadal.

En la época estival se observan los menores índices de condición y contenido proteico, sin duda debido principalmente al gasto de sustancias de reserva en la formación de productos sexuales que ya han sido liberados. A partir de septiembre, cuando la temperatura comienza a disminuir y aumenta la producción primaria, la ostra comienza a acumular sustancias de reserva, aumentando los índices de condición y el contenido proteico.

### **Conclusiones: Estudio del ciclo reproductor.**

#### ***Año 1988***

Existe un paralelismo entre los dos periodos de maduración y la evolución de los índices de condición. Los menores índices de condición se registran en individuos que han terminado la puesta y que comienzan de nuevo a madurar. Conforme aumenta el desarrollo gonadal también se incrementa el valor de los índices.

#### ***Año 1990***

A lo largo de todo el año se encuentran ostras en el estado III, pero su proporción es considerablemente mayor en los periodos enero - junio y octubre - noviembre, observándose el mínimo desde la segunda quincena de junio hasta finales de septiembre, época que coincide con el aumento del número de ostras en estado 0. En estado IV, tan sólo se encuentran individuos en los meses de febrero a junio.

Existe una estrecha relación entre temperatura y grado de madurez sexual. Conforme aumenta la temperatura a partir de los 25 °C (principios de junio), disminuye la proporción de individuos maduros siendo prácticamente nula a temperaturas superiores a 28 °C (agosto), proporción que vuelve a aumentar cuando comienzan a registrarse temperaturas inferiores a los 25 °C.

**Metodología: Estudio de fijación.****Año 1988**

Se utilizan 48.000 colectores del tipo "sombrero chino" calados en el mes de junio según el sistema de líneas sumergidas.

Se utilizan 30 unidades de un colector conocido como "skricollector".

Por último, también se ensaya con 30 unidades de la cesta de engorde conocida como "cesta gallega".

**Año 1990***Recuento de larvas*

El desarrollo larvario de la ostra plana comprende diversas etapas y por tanto, la información sobre densidad de larvas en el tiempo, es imprescindible para determinar el momento de calado en los colectores.

Los ovocitos, una vez fecundados, permanecen en la cámara inhalante donde tiene lugar parte del desarrollo. Los huevos dan lugar a larvas trocóforas, y éstas a veliger que se desarrollan y se liberan al mar. Una vez en el mar, la larva veliger se transforma en pediveliger y ésta en larva con ojo (postlarva), transcurriendo aproximadamente 10 días, al cabo de los cuales estará dispuesta para su fijación.

*Fecha más apropiada para la instalación de colectores. Fijación media.*

Un factor importante que influye sobre la fijación media de los colectores es el tiempo que llevan sumergidos antes de que ésta se produzca. Se intenta saber cuál es el tiempo máximo entre el fondeo de los colectores y el pico de máxima intensidad de fijación.

Se fondean siete filas de 20 columnas de 20 colectores cada 15 días, desde el 23 de abril hasta el 23 de julio, fecha en que las ostras están inmaduras y prácticamente han desaparecido las larvas. Todos los colectores se recuperan el 22 de octubre.

Una vez despegadas las semillas de los colectores por fecha de calado, se recoge una muestra al azar y se determina el peso y la longitud máxima.

**Resultados: Estudio de fijación.****Año 1988**

El número de fijaciones en los colectores "sombrero chino" calados en el mes de junio varía entre 0 y 299, con un valor medio de 15,6, siendo de 10,82 en la cara inferior y de 4,76 en la superior. La mortalidad por despegue es prácticamente nula, si bien hay una pérdida de semilla de talla inferior a 1 cm durante la manipulación.

Aunque en el "skricollector" la fijación es elevada, la vida media de este colector es menor, al tratarse de estructuras metálicas, y las operaciones de despegue y preparación para la siguiente campaña son más complicadas.

En las cestas de engorde, las fijaciones también son elevadas, pero la talla y peso de las semillas son considerablemente menores a las obtenidas en los otros dos colectores, a causa de la alta densidad y/o a la escasa superficie para poder crecer en dos dimensiones.

### **Año 1990**

#### *Recuento de larvas*

Las primeras ostras con ovocitos fecundados en sus primeros estadios de división se observan a finales de enero, comenzando los muestreos de larvas en el mes de marzo. La mayor proporción de ostras adultas en estado de puesta se registra a primeros de mayo, mientras que el mayor número de larvas/m<sup>3</sup> presentes en el mar aparece a finales de mayo y principios de junio, con representantes en distintos estado de desarrollo.

#### *Fecha más apropiada para la instalación de colectores. Fijación media.*

Las mayores fijaciones se observan en colectores que han sido calados en el mes de abril y mayo, lo que concuerda con el máximo recuento de larvas en mayo y principios de junio. En esta ocasión no se puede apreciar el efecto del tiempo que llevan fondeados los colectores sobre la fijación máxima, ya que al adelantarse el periodo de puesta respecto a otros años, coincidieron el inicio de la época de calado con el máximo de fijación.

La fijación media anual es de  $4,09 \pm 1,87$  semillas por colector, siendo de  $8,02 \pm 0,70$  en mayo y de  $1,99 \pm 0,66$  en junio. Hubo un cierto retraso en el fondeo de los colectores, ya que a principios de mayo empieza a aparecer un número considerable de larvas/m<sup>3</sup> en el mar, y los colectores no se calan hasta finales de mayo.

En cuanto al peso y talla de las semillas despegadas de los colectores los resultados por fecha de calado son:

*23 de abril de 1990:* la mayor frecuencia de pesos es de 0,6 g y la de tallas es de 20 mm.

*7 de mayo de 1990:* la mayor frecuencia de pesos es de 1,1 g, aunque también es muy alta la frecuencia de pesos de 0,6 y 1,6 gramos. La mayor frecuencia de tallas es la de 25 y 30 mm.

*22 de mayo de 1990:* la mayor frecuencia de pesos es de 1,1 gramos y la de tallas es la de 25 mm.

*6 de junio de 1990:* la mayor frecuencia de pesos es de 0,6 y 1,1 gramos y la de tallas, 25 mm.

*23 de julio de 1990:* la mayor frecuencia de pesos es de 0,6 gramos y la de tallas es la de 15 mm.

**Conclusiones: Estudio de fijación.****Año 1988**

Los mejores resultados se obtienen con los colectores de tipo "sombrero chino", seguidos del colector "skricollector" y del tipo "cesta gallega".

**Año 1990***Recuento de larvas*

La información sobre densidad de larvas en el tiempo es una información básica para determinar el momento de calado de los colectores. El tiempo transcurrido desde la observación de larvas trocóforas hasta que se produce la fijación depende de la temperatura, oscilando entre los 14 y los 27 °C, pero siempre será de duración superior a los 16 días. Una vez observadas las primeras ostras maduras se deben iniciar los muestreos de larvas, para determinar el momento en el cual se han de calar los colectores.

*Fecha más apropiada para la instalación de colectores. Fijación media.*

Para poder estimar con exactitud la fijación media de semilla / colector en las distintas fechas, se debe de aumentar el número de colectores fondeados, o bien establecer algún tipo de colaboración con empresas dedicadas a tal fin.

Hay que tener en cuenta que en el proceso de fijación existe una fuerte componente aleatoria, en la que influyen, entre otros factores, el tipo de viento, presencia de colectores que intercepten el paso de las semillas, etc.

**Metodología: Experiencias de engorde.**

Las experiencias de engorde en el litoral murciano se desarrollan en sistemas de suspensión, long-line, utilizando cestas comúnmente conocidas como "cestas gallegas".

**Año 1988**

Se estudia el crecimiento de la semilla de ostra en la bahía de Hornillo.

**Año 1990**

Se estudia el crecimiento de la semilla de ostra en la bahía de Mazarrón.

Se distribuyen 3.200 semillas de ostra de 2,84 gramos de peso y 2,97 cm de talla en cuatro lotes por duplicado de densidades 40, 80, 120 y 160 ostras/cesta. Cada uno de los lotes consta de 6 cestas, cuatro de ellas ocupadas por ostras, una utilizada como tapadera y la otra como lastre.

Cada dos meses aproximadamente se muestrean las ostras con la determinación del peso y longitud máxima.

### **Resultados: Experiencias de engorde.**

#### ***Año 1988***

Las semillas despegadas de los colectores se pueden clasificar en tres tamaños. Utilizando el sistema "cesta gallega" en long-line, las semillas de mayor tamaño alcanzan la talla comercial a los 8 meses de cultivo, a los 12 las semillas de tamaño mediano y a los 24 las semillas de talla más pequeña.

Se prueban tres densidades de cultivo (20, 30 y 40 individuos por cesta), para determinar cuál es la densidad óptima y se comprueba que los mejores resultados de crecimiento en talla e índices de conversión se obtienen para densidades de 20 individuos/cesta.

La talla comercial la alcanzan en julio, pudiéndose comercializar desde ésta fecha hasta Navidad.

#### ***Año 1990***

El crecimiento en peso es muy similar en las cuatro densidades hasta los 8 - 9 gramos, a partir de los cuales el crecimiento disminuye para la densidad de 160 ostras/cesta, al mismo tiempo que aumenta la mortalidad. Desde el mes de mayo y hasta el mes de julio, la mortalidad es muy similar y ascendente para los cuatro lotes. A partir del mes de julio la mortalidad disminuye para todos los lotes excepto para el de densidad 160 ostras/cesta, que sigue aumentando.

El crecimiento en talla tiene un comportamiento diferente. El menor crecimiento se registra para el lote de 40 ostras/cesta, debido a que a bajas densidades se favorece el movimiento de las ostras dentro de las cestas causado por las olas. Este movimiento provoca dos efectos:

1º- Los individuos permanecen con las valvas cerradas debido al estrés y por tanto no filtran.

2º- Aumenta la fricción entre las ostras provocando la fractura de la línea de crecimiento de la concha.

### **Conclusiones: Experiencias de engorde.**

Se puede afirmar que en las condiciones de la bahía de Mazarrón, hasta los 45 mm de talla, la ostra puede cultivarse hasta densidades de 160 individuos/cesta. A partir de esta talla habría que desdoblar el cultivo, ya que para esta densidad aumenta la mortalidad y disminuye el crecimiento.



**C.A. VALENCIA  
PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS:  
PRODUCCIÓN DE OSTRA PLANA**

### **LOCALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.**

La zona de estudio en la CA Valenciana es la zona marítima de Vinaroz (Castellón).

### **ESTUDIOS REALIZADOS**

#### **Metodología: Seguimiento e instalación de colectores y long-line de ostras.**

La instalación de colectores en la zona donde está ubicado el arrecife artificial de Vinaroz permitirá conocer la distribución potencial de las semillas en el banco y la identificación de los tipos de colectores más adecuados de acuerdo con su rentabilidad y captación.

Se emplean tres tipos de colectores, colocados a profundidades de entre 10 y 14 metros:

❑ Colector modelo "A":

Constituidos por 200 colectores tipo sombrero chino con dos muertos de hormigón y boyas.

❑ Colector modelo "B":

Constituidos por 60 placas de poliéster de 20 x 20 cm, con muertos de hormigón y boyas.

❑ Colector modelo "C":

Constituidas por 60 tejas de PVC de 30 a 40 cm de largo, con muertos de hormigón y boyas.

#### **Resultados: Seguimiento e instalación de colectores y long-line de ostras.**

En la zona de Vinaroz el banco natural se encuentra entre los 15 y los 25 metros de profundidad.

Teniendo en cuenta que el ciclo de puesta se inicia en marzo y concluye en agosto (su punto más alto es en junio - julio), los colectores han de ser ubicados en el mes de mayo.

Se utilizan ostras de dos zonas, Mar Menor (7.500 unidades) y Vinaroz (3.720 unidades).



*Mar Menor:*

La unidad *cuerda de distribución para engorde* es de 5 cestas, y se utilizan dos densidades 80 y 40 unidades/cesta.

Con un año de crecimiento, los individuos adquieren un tamaño de 59,1mm, por lo que para conseguir la talla comercial se necesitan dos años.

*Vinaroz:*

La unidad *cuerda de distribución para engorde* es de 3 cestas, y se utilizan dos densidades 80 y 40 unidades/cesta.

Con un año de crecimiento los individuos adquieren un tamaño de 64,86 mm, por lo que para conseguir la talla comercial se necesitan dos años.

Los sombreros chinos son los que presentan mejores resultados desde el punto de vista tanto técnico como biológico. Aún así, dada la pobreza del banco, su tamaño es pequeño para ser rentables. Con los otros dos tipos de colectores los resultados que se obtienen no son positivos por diferentes motivos tales como, el excesivo coste, la dificultad en su manipulación y mínimas densidades.

El cultivo presenta una baja mortalidad, respecto a la mortalidad natural, pero la instalación puede sufrir graves daños por el fouling que se da en determinadas épocas del año (mejillón, fango, algas). En cualquier caso, hay que reseñar que la mortalidad es mayor cuanto menor es la profundidad de la ubicación de los colectores.

**Conclusiones: Seguimiento e instalación de colectores y long-line de ostras.**

Los colectores, tal y como han sido ubicados, presentan una gran dificultad en el manejo, siendo los del tipo "sombrerillos chinos" los que presentan un mejor rendimiento.

La densidad de ostras en los colectores y la profundidad de ubicación no se encuentran correlacionadas.

Sería interesante colocar los colectores, dada la baja densidad de captación existente, entre las cestas de engorde, aunque esto podría dificultar las operaciones de manejo.

Deberían crearse grandes núcleos de regeneración por medio de siembras con individuos producidos en el mismo long-line y que estuvieran en zonas controladas.

**Metodología: Seguimiento de captación de semilla y su engorde en Vinaroz.**

Se pretende conocer las posibilidades de captación y crecimiento de la ostra en la zona marítima de Vinaroz.

Para ello, es necesario:

- Determinar las condiciones medioambientales que posibilitan la existencia de un banco natural de ostras en Vinaroz.
- Elegir un buen método de captación de semilla del medio natural.
- Realizar un seguimiento de preengorde y engorde hasta alcanzar el tamaño comercial.

Se estudian parámetros físico - químicos y biológicos tales como: temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto en agua, materia orgánica en suspensión, materia inorgánica en suspensión y clorofilas (a, b, c).

Se introduce semilla de ostra de un tamaño comprendido entre los 2 y los 4 cm de talla y se realiza un seguimiento de la misma hasta que alcanza el tamaño comercial (50 - 60 gramos de peso), atendiendo a la densidad (40 ostras/cestas y 80 ostras/cestas) y método de cultivo más adecuado (cestas o cuerdas), mortalidad, etc. Se estudian paralelamente ostras autóctonas de Vinaroz y ostras procedentes del Mar Menor.

Se evalúa el potencial del banco natural de Vinaroz, mediante experiencias de captación, y se hace el seguimiento de un ciclo completo de la semilla autóctona allí captada.

Se estudia la época de puesta a través de pescas zooplactónicas y se realizan los cálculos del índice de condición, además de la supervivencia de las ostras según su origen. Finalmente, se determina la calidad de la carne con el fin de saber su estado sanitario de cara al consumo humano.

#### **Resultados: Seguimiento de captación de semilla y su engorde en Vinaroz.**

Hay una estrecha relación entre los parámetros físico - químicos, biológicos y las condiciones climáticas, de manera que hay variaciones estacionales. La temperatura, el contenido de materia inorgánica, la cantidad de clorofilas y el oxígeno disuelto van íntimamente relacionados y dan lugar a fenómenos estacionales.

Respecto al potencial de captación de semilla de ostra, se consiguieron 1.565 unidades, con un rendimiento por sombrerillo chino, colector más óptimo, de 3,8 unidades.

El origen de las semillas no afecta al crecimiento de las ostras durante los primeros seis meses, siempre y cuando la densidad sea la adecuada. Si se sobrepasa esta densidad, el peso de la ostra disminuye. Este hecho es mucho más evidente en las ostras que proceden de Vinaroz ya que, se parte de una biomasa mayor.

La mortalidad durante este periodo es del 4,7% en ostras procedentes del Mar Menor y del 7,23% en ostras procedentes de Vinaroz.

Durante el engorde las ostras crecen más en talla en las cestas que en las cuerdas, pero sin embargo, su crecimiento en peso es superior en las cuerdas. La mortalidad en el engorde es del 26,2% para las ostras que proceden del Mar Menor y del 11,65% de las que proceden de Vinaroz, lo que indica una mayor supervivencia de la semilla autóctona.

La época de puesta tiene lugar principalmente desde finales de abril hasta primeros de junio.

La semilla autóctona captada con colectores tiene un incremento de peso de 45,59 gramos y de 40,48 mm en talla en 10 meses. Esta semilla tiene un crecimiento rápido en las primeras fases, que le permite llegar a los 5 gramos en septiembre, habiéndose captado en mayo, y alcanzar los 50 gramos en septiembre del año siguiente de la captación. La mortalidad de las ostras desde la colocación de las cestas (septiembre) hasta el desdoble (mayo) es del 32,5%, causado principalmente por manipulaciones, mientras que en los cuatro meses restantes es del 2,6%.

La calidad de la carne de ostra, desde el punto de vista sanitario, es buena, ya que presenta una baja carga de contaminación fecal.

**Conclusiones: Seguimiento de captación de semilla y su engorde en Vinaroz.**

El medio marino en la zona de estudio presenta unas características adecuadas para el cultivo de ostras desde el punto de vista físico - químico y biológico.

La densidad óptima para la fase de preengorde es de 80 unidades/cesta.

Las ostras del Mar Menor alcanzan el peso comercial, 50 gramos, en 10 meses, mientras que las de Vinaroz tardan 12.

La elección del método de cultivo para llevar a cabo el engorde depende más de variables económicas que de variables biológicas. Hay un mayor crecimiento de tallas en cestas, pero el aumento de peso es mayor en cuerdas.

El potencial de captación de la zona de Vinaroz es bueno. La semilla es de buena calidad y hay buenas tasas de crecimiento iniciales, llegando a los 5 gramos en el mes de septiembre.

### COMENTARIOS FINALES:

Tres son las Comunidades Autónomas que han participado en el Plan Nacional de Cultivos Marinos de producción de Ostra plana, Cataluña, Murcia y Valencia. Los objetivos y líneas de actuación son los mismos para las tres Comunidades Autónomas, no obteniéndose en todos los casos resultados y conclusiones similares.

En las tres Comunidades Autónomas se puede hablar de existencia de bancos de ostras naturales, si bien, en la mayoría de los casos, éstos son residuales más o menos dispersos y no son motivo de explotación. Así en Cataluña, se encuentran localizados en el Maresme, la Costa Brava y la bahía de Cadaqués; en Murcia existe un banco de ostras naturales en el Mar Menor; en Valencia se ha estudiado el banco de ostras existente en Vinaroz.

Para la fijación de las ostras, el colector "sombbrero chino" es el que mejores resultados proporciona, si bien los rendimientos que se obtienen no son muy elevados.

El estado sanitario de las ostras en las tres Comunidades Autónomas es bastante bueno, no encontrándose enfermedades importantes.

### ESTUDIOS POSTERIORES DE CULTIVO DE OSTRA PLANA:

Dentro de lo que son los Planes Nacionales de Cultivos Marinos posteriormente se continuaron los estudios encaminados al conocimiento de la ostra plana. Así en la C.A. de Galicia se desarrollaron dos estudios, el primero en 1995 con el título "Optimización del cultivo sobreelevado de ostra plana, *Ostrea edulis*, en zona intermareal de las Rías Bajas" y ene. Segundo en 1998 con el título "Diagnóstico de calidad y procedimientos de manejo de almeja fina y ostra plana". En Cataluña se realizó un estudio en 1998 con el nombre "Evaluación de la presencia de *Bonamia ostrae* y *Marteilla refrigens* en las poblaciones de ostra plana (*Ostrea edulis*) y las poblaciones salvajes colindantes". Por último, en el año 1999 la C.A. Balear realizó un estudio con el nombre "Mapa zoosanitario de los cultivos bivalvos (*O. edulis*, *M. galloprovincialis* y *V. verrucosa*) en el Puerto de Mahón (Menorca).



## CAPÍTULO V: C.A. ANDALUCÍA

### 1. PROYECTO: DESARROLLO DE UN MONOCULTIVO SEMI-INTENSIVO DE LENGUADO (*Solea senegalensis*) EN ESTANQUES DE TIERRA.

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1993

Finalización del plan: 1994

#### OBJETIVOS:

- Optimización de los procesos productivos mediante la mejora de las prácticas de manejo y aplicación de las técnicas de cultivo adecuado (tratamiento de fondos, renovación y recirculación de agua, optimización de cargas, eliminación de materia orgánica, detección y evaluación de poblaciones, captura y recolección, etc).
- Caracterización de parámetros físico – químicos indicadores de la calidad del medio en los estanques de cultivo de lenguados.
- Desarrollo de las técnicas de alimentación para esta especie (tipo de pienso, granulometría, dosificación y forma de aplicación).

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

Centro: Dirección General de Pesca y Acuicultura.

Organismo: Empresa CUPIMAR S.A.

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Isaac.

Apellidos: Santaella Sánchez.

#### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La experiencia se realiza en cuatro naves de la Salina Santa Margarita, situada en el Término Municipal de San Fernando (Cádiz). Limita al Norte con la Salina San Agapito, al Sur con la Salina Francisco de Asís, al Este con el Caño de Sancti-Petri y al Oeste con el Caño del Carrascón.

#### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

##### Metodología:

Se plantea la realización del cultivo en dos ciclos diferenciados:

- Preengorde: Partiendo de alevines de 200 mg hasta los 80 g de peso medio.
- Engorde: Desde los 80 g hasta la talla comercial (250 – 300 g).

### *Ciclo de preengorde*

Durante el primer año del proyecto se inicia el ciclo de preengorde, sembrándose alevines de lenguado parcialmente destetados (50% de pienso) en 75 días. Los alevines proceden del criadero de Cupimar y se introducen en 4 estanques de 1.000 m<sup>2</sup> cada uno.

La densidad de siembra utilizada es de 5 ind/m<sup>2</sup> en los tanques 4 A y 4 B, y de 10 ind/m<sup>2</sup> en los tanques 4 A' y 4 B'.

La tasa diaria de renovación de agua en los estanques se establece en el 30%.

Se utilizan dos tipos de pienso para realizar el preengorde:

- Pienso extruido comercial para dorada.
- Pienso experimental para lenguado enriquecido en enzimas digestivos, desarrollado en Cupimar.

En la siguiente tabla se resumen las condiciones de siembra y alimentación de las diferentes unidades de cultivo:

<b>UNIDAD</b>	<b>INDIVIDUOS SEMBRADOS</b>	<b>TIPO DE PIENSO</b>
Margarita 4 A	5.000	Extruido
Margarita 4 A'	10.000	Extruido
Margarita 4 B	5.000	Extruido + Enzimas
Margarita 4 B'	10.000	Extruido + Enzimas

Con carácter rutinario y con una periodicidad semanal se establece un programa de muestreo de parámetros físico – químico – biológicos, tanto del agua de los estanques de cultivo, como del fondo de los mismos.

En las muestras de agua se determinan los siguientes parámetros:

- Oxígeno disuelto.
- pH.
- Temperatura (máxima y mínima).
- Salinidad.
- Concentración de nitritos.
- Concentración de amonio total.

En las muestras de sedimento se han determinado los siguientes parámetros:

- Potencial Redox.
- Presencia de organismos zooplanctónicos.

Con una periodicidad mensual se colocan nasas en los diferentes estanques de cultivo, pescándose un número variable de individuos, de los que se mide su talla y peso.

### *Ciclo de engorde*

Una vez pescados los lenguados de preengorde (Agosto '95) son trasladados a las unidades de engorde donde se reanuda el ciclo de cultivo. Se siembran 2.883 lenguados de aproximadamente 50 g en una unidad de cultivo de 1.000 m<sup>2</sup>. La densidad de siembra es de aproximadamente 3 ind/m<sup>2</sup>. La tasa diaria de renovación de agua se establece en el 50%.

Los lenguados se alimentan con pienso normal de dorada (marca Trow, extruido del 16% de grasa). La tasa de alimentación se fija en un porcentaje variable según la edad de los individuos y la temperatura del agua. En la siguiente tabla se encuentran las dosis empleadas según el peso de los animales y la temperatura del agua.

<b>Dosificación de alimento inerte para engorde de lenguados.<sup>o</sup></b>				
<b>Peso medio</b>	<b>Tamaño gránulo</b>	<b>15-20 °C</b>	<b>20-25 °C</b>	<b>25-30 °C</b>
50-125 gr	2 mm		2	2,5
125-200 gr	3 mm	1	1,5	
200-300 gr	4 mm		1	1,5

Con carácter rutinario y con una periodicidad semanal se establece un programa de muestreo de parámetros físico – químicos – biológicos, tanto del agua de los estanques, como del fondo de los mismos.

En las muestras de agua se determinan los siguientes parámetros:

- Oxígeno disuelto.
- pH.
- Temperatura (máxima y mínima).
- Salinidad.
- Concentración de nitritos.
- Concentración de amonio total.

En las muestras de sedimento se determinan los siguientes parámetros:

- Potencial Redox.
- Presencia de organismos zooplanctónicos.

Con periodicidad mensual se colocan nasas en el estanque de cultivo, pescándose un número variable de individuos. En ellos se determina el peso medio, devolviéndose los individuos pescados a la unidad de cultivo.

### **Resultados:**

#### *Ciclo de preengorde*

Los resultados obtenidos en los controles físico – químico – biológicos practicados en los estanques de cultivo muestran que todos los parámetros medidos



(concentración de oxígeno disuelto, pH, temperatura máxima y mínima, salinidad, concentración de nitritos, concentración de amonio total, medición del potencial redox y evolución de la productividad bentónica en sedimentos de los estanques) se encuentran dentro de los límites normales y lejos de los umbrales de toxicidad.

Los resultados de crecimiento de los individuos cultivados son poco representativos de la población, al haberse pescado mediante nasas muy pocos individuos.

La supervivencia media global es del 9,61% y significativamente mayor en los estanques de siembra a menor densidad debido a la incompleta adaptación de los individuos al alimento inerte y por no existir la suficiente cantidad de alimento vivo de producción natural en los estanques de cultivo.

#### *Ciclo de engorde*

De los controles físico – químicos – biológicos practicados periódicamente en el estanque de cultivo ha de decirse que todos los parámetros medidos (calidad de las aguas y de los fondos) se encuentran dentro de los límites normales y lejos de los umbrales de toxicidad, como cabría esperar debido a la baja densidad de estabulación alcanzada. Se puede apreciar, como más destacable, la disminución progresiva de la productividad bentónica y del potencial redox del sedimento (posiblemente debido a la acumulación de residuos y, fundamentalmente, a la descomposición del pienso no consumido).

Los resultados de crecimiento son poco representativos de la población, al haberse pescado pocos individuos mediante nasas. La supervivencia global es del 88,7%.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes parámetros de cultivo, considerando las supervivencias parciales en un 1% de la mortandad mensual.

<b>Evolución de los principales parámetros de cultivo</b>						
<b>Mes</b>	<b>Nº ind.</b>	<b>P<sub>medio</sub> (gr)</b>	<b>Biomasa (kg)</b>	<b>Pienso (Kg)</b>	<b>I.C.</b>	<b>SGR</b>
Ago-95	2.883	50	144			
Oct-95	2.828	75	212	195	2,87	0,90
Nov-95	2.797	94	263	127	2,49	0,75
Dic-95	2.769	121	335	151	2,09	0,84
Ene-96	2.741	134	367	101	3,11	0,34
Feb-96	2.714	150	407	110	2,77	0,38
Mar-96	2.687	175	470	183	2,90	0,51
Abr-96	2.660	204	543	212	2,92	0,51
May-96	2.633	236	621	228	2,89	0,49
Jun-96	2.607	278	725	280	2,71	0,55
Jul-96	2.581	318	821	261	2,72	0,45
Ago-96	2.555	354	904	164	1,96	0,54

### **Conclusiones:**

La supervivencia media global en la fase de preengorde es bastante baja debido, entre otras causas, a la incompleta adaptación de los individuos al alimento inerte y por no existir la suficiente cantidad de alimento vivo de producción natural en los estanques de cultivo. No hay diferencias significativas en cuanto al pienso utilizado, aunque dado el mayor peso medio final y la mayor supervivencia encontrada en los estanques con pienso enriquecido en enzimas, se piensa que el complejo multienzimático utilizado influye de manera positiva en el crecimiento de los lenguados.

El comportamiento del lenguado durante la fase de engorde es asimilable al comportamiento de la dorada en cuanto a ritmo de supervivencia y crecimiento se refiere. No obstante, el índice de conversión es más elevado que el obtenido en doradas, posiblemente debido a que el pienso utilizado en la alimentación de lenguados se encuentre optimizado para la dorada.

### **COMENTARIOS FINALES.**

Se espera que cuando se produzca un pienso cuya fórmula se adapte mejor a los requerimientos del lenguado, pueda disminuirse la tasa de conversión y, de forma simultánea, mejorar la tasa de crecimiento.

Es importante destacar que las densidades de estabulación han sido bastante bajas (inferiores a 1 Kg/m<sup>2</sup>), por lo que a densidades mayores puede mejorarse el índice de conversión al disminuir la cantidad de pienso no consumido, lo que puede asimismo, contribuir a un menor deterioro del sedimento del estanque de cultivo.

## 2. PROYECTO: FORMACIÓN DE UN BANCO DE REPRODUCTORES DE TRES ESPECIES AUTÓCTONAS DE PECES DE INTERÉS COMERCIAL: HURTA (*Pagrus auriga*), CORVINA (*Agryrosomus regius*) Y ROMBO (*Scophthalmus rhombus*).

### AÑO:

Comienzo del plan: 1993/2000  
Finalización del plan:

*\* La ejecución de este proyecto ha sido trasladada por diversas causas a los años 2000 y 2001, actualmente se sigue con los estudios por lo que se puede considerar que el proyecto no ha finalizado.*

### OBJETIVOS:

Con este trabajo se pretende poner los medios adecuados para la adquisición de los animales necesarios para la formación de un banco de reproductores, de cada una de las especies aclimatadas a condiciones de cautividad.

Una vez conseguido, los esfuerzos irán encaminados a la puesta a punto de manejo y estabulación de los animales.

Seguimiento del ciclo de maduración sexual en poblaciones adaptadas a la cautividad.

Estudio de los óptimos parámetros ambientales y biológicos para la maduración y puesta.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.  
Centro: CICEM "El Toruño".  
CICEM "Agua"

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: José María.  
Apellidos: Naranjo Márquez.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto se lleva a cabo principalmente en las instalaciones del CICEM "El Toruño", situadas en el Puerto de Santa María, aunque ha de decirse que también colabora en el desarrollo del proyecto el CICEM "Agua del Pino".

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

Con el fin de adquirir animales de las tres especies, con unas condiciones mínimas de viabilidad que permitan la supervivencia de la mayor parte de ellos, se produce un contacto con pescadores especializados en este tipo de capturas.

Los animales se estabulan en tanques apropiados y acondicionados, donde sufren un primer periodo de aclimatación y cuarentena, durante el cual se someten a los tratamientos adecuados con productos terapéuticos y profilácticos.

Durante un segundo periodo se ofrece a los animales distintos tipos de dietas a base de alimentos frescos hasta conseguir que recuperen el hábito alimenticio y establecer la dieta más correcta para cada especie, que permita el desarrollo y crecimiento normal de los animales.

Durante todo el proceso se efectuará el seguimiento de los siguientes parámetros:

- Observación del comportamiento.
- Control físico – químico y microbiológico del agua.
- Chequeo sanitario.
- Control de los parámetros biométricos.

Una vez conocido el ciclo sexual en cautividad, se estudiarán los efectos del fotoperiodo y la administración, si fuera prevista, de hormonas sexuales en la posibilidad de incrementar el grado de control sobre el proceso de maduración sexual en cautividad.

### Resultados:

#### *Corvina (Agryrosomus regius)*

Se capturan con trasmallo un total de 120 ejemplares de corvina de entre 1 Kg y 3 Kg procedentes de la zona comprendida entre Rota y la desembocadura del Guadalquivir.

Los 120 ejemplares son sometidos a tratamientos profilácticos, obteniéndose una buena supervivencia tras la cuarentena (108 sobre 120 capturados). Tras el tratamiento profiláctico se estabulan en dos tanques de 80 m<sup>3</sup> con circuito abierto y aireación. Desde un principio son alimentados con alimento natural, comprobándose que no lo consumen por lo que, tras tres meses sin alimentarse, comienza a producirse una muerte escalonada.

Ante la evidente dificultad para adaptar ejemplares de este tamaño a la cautividad, en el invierno del 2001 se contactó con una piscifactoría de las marismas del Guadalquivir para adquirir 150 ejemplares de entre 200 y 300 gramos. Se comprueba que con una temperatura del agua por debajo de los 7°C, hay una mortalidad masiva de las corvinas.

Después de la cuarentena y sus correspondientes tratamientos, se inicia la alimentación con alimento natural, consiguiendo que a partir de la segunda semana se alimentasen y normalizasen su comportamiento.

#### *Hurta (Pagrus auriga)*

Se pescan con anzuelo un total de 240 ejemplares de entre 200 gramos y 1 Kg, con algunos ejemplares que llegaban a 1,5 ó 2 Kg, entre las zonas de Conil y Sancti-Petri.

Después de los tratamientos profilácticos a los que son sometidos durante la cuarentena, se comprueba que toman con facilidad alimento natural apareciendo, no obstante, algunos casos de xeroftalmia.

Finalmente se estabulan un total de 120 ejemplares en un tanque de 250 m<sup>3</sup> con un sistema de recirculación por filtro biológico, una renovación próxima al 5% y una alimentación natural, comprobándose la influencia de los crustáceos en la buena coloración y salud de los ejemplares.

Durante los años 2002 y 2003 se obtienen puestas naturales viables, teniendo en la actualidad unos 2000 juveniles de la puesta del año 2002 con un peso cercano a los 400 gramos y, de la puesta del 2003 en el criadero, unos 8000 alevines de entre 2 meses y escasos días. Las puestas en cautividad se escalonan entre los meses de octubre y mediados de enero.

Actualmente se está comprobando la viabilidad de un pienso microencapsulado para el destete, dado que los requerimientos de esta especie en cuanto a EPA y DHA son muy superiores a la dorada, y la alimentación con nauplios de Artemia, origina una alta mortalidad de los alevines y canibalismo entre ellos.

#### *Rombo (Scophthalmus rhombus)*

Durante el invierno de 2001 y 2002 se capturan frente a Sancti-Petri 80 ejemplares de entre 200 gramos y 1 Kg utilizando el arte del trasmallo.

Tras la época de cuarentena, en la que se aplican diferentes tratamientos, se estabulan en tanques exteriores en circuito abierto.

Su adaptación a la cautividad es casi inmediata, consumiendo alimento natural e incluso alimento vivo y mostrando una actividad de natación y persecución de presas muy superior a la de otros peces planos.

La limitación que presenta esta especie para su cultivo es la temperatura, pues la mortalidad de estos peces comienza a los 20°C, siendo total a los 22°C, por lo que el cultivo en las costas andaluzas parece a priori poco viable salvo que se realicen fuertes inversiones en el tratamiento térmico del agua.

#### **Conclusiones:**

##### *Corvina (Agryrosomus regius)*

El proyecto en la actualidad sigue activo, encontrándose adaptados en el Centro 110 ejemplares de entre 1,5 Kg y 3 Kg de peso, perfectamente adaptados, esperando que realicen una puesta natural.

Esta prevista la adquisición de 200 ejemplares de 250 gramos procedentes de la captura natural en las marismas del Guadalquivir.

##### *Hurta (Pagrus auriga)*

Se ha comprobado que la hurta es una especie que se adapta muy bien a la cautividad, obteniéndose puestas naturales viables.

##### *Rombo (Scophthalmus rhombus)*

Pese a ser una especie que se adapta con rapidez a la cautividad, su cultivo en las costas andaluzas es poco viable debido a las fuertes inversiones económicas que han de realizarse para el tratamiento térmico del agua.

#### **COMENTARIOS FINALES.**

El presente proyecto se ha topado con múltiples problemas para su ejecución. En un primer momento, iba a ser la empresa *Cultivos Piscícolas Marinos* quien llevase a cabo el proyecto pero, debido a que a finales de 1999 dicha empresa no había presentado un Informe Técnico, se revocó la ayuda otorgada. Debido al interés que para la Comunidad Autónoma de Andalucía presentaba este proyecto, se solicitó autorización a la Secretaría de Jacumar para trasladar el periodo de ejecución a los ejercicios 2000 y 2001, así como para que la ejecución del proyecto la asumiese la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, a través de los Centros dependientes de la misma.

### **3. PROYECTO: ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL CULTIVO DE VIEIRA EN MAR ABIERTO POR MEDIO DE SISTEMAS FLOTANTES**

#### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1995

Finalización del plan: 2000

#### **OBJETIVOS:**

El objetivo principal es definir una metodología de cultivo en las costas de Málaga que permita la producción de grandes cantidades de vieira, así como valorar la viabilidad del cultivo de esta especie, adecuando la metodología experimental a la tecnología de producción a gran escala.

Para lograr el objetivo principal del proyecto se definen los siguientes objetivos concretos del proyecto:

- Estudio del ciclo reproductor.
- Desarrollo de técnicas de captación de semilla con colectores.
- Desarrollo de técnicas para preengorde y engorde.

#### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Instituto Español de Oceanografía.  
Delegación Provincial de Agricultura y Pesca en Málaga.

Centro: Centro Oceanográfico de la Coruña.

Departamento: Cultivo de Moluscos.

Organismo: Delegación Provincial de Agricultura y Pesca en Málaga.

#### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: José Ignacio.

Apellidos: López Linares.

#### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El proyecto se realiza en un polígono situado frente al Puerto de Fuengirola, en una zona reservada y adecuadamente balizada en la cual se encuentra prohibida la pesca.

Las coordenadas del polígono son las siguientes:

A: 36° 32,5´ N	4° 36,3´ W
B: 36° 32,5´ N	4° 36,2´ W
C: 36° 32´ N	4° 36,6´ W
D: 36° 32´ N	4° 36,5´ W

## **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

### **Metodología. Ciclo reproductor de *Pecten maximus* en Málaga.**

El conocimiento del ciclo reproductor es esencial para optimizar la captación de semilla en colectores, para desarrollar una estrategia de extracción en función del contenido de carne de los animales a cosechar, y para una adecuada gestión de los recursos pesqueros.

El estudio se lleva a cabo entre enero de 1998 y abril de 2000, realizando muestreos aproximadamente quincenales.

### **Crecimiento de la gónada:**

Se realiza un estudio utilizando las variaciones en el peso húmedo de la gónada de un animal estándar de 100 mm de longitud y el índice de condición de la gónada, según la fórmula:

$$IC_g = 100 \times (\text{peso seco gónada} / \text{peso de la concha})$$

### **Gametogénesis:**

La gametogénesis se determina empleando métodos histológicos completados con análisis estereológicos.

El análisis histológico de la gónada, o al menos del ovario, es necesario por lo menos durante el primer año de estudio debido a que la vieira es una especie susceptible de sufrir lisis ovocitarias a gran escala. Por otra parte, en algunas zonas del área de distribución de la vieira se han observado generaciones sucesivas de ovocitos, por lo que conviene medirlos con el fin de precisar si existen cohortes de ovocitos en las costas de Málaga, y en caso de existir, determinar su destino final: desove o atresia seguida de lisis y reabsorción.

Para estudiar estos fenómenos, se recurre a cortes histológicos de secciones del ovario de 10 vieiras, muestreadas con una periodicidad bisemanal hasta agosto y cada tres semanas a partir de septiembre.



### Ciclo de reservas:

Asociado al ciclo reproductor hay un ciclo de acumulación y empleo de reservas energéticas que se almacenan en forma de lípidos en la glándula digestiva y en forma de proteínas y glucógeno en el músculo abductor. Estas reservas energéticas son empleadas para cubrir las demandas metabólicas de mantenimiento en épocas de escasez de alimento y cuando los requerimientos energéticos de la gametogénesis lo demandan.

Para el estudio del ciclo de almacenamiento y empleo de reservas energéticas y la identificación de los substratos específicos de reserva se sigue la evolución estacional del índice de condición de los órganos que supuestamente almacenan reservas y se realizan análisis del contenido bioquímico de estos órganos, cuantificando los substratos habitualmente empleados como reserva.

### Efecto del ciclo reproductor en el peso de la vianda:

Se considera como peso de la vianda la suma de los pesos frescos del músculo y de la gónada, es decir, la parte comestible. El músculo es la parte comestible más importante y muestra variaciones de acuerdo con las fases del ciclo reproductor.

Para evaluar el efecto del ciclo reproductor en el rendimiento se emplea una vieira estándar de 100 mm de longitud. Los resultados obtenidos se comparan con vieiras de 80 mm y de 120 mm de longitud.

### Resultados. Ciclo reproductor de *Pecten maximus* en Málaga.

#### Crecimiento de la gónada:

En la siguiente tabla se muestran los valores máximos y mínimos que se han registrado en diferentes muestreos:

#### Evolución del peso de la gónada de una vieira estándar de 100 mm de longitud

Fecha	Peso
23/02/98	4,3 g ⇒ máximo
01/06/98	5,7 g ⇒ máximo
16/06/98	4,4 g ⇒ mínimo
29/06/98	5,8 g ⇒ máximo
10/08/98	1,2 g ⇒ mínimo
03/11/98	5,3 g ⇒ máximo
12/07/99	2,0 g ⇒ mínimo
31/01/00	6,9 g ⇒ máximo
29/02/00	7,0 g ⇒ máximo
05/04/00	3,0 g ⇒ mínimo

La variación temporal del índice de condición de la gónada sigue la misma pauta de variación que el peso de la gónada de la vieira estándar de 100 mm.

Se registran máximos del índice de condición en las siguientes fechas: 23/02/98, 01/06/98, 29/06/98, 14/12/98, 11/02/99, 23/03/99, 19/05/99 y 31/01/00.

El que los índices de condición sean bajos, indica o bien que la población ha desovado, o bien que se ha producido lisis y reabsorción de ovocitos.

### **Gametogénesis:**

El diámetro medio ( $D_m$ ) de los ovocitos oscila entre 25 y 43 $\mu$ m. En general, un aumento del  $D_m$  se encuentra asociado al aumento del valor del  $IC_g$  y del porcentaje de ovocitos atrésicos y en lisis (OAL).

El porcentaje de ocupación del ovario por ovocitos aparentemente maduros (OVF) oscila entre 7 y 57%. El OAL oscila entre el 2 y el 71%, siguiendo ambas variables una pauta de evolución opuesta.

Cuando los ovocitos son jóvenes ocupan un porcentaje alto de la gónada y en ellos la incidencia de atresia es baja pero, a medida que crecen hay un descenso en OVF debido, bien a la evacuación de los gametos, bien a un aumento en OAL, o a ambos.

### **Ciclo de reservas:**

El índice de condición del músculo abductor presenta máximos otoñales y mínimos primaverales. En el músculo hay una acumulación de las reservas en primavera y verano que se utilizan durante el otoño e invierno.

En el músculo abductor se observa un incremento en el porcentaje de glucógeno desde finales de invierno de 1998 (3-4%) a otoño (24%). Durante el invierno se registra un descenso continuo, pero en 1999 los valores mínimos se registran en agosto, fecha a partir de la cual se inicia la recuperación.

El índice de condición de la glándula digestiva presenta máximos otoñales y mínimos en primavera, pero también muestra subidas a finales del invierno y principios de primavera.

Las reservas acumuladas en la glándula digestiva durante el verano y el otoño son empleadas durante el invierno para suministrar la energía necesaria para la gametogénesis. Sin embargo, la energía acumulada en primavera también es bombeada a la gónada durante el largo periodo de cría de esta especie en Málaga.

La glándula digestiva acumula reservas en forma de lípidos cuyos contenidos varían entre el 15 y el 55%.

### **Efecto del ciclo reproductor en el peso de la vianda:**

La época de mayor rendimiento en vianda es en otoño, pudiéndose alcanzar 70-80 unidades/Kg con vieiras de 100 mm y 50-55 unidades/Kg con vieiras de 120 mm.

La gónada representa entre un 10 y un 40% del peso de la vianda. Desde el punto de vista comercial, la contribución de la gónada al peso de la vianda es muy importante según el mercado al que vayan destinadas las vieiras, ya que el mercado europeo exige gónada, mientras que el americano lo rechaza. De todas formas cabe reseñar que, en el mercado internacional, la carne de las vieiras alcanza mayor valor cuanto mayor es su tamaño.

### **Conclusiones. Ciclo reproductor de *Pecten maximus* en Málaga. Crecimiento de la gónada:**

Las pautas de evolución del índice de condición gonadal y del peso seco de la gónada de vieira estándar son prácticamente paralelas, por lo que el empleo de uno sólo de estos métodos sería suficiente para realizar un seguimiento del ciclo reproductor.

En líneas generales la vieira en Málaga tiene la recuperación de la gónada en otoño y, muestra maduraciones y desoves sucesivos a lo largo del invierno, la primavera y el verano, hasta su vaciado a mediados de verano. La época de puesta es amplia y variable interanualmente tanto en intensidad como en fechas de desove.

El peso de la gónada de una vieira estándar de 100 mm de longitud muestra un rango de variación, a lo largo del tiempo, de 1 a 7 g.

La evolución de los índices de condición del músculo y de la glándula digestiva indica que hay una acumulación de reservas a partir de la primavera, que en el caso del músculo sólo se emplearán a partir del otoño, mientras que las reservas de la glándula digestiva se emplean también en primavera.

### **Metodología. Obtención de la semilla.**

El cultivo de vieira se basa en un suministro abundante, fiable y continuo de semilla de calidad, es decir, que muestre durante su cultivo posterior tasas de crecimiento y supervivencia elevadas y cuyo valor inicial sea lo suficientemente barato como para no condicionar la rentabilidad del cultivo.

La semilla de pectínidos puede captarse en el medio ambiente empleando un tipo de colectores específicos basados en el comportamiento de las larvas próximas a la metamorfosis y de los juveniles. El sistema empleado, conocido como método japonés, utiliza un relleno de monofilamento situado en el interior de una bolsa de red fondeada en el agua.

### Periodo de fijación.

La determinación del periodo de fijación es fundamental para determinar las fechas de fondeo de los colectores. Los colectores necesitan un periodo de envejecimiento de aproximadamente 15 días antes de que empiecen a captar semilla de forma adecuada.

El periodo de fijación de *Pecten maximus* es determinado empleando colectores de control fondeados cada 14 días, y se realiza el muestreo al cabo de 4 semanas de fondeo.

### Efecto de la profundidad de fondeo de los colectores en la intensidad de fijación.

Las larvas de vieira, al igual que otras especies de pectínidos, muestran geotropismo positivo o fototropismo negativo; en cualquier caso este comportamiento se traduce en un incremento de la fijación en relación con la profundidad o con la oscuridad.

En Málaga las experiencias se realizan siempre sobre fondos de 30 m, ya que a esta profundidad es donde se encuentran los bancos de vieiras. Los colectores se fondean entre 1 y 20 m sobre el fondo.

### Optimización de los colectores.

Se prueban distintos materiales tanto de bolsas colectoras como de red de relleno. Las bolsas colectoras utilizadas son:

- Bolsas japonesas naranjas (1 mm de malla).
- Bolsas japonesas verdes (3 mm de malla).
- Bolsas españolas de raschel de 12 Kg.

Como red de relleno se utilizan:

- Bolsa amarilla de mejillón.
- Relleno japonés de color azul.

También se prueba el efecto del número de redes de relleno colocadas dentro de una bolsa colectoras. Se emplean bolsas de raschel con cantidades variables de relleno constituido por bolsas amarillas de mejillón (1, 2 y 3 bolsas).

Parte de las experiencias se encaminan a determinar el sistema óptimo de unión de las bolsas colectoras a las líneas, suponiendo que a partir de cierta cantidad, cuantas más bolsas estén atadas en un mismo punto, menos fijaciones habrá en función del número de larvas disponibles para fijarse por unidad de volumen de agua de mar. En esta experiencia se emplean bolsas de raschel de 25 Kg con 3 bolsas de relleno nacional.

### Resultados. Obtención de la semilla.

#### Periodo de fijación.

Este estudio se realiza entre enero de 1998 y diciembre de 1999. Se registra fijación de *Pecten maximus* durante prácticamente todo el año, aunque se registran variaciones muy acusadas en cuanto a número de fijaciones. Es decir, esta especie tiene un periodo de fijación muy dilatado.

En 1998 se registran valores máximos en los muestreos del 22 de abril, el 1 de junio y el 28 de julio. En 1999 se registran valores máximos el 21 de abril, 2 de junio, 1 de julio y 25 de agosto. Se observa una gran variación interanual en intensidad de fijación, con un máximo de 77 fijaciones por colector el 28 de julio de 1998 y, un máximo de 2637 fijaciones el 2 de junio de 1999.

#### Efecto de la profundidad de fondeo de los colectores en la intensidad de fijación.

Los resultados obtenidos confirman que a mayor profundidad el número de fijaciones también es mayor. Se alcanza el 50% de la fijación en los 8 últimos metros, y tan sólo el 25% en los 9 metros más superficiales.

#### Optimización de los colectores.

Para comprobar la eficacia de los distintos materiales, en 1997 se hace un primer intento de pruebas de material, incluyendo también colectores de control (bolsas raschel 5 Kg, de 30x40 cm con media bolsa de mejillón como relleno). Los resultados son los siguientes:

Tipo de bolsa colectoras	Nº de fijaciones de vieira
Japonesa naranja (1 mm)	1.275 <sub>±</sub> 449
Japonesa verde (3 mm)	1.274 <sub>±</sub> 300
Nacional (Raschel 25 Kg)	517 <sub>±</sub> 238
Control (Raschel 5 Kg)	143 <sub>±</sub> 64

En 1998 se realizó una segunda experiencia cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

<b>Nº semilla por Tipo de bolsa colectora</b>				
<b>Tipo de relleno</b>	<b>Raschel 25 Kg</b>	<b>Japonesa verde</b>	<b>Japon. naranja</b>	<b>Nº medio semilla</b>
Español	103±133	373±129	323±115	285±166
Azul japonés	87±59	164±114	312±128	188±155
Nº medio	93±97	269±164	318±122	
Control				23±11

Un análisis a posteriori muestra que las bolsas de raschel captan un número significativamente menor de semilla que las bolsas japonesas, tanto naranjas como verdes. La mayor fijación se obtiene empleando bolsas japonesas con relleno nacional.

Los resultados obtenidos en función de la cantidad de relleno son los siguientes:

<b>Nº de redes de relleno</b>	<b>Nº medio de semilla de vieira</b>
1 red	758±220
2 redes	1.174±217
3 redes	1.537±540

El número de fijaciones aumenta con la cantidad de relleno, pero no en la relación 1:2:3.

Pese a obtener un mayor número de fijaciones empleando 3 bolsas, su despegue es más complicado. Además, cuando la fijación es elevada se pueden producir deformaciones en las conchas de la semilla, por lo que se recomienda emplear 2 redes.

Los resultados que se obtienen en la determinación del sistema óptimo de unión de las bolsas colectoras a las líneas son los siguientes:

<b>Nº de bolsas agrupadas</b>	<b>Nº medio de semilla obtenida</b>
1 bolsa	1.630±440
2 bolsas	1.850±234
3 bolsas	1.788±609
4 bolsas	1.221±387

Es más interesante atar las bolsas en grupos de 3 pues el número de semilla captada es mayor.

### **Conclusiones. Obtención de la semilla.**

La fecha de fondeo es el factor que más influye en la intensidad de fijación. Aparentemente las fechas óptimas para el fondeo están comprendidas entre abril y junio.

La mayor cantidad y calidad de semilla se obtiene fondeando bolsas colectoras japonesas rellenas con dos redes amarillas de mejillón, atadas en grupos de tres, entre 20 y 10 metros.

El material empleado para construir los colectores, la cantidad de relleno empleado, la forma de colocar los colectores en las cuerdas, y la profundidad en la que están fondeados los colectores son factores que influyen en la cantidad de semilla que se obtiene, pero la variación mayor es la que se registra interanualmente, sobre la cual no se puede actuar directamente.

### **Metodología. Cultivo de la semilla.**

Una vez despegada la semilla de los colectores, se debe proceder a su engorde en cestas que se cuelgan en la columna de agua. Se realizan varias experiencias con la finalidad de determinar las condiciones óptimas para el cultivo de semilla en aguas de Málaga.

#### **Engorde en cestas en suspensión de semilla despegada en 1997.**

Se parte de semilla mantenida entre septiembre de 1997 y enero de 1998 a concentraciones de aproximadamente 100 por cesta. La talla inicial es de 42,7 mm de altura.

La semilla se cultiva a tres densidades (16, 24 y 32 vieiras por cesta) y a tres profundidades (1, 5 y 10 m sobre el fondo).

#### **Engorde en cestas en suspensión de semilla despegada en 1998.**

Se parte de semilla de mayor tamaño, y se pretende cultivarla en unas condiciones óptimas para que alcance la talla legal en menos tiempo. Por lo tanto, se procede a cultivar semilla recién despegada de septiembre de 1998 (talla inicial de 23 mm) a 4 densidades (25, 50, 100 y 200 vieiras por cesta) y 4 profundidades (2, 5, 10 y 15 m sobre el fondo).

#### **Engorde en suspensión colgada por la oreja.**

Se pretende comprobar el comportamiento de la semilla colgada por la oreja. Para ello, la semilla de 1997 mantenida en condiciones de 100 vieiras/cesta es encordada en varias fechas (21 de abril, 16 de julio y 5 de noviembre) con tallas iniciales de 51,3, 58,8 y 64,3 mm.

### Comparación entre vieiras salvajes y cultivadas.

El peso de la vianda de las vieiras se ajusta a las siguientes ecuaciones:

- Vieiras salvajes  $\Rightarrow$  Peso vianda (g) =  $-26,01 + 0,48 * \text{Altura (mm)}$
- Vieiras cultivadas en cestas  $\Rightarrow$  Peso vianda (g) =  $-29,79 + 0,57 * \text{Altura (mm)}$
- Vieiras colgadas por la oreja  $\Rightarrow$  Peso vianda (g) =  $-26,44 + 0,53 * \text{Altura (mm)}$

### Resultados. Cultivo de la semilla.

#### Engorde en cestas en suspensión de semilla despegada en 1997.

Se observa un efecto negativo de la densidad sobre el crecimiento a partir del segundo mes de cultivo. El efecto de la profundidad tarda más tiempo en manifestarse, observándose los mejores resultados a 10 m sobre el fondo (alcanzando la talla legal en febrero de 1999, 18 meses después de ser despegada).

#### Engorde en cestas en suspensión de semilla despegada en 1998.

El efecto de la densidad es importante pues a los dos meses de iniciado el cultivo son menores las semillas cultivadas a densidades altas. Los resultados son los siguientes:

Densidad	Talla (mm)
200 vieiras/cesta	37,7
100 vieiras/cesta	42,1
50 vieiras/cesta	48,2
25 vieiras/cesta	53,0

Desafortunadamente, todas las cestas desaparecen después del muestreo de mayo, por lo que los resultados no son concluyentes.

#### Engorde en suspensión colgada por la oreja.

Los resultados no son buenos debido a la fuerte fijación de *Balanus sp* sobre la concha de las vieiras. No obstante, el 73% de las vieiras encordadas en noviembre alcanzan la talla legal el 21 de abril.

### Comparación entre vieiras salvajes y cultivadas.

Las vieiras cultivadas en cesta, con una talla media de 90 mm de altura y después de 17 meses de cultivo, tienen un peso medio de vianda de 21,8 g, las cultivadas por la oreja 21,4 g y las salvajes 17,3 g.



El rendimiento de las vieiras cultivadas es de 16,8% mientras que el de las salvajes es del 15,2%.

### **Conclusiones. Cultivo de la semilla.**

En Málaga se dan las condiciones adecuadas para el preengorde de semilla en suspensión y el engorde hasta la talla comercial en tan sólo 18 meses de cultivo. Es decir, Málaga puede producir semilla para su cultivo *in situ*.

Las vieiras colgadas por la oreja muestran una tasa de crecimiento muy elevada en los primeros meses, pero a continuación las valvas son fuertemente colonizadas por escaramujos, siendo en algunos casos la colonización tan intensa que conlleva la detención del crecimiento y la posterior muerte de todos los ejemplares.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Comunidad Autónoma de Cataluña:**

- **1993:** Plan experimental de captación y engorde de pectínidos.

### **COMENTARIOS FINALES.**

Los resultados obtenidos en relación con la obtención y preengorde de semilla de vieira, muestran que la costa de Málaga, o al menos Fuengirola, es una zona excelente para su producción.

El éxito en la obtención de semillas de vieira es importante, porque las buenas zonas de captación son escasas, por lo que Málaga puede ser productora de semilla de vieira, para su uso propio o para su venta.

La comercialización es un factor esencial en el cultivo de la vieira, siendo éste uno de los mayores problemas con el que se encuentra el desarrollo del cultivo en Málaga. Actualmente la extracción de vieiras está sometida a prohibiciones debido a la presencia de la biotoxina ASP.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

El 17 de julio de 1997 se llevó a cabo en uno de los locales del Centro Costero del IEO de Fuengirola una charla divulgativa referida al cultivo de vieiras, centrada en los resultados que se habían obtenido hasta el momento.

“Biología y Cultivo de la Vieira en Málaga” editado por la Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

#### **4. PROYECTO: ESTUDIO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE NUEVAS ESPECIES (MERO Y PARGO)**

##### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1996  
Finalización del plan: 1999

##### **OBJETIVOS:**

- Primer año: Captura de meros y pargos.
- Segundo año: Aclimatación de los ejemplares.
- Tercer año: Estudios de parámetros bioquímicos relacionados con la reproducción.

##### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Consejería de Agricultura y Pesca. Delegación Provincial de Cádiz.  
Centro: CICEM "El Toruño".

##### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: M<sup>a</sup> Ángeles.  
Apellidos: Bruzón Gallego.

##### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El proyecto se realiza en las instalaciones del CICEM "El Toruño", y es desarrollado por el personal adscrito a este Centro.

##### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

###### **Metodología. Meros:**

En 1997 y 1998, los reproductores de mero son capturados en el caladero "Banco del Hoyo" (Conil) con un peso variable entre 1,5 y 13,8 Kg.

Una vez llegan al Centro se transfieren a un tanque de 200 l donde son anestesiados para tomar los datos biométricos de peso y longitud. Una vez tomadas las muestras, los meros se recuperan en tanques de cuarentena donde permanecen un mínimo de 2 meses habituándose a comer doradas pequeñas vivas.

Se realiza un ensayo de adaptación de los meros a diferentes alimentos, para ello se forman diferentes lotes de mero que soportan distintas condiciones ambientales. En el siguiente cuadro se detallan los diferentes lotes de meros:

TANQUE	TIPO AGUA	SALINIDAD	SEX RATIO	FOTOPER.	T(°C)
TR-1 LOTE 1	Mezcla	Med. Var.	2:1	Natural	Constante
TR-2	Mezcla	Med. Var.	No alcanzan tamaño reproductor	Natural	Constante
TR-3 LE 2	Mezcla	Med. Var.	2:1	Natural	Constante
TR-4 LOTE 3	Mezcla	Med. Var.	1:1	Natural	Constante
TR-5 LOTE 4	Mezcla	Med. Var.	1:1	16D:8N	Constante
TR-6 LOTE 5	Mezcla	Med. Var.	1:1	8D:16N	Constante
TR-20 LOTE 6	Río	Med. Var.	2:1	Natural	Ambiente
TH-3 LOTE 7	Pozo	Constante	2:1	Natural	Ambiente

Se realiza un seguimiento del estado fisiológico del animal mediante muestras de sangre periódicas y muestras de diferentes tejidos, especialmente gonadal para el estudio de la maduración.

#### **Metodología. Pargos:**

Se capturan pargos de tamaño inferior al tamaño reproductor con el fin de mejorar la supervivencia de las capturas y conseguir una buena aclimatación a las condiciones de cautividad.

#### **Resultados. Meros:**

Se obtienen 70 meros con un peso comprendido entre 1,5 Kg y 13,80 Kg. Los lotes de reproductores se forman con ejemplares de peso superior a 4 Kg. Las experiencias de alimentación con diferentes dietas, se realiza con meros de peso inferior a 4 Kg.

#### *Relación talla/peso.*

La relación talla /peso encontrada es:  $L = 43,041 \times P^{0,250}$  con  $R^2 = 0,877$

#### *Alimentación.*

La experiencia tiene una duración de diez meses, los cinco primeros con diferentes tipos de dietas: chipirón, mejillón, chipirón con pienso y mejillón con pienso.

La mejor dieta es la dieta a base de chipirón con pienso, pues en cinco meses, a igualdad de pesos iniciales, los meros sometidos a ésta dieta alcanzan el mayor peso (3 Kg).

#### *Crecimiento y época de puesta.*

El 50% de los meros que no alcanzan en un principio el tamaño de reproductor, lo alcanzan aproximadamente al año.

Se constata que la época de madurez coincide con los meses de Mayo, Junio y Julio.

La época natural de puesta se produce entre los meses de Mayo y Junio.

#### *Características hematológicas.*

Las características citomorfológicas generales de los elementos de la sangre de los meros son las siguientes:

- Eritrocitos: Los eritrocitos son elementos nucleados, contienen hemoglobina y son de forma elíptica. El tamaño medio de las células es de 10 x 6  $\mu\text{m}$  y el núcleo de 5 x 2  $\mu\text{m}$ .
- Trombocitos: Se diferencian tres tipos de trombocitos, redondeados, fusiformes y alargados. Son simples células con un núcleo púrpura predominante. Miden 6 x 4  $\mu\text{m}$  y 4  $\mu\text{m}$  de diámetro, los redondeados.
- Linfocitos: Tienen un gran núcleo púrpura y un delgado citoplasma azul, con un diámetro medio de 5  $\mu\text{m}$ .
- Eosinófilos: Los granulocitos eosinófilos tienen forma oval o elíptica con un núcleo oval y excéntrico. El citoplasma tiene color rosado y 5  $\mu\text{m}$  de diámetro.
- Neutrófilos: Los granulocitos neutrófilos tienen forma oval o irregular con un gran núcleo. Su citoplasma es azul. Tiene un diámetro medio de 9  $\mu\text{m}$  y el núcleo mide 5  $\mu\text{m}$  de diámetro.
- Basófilos: Estas células tienen un núcleo muy grande teñido de azul y numerosos gránulos violetas negruzcos.
- Monocitos: Tienen un citoplasma abundante de color azul-grisáceo y un núcleo redondo o irregular con un tamaño entre 10 x 12  $\mu\text{m}$ .

#### *Estudio histológico*

Se realizan cortes histológicos de gónadas femeninas en las que se observan oocitos primarios y secundarios que están en un estadio de primera vitelogénesis, sin que se observe hasta el momento un estadio más avanzado de maduración.

### *Análisis bioquímicos*

Se realizan análisis bioquímicos de sangre durante el periodo comprendido entre junio de 1998 y enero de 2000.

Del análisis de los resultados obtenidos se desprenden las siguientes afirmaciones:

- El contenido de proteínas desciende según aumenta la talla de los meros.
- El contenido de glucosa desciende según aumenta la talla de los meros.
- El contenido de calcio desciende según aumenta la talla de los meros, llegando a alcanzar valores por debajo de los 5 mg/dl cuando los meros superan los 90 cm de talla.
- El contenido de la fosfatasa ácida desciende según aumenta la talla de los meros.

Se estudian los parámetros bioquímicos relacionados con la reproducción encontrándose diferencias significativas en los parámetros proteínas totales, fosfatasa ácida y triglicéridos, así como glucosa. En todos los parámetros los valores son más elevados en hembras que en machos.

### **Resultados. Pargos:**

Se capturan 50 pargos con un peso comprendido entre 50 y 150 g en los caladeros de “El Bajo de León” y “El Peñascal”. Los pargos se aclimatan perfectamente.

Una vez los pargos llegan al centro experimental se colocan en tanque de cuarentenas de 10 m<sup>3</sup>, circulares, con agua procedente del río San Pedro, alimentándose con trozos de pulpo y adaptándose posteriormente a pienso.

La adaptación del pargo a una alimentación basada en chipirón y cangrejo vivo es rápida.

### **Conclusiones:**

Gracias a los estudios de alimentación se llega a la conclusión que la mejor dieta para los meros es la que se basa en una mezcla de chipirón con pienso. Ésta dieta es la que actualmente se suministra a los reproductores.

Comienzan a aparecer machos y hembras maduros a lo largo del mes de mayo. A mediados de mes en el caso de los machos y a finales en el caso de las hembras.

## OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

### *Comunidad Autónoma de Cataluña:*

- **1992-95: Estudio** de la biología del mero y posibilidades de cultivo.

## COMENTARIOS FINALES.

La rápida adaptación del mero a la cautividad es determinante desde el comienzo de la experiencia. La mayor dificultad se presenta en el momento de adaptación a la alimentación inerte, pero ésta se consigue de forma paulatina.

Los meros muestran un comportamiento muy sociable, acercándose a cualquier persona que se aproxima al tanque y sacando la mitad de la cabeza fuera del agua.

## DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Se asistió al TECAM SEMINAR ON MEDITERRANEAN MARINE AQUACULTURE FINFISH SPECIES DIVERSIFICATION organizado por el Centro for Advanced Mediterranean Agronomic Studies formado por el Mediterranean Institut of Zaragoza y la FAO\_Fisheries Departament con la presentación del trabajo "Effects of culture conditions on growth and physiology on groupers *Epinephelus marginatus*".

## **5. PROYECTO: LA VIABILIDAD DEL CULTIVO EN ESTEROS. EL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA RENTABLE Y COMPATIBLE CON EL MEDIO NATURAL.**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1997

### **OBJETIVOS:**

1- Estudiar al consumidor acerca de la diferenciación de productos acuícolas de estero frente a los de cultivo intensivo.

2- Valorar de costes de producción de las distintas alternativas, a fin de orientar a las empresas sobre su oportunidad y ejecución.

3- Analizar la rentabilidad de las distintas alternativas.

4- Disponer de elementos de valoración y control que permitan medir y juzgar la situación de las empresas, para formular la estrategia empresarial.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Universidad de Málaga.

Centro: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

Departamento: Economía y Administración de Empresas.

### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Antonio.

Apellidos: Ruiz Molina.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El presente proyecto se realiza en el departamento de Economía y Administración de Empresas de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Málaga.

## **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

### **Metodología:**

En primer lugar, se realiza un estudio del comportamiento del consumidor acerca de la diferenciación de productos acuícolas de estero frente a los de cultivo intensivo. El comportamiento del consumidor se valorará a través de sondeos a los consumidores para saber el grado de aceptación que tiene la dorada de estero.

A partir de esta información se esta en condiciones de apoyar la decisión de las empresas acerca del tipo de producto que los consumidores valoran en cada momento. Simultáneamente se aborda el conocimiento de la demanda de los consumidores en cuanto al logro de una mayor especificación de sus necesidades, que posteriormente se trasladara a la empresa para su estudio, valoración y respuesta oportuna.

Con la información obtenida se está en condiciones de valorar el potencial del mercado de productos de estero y el precio asociado a cada presentación. Con la información que se obtenga, se avanzará en la formulación de modelos de comportamiento del consumidor.

Una vez recogida y validada la información, se puede desarrollar el oportuno estudio de viabilidad empresarial con el que podrán formularse estrategias empresariales más adecuadas según la información obtenida.

En definitiva, se obtendrá un conjunto de datos económicos que permitirán apoyar las decisiones de las empresas en su intento de acercar el producto con mayor calidad a los consumidores finales.

Dichos costes se compararán con los datos del estudio de mercados obtenidos y se podrá conocer la viabilidad de cada decisión.

Con la información disponible se podrá, finalmente, orientar a las empresas en el sentido más adecuado según la información disponible.

### **Resultados:**

Se elabora un informe acerca de los pasos a seguir cuando se quiera montar una empresa acuícola y los pasos a seguir a la hora de evaluar un proyecto acuícola (estudio de viabilidad).



**Conclusiones:**

Siguiendo los pasos que se enumeran en el informe presentado como resultados de la propuesta de este proyecto se puede llegar a la conclusión de si es o no conveniente realizar la inversión en una empresa acuícola.

**COMENTARIOS FINALES.**

El informe presentado no se corresponde mucho con los objetivos y la metodología definidos en la propuesta. No se elabora un estudio del consumidor acerca de sus preferencias en los productos acuícolas, no se valoran los costes de producción de las diferentes alternativas a la hora de poner en marcha una empresa acuícola ni se realiza una valoración de rentabilidad de las diferentes alternativas.

## **6. PROYECTO: ELABORACIÓN DE UN MAPA ZOOSANITARIO DE PATOLOGÍAS QUE AFECTAN AL CULTIVO DE DORADAS (*Sparus aurata*) EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA ANDALUZA.**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1997

### **OBJETIVOS:**

Como objetivo general de este proyecto se plantea la elaboración de un mapa zoosanitario para las poblaciones de dorada cultivadas en la Comunidad Autónoma Andaluza. Este mapa aportará información sobre agentes patógenos de importancia en esta área, facilitando la adopción de medidas de carácter terapéutico conducentes al control de los brotes epizooticos.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Universidad de Málaga.

Centro: Facultad de Ciencias.

Departamento: Microbiología.

### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Juan José.

Apellidos: Borrego García.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

La recolección de muestras de dorada se realiza en diferentes empresas de acuicultura localizadas en las provincias de Málaga, Granada, Cádiz y Huelva.

Para la realización de los estudios y análisis pertinentes se contará con los medios y las instalaciones del Departamento de Microbiología de la Universidad de Málaga.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología:**

Las doradas enfermas se recolectan en diferentes empresas de acuicultura localizadas en las provincias de Málaga, Granada, Cádiz y Huelva. Una vez en el laboratorio se anestesian y se toman muestras de los órganos internos (riñón, hígado, bazo) y de aquellos otros órganos o tejidos afectados.

Se realizan dos tipos de análisis, bacteriológicos y virológicos para la determinación de posibles patologías de origen bacteriano o vírico que afectan a dichos cultivos.

### Resultados:

Las sintomatologías observadas en los especímenes de doradas analizados en el presente estudio incluyen úlceras, hemorragias externas, exoftalmia, hemorragias oculares, pigmentación oscura, descamación, hinchazón abdominal y nódulos blanquecinos de aspecto tumoral en la piel y en las aletas, con la típica apariencia de la enfermedad de linfocistis. A nivel interno, se observan hígados hemorrágicos, riñones pálidos, tubérculos en bazo y esplenomegalia. Generalmente, los especímenes afectados presentan un retraso en su crecimiento.

En los análisis bacteriológicos realizados se aíslan y caracterizan 208 cepas bacterianas. La mayoría de los aislados corresponden a bacterias Gram negativas (93,3%). Las cepas patogénicas más frecuentemente aisladas pertenecen al género *Vibrio* (67,8%), mientras que se aíslan de forma esporádica cepas identificadas como *Pseudomonas sp.* (13,5%), *P. damsela* subsp. *piscidia* (6,7%), bacterias pertenecientes al grupo *Cytophaga-Flexibacter* (4,8%) y *Aeromonas sp.* (0,5%). Por otra parte se aíslan algunas bacterias Gram positivas (6,7% de los aislados), incluyendo *Staphylococcus sp.*, *Micrococcus sp.*, *Streptococcus sp.* y bacilos Gram positivos.

Los resultados de los análisis virológicos son negativos en todos los casos, con la salvedad de los peces sospechosos de padecer linfocistis. En estos casos es posible demostrar la presencia de virus en muestras de nódulos de piel y/o aletas mediante aparición de efectos citopáticos en la línea celular SAF-1 a los 2-10 días post-inoculación. Estos efectos citopáticos consisten en el redondeamiento y agrandamiento de las células infectadas y en la aparición de inclusiones citoplasmáticas.

Se aíslan seis cepas FLDV a partir de las monocapas celulares de SAF-1 que muestran los efectos citopáticos anteriormente mencionados.

Todas las cepas de FLDV muestran similares características morfológicas cuando se examinan a microscopía electrónica de transmisión (TEM), apareciendo como viriones isométricos con un diámetro de aproximadamente 100 nm. Del mismo modo, todas las cepas aisladas conservan su infectividad (que oscila entre  $10^4$ TCID<sub>50</sub>/ml y  $10^9$ TCID<sub>50</sub>/ml) en la línea SAF-1 tras tratamiento con cloroformo.

El grado de infectividad mostrado por los diferentes aislados de FLDV oscila entre  $1 \times 10^4$  TCID<sub>50</sub>/ml y  $1 \times 10^{10}$  TCID<sub>50</sub>/ml.

**Conclusiones:**

Se han caracterizado los agentes patógenos presentes en las doradas andaluzas, con lo cual una vez conocidas se tienen que definir líneas de actuación para poder prevenirlas o curarlas si es necesario.

**COMENTARIOS FINALES.**

Las patologías de origen infeccioso representan una de las principales causas de limitación de los cultivos piscícolas, y sin duda el que ocasiona mayores pérdidas económicas. Por esto, es necesario, una vez detectadas las patologías que afectan a las doradas seguir realizando estudio sobre factores moleculares implicados en la patogeneidad de microorganismos bacterianos involucrados en brotes epizooticos de poblaciones piscícolas cultivadas, sobre diseño de métodos profilácticos contra los principales microorganismos patógenos de dorada, etc.

**DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Publicación realizada por la Viceconsejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía con el nombre "Patologías que afectan al cultivo de dorada (*Sparus aurata*) en la Comunidad Andaluza".

## 7. PROYECTO: EVALUACIÓN A ESCALA PILOTO DE UNA DIETA INERTE MICROENCAPSULADA PARA EL CULTIVO LARVARIO DE PECES MARINOS (DORADA Y LENGUADO) DESDE LA PRIMERA SEMANA DE VIDA HASTA EL USO DE PIENSOS COMERCIALES.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1997  
Finalización del plan: 1999

### OBJETIVOS:

- Examinar si el uso de dietas microencapsuladas permite el destete de dorada con eliminación de la mayor parte de presas vivas, y especialmente de la *Artemia*.
- Comprender el proceso de metamorfosis en el lenguado de cultivo, por sus implicaciones en la alimentación.
- Examinar si el uso simultáneo de alimento vivo y dietas microencapsuladas durante la etapa larvaria puede favorecer el posterior destete de los lenguados. Comprobar el uso de dietas mixtas en el adelanto del cambio a dietas comerciales.
- Adecuar al sistema de fabricación de microdietas la incorporación efectiva de enzimas y evaluar su estabilidad en microcápsulas de pared proteínica y comprobar si la incorporación de enzimas en el alimento microparticulado modifica la actividad enzimática de las larvas.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.  
Centro: Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía.  
Departamento: Biología Marina y Recursos Pesqueros.

Organismo: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.  
Centro: C.I.C.E.M. "El Toruño"

### COORDINADOR DEL PLAN PROCEDENTE DEL ICMAN-CSIC:

Nombre: Manuel.  
Apellidos: Yúfera Ginés.

**COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Jose Pedro.  
Apellidos: Cañavate Hors.

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El proyecto se realiza en las instalaciones del CICEM “El Toruño”.

**RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

**Año 1997: “Evaluación a escala piloto de una dieta inerte microencapsulada para el cultivo larvario de peces marinos (dorada y lenguado) desde la primera semana de vida hasta el uso de piensos comerciales”.**

**Metodología. Destete de larvas de dorada con microdietas:**

Las microcápsulas se han elaborado mediante la técnica de la polimerización de la proteína de la dieta. Estas partículas tienen un tamaño y valor calórico similar al que presentan los rotíferos.

Se ensayan tres tipos de alimentación:

- 1- Tratamiento control, en el que las larvas se alimentan exclusivamente con alimento vivo.
- 2- Dieta inerte desde el día 8 con adición de una pequeña cantidad de rotíferos.
- 3- Dieta inerte exclusivamente a partir del día 8.

Para obtener una mejor comparación dentro del mismo periodo de edad, se expresan, por una parte, los crecimientos obtenidos hasta el día 40 en una primera fase. Posteriormente, se muestra el crecimiento completo hasta la finalización del experimento.

**Resultados. Destete de larvas de dorada con microdietas:**

Considerando el periodo desde el día 8 hasta el día 40 desde la eclosión, se observa un buen resultado en el crecimiento de las larvas alimentadas con la dieta inerte y una presencia testimonial de presas vivas. Su tasa de crecimiento es buena,  $G=7,5\%$ , comparable al  $7,8\%$  diario obtenido en el control. El crecimiento de larvas alimentadas únicamente con dietas inertes, es bueno únicamente durante las dos primeras semanas del cambio a alimento microencapsulado. Posteriormente se incrementa la mortalidad y finalmente éstas larvas desaparecen hacia el día 35.

A partir del segundo mes de experimentación únicamente se ha continuado con las larvas del tratamiento B. Éstas larvas, completamente adaptadas al pienso comercial y alimentándose exclusivamente con este tipo de alimento, obtienen un crecimiento bueno y paralelo al del control, manteniendo una tasa de crecimiento del 7% diario de peso seco. El aspecto de éstas larvas al final del tercer mes de vida, es excelente, mostrando una tasa de inflado de vejiga natatoria de prácticamente el 100%, e iniciándose la transformación a juvenil.

#### **Conclusiones. Destete de larvas de dorada con microdietas:**

Las limitaciones nutricionales en las larvas de dorada aparecen a partir de la tercera semana de vida, siendo el crecimiento en este periodo de aproximadamente la mitad cuando se cambia de alimento vivo al inerte.

La formulación de la dieta precisa aún de complementarse con determinados factores nutricionales (aminoácidos libres, vitaminas, etc), como se deduce de los resultados en ausencia total de presa viva.

El hecho más destacable de los resultados obtenidos es que, por primera vez, el cultivo de una población de dorada desde el inicio de la alimentación hasta su fase juvenil se realiza casi exclusivamente con alimento artificial, lográndose unos crecimientos y supervivencias comparables a las obtenidas con dietas vivas.

#### **Metodología. Estudio de la metamorfosis en el lenguado:**

La metamorfosis en peces planos se caracteriza por una drástica transformación anatómica y fisiológica. Esta transformación suele comenzar a partir de la segunda semana de vida. La metamorfosis, supone un cambio de hábitat y costumbres que conlleva un cambio en los hábitos alimentarios, lo que tiene una clara repercusión en el diseño de una dieta en esta etapa.

Se examina la edad y la talla larvaria en los diferentes estadios de transformación según la base de la posición del ojo en diferentes condiciones de alimentación, estableciéndose la duración del proceso.

Se ensayan 4 regímenes alimentarios con objeto de obtener diferentes crecimientos larvarios:

Densidad de presa elevada (régimen A): 4 nauplios ml<sup>-1</sup> de *Artemia*.

Densidad de presa habitual (régimen B): 2 nauplios ml<sup>-1</sup> de *Artemia*.

Dieta mixta viva (*Artemia*) e inerte (microcápsulas) (régimen C): 2 nauplios ml<sup>-1</sup> y 3 mg/ml.

Dieta inerte (microcápsulas) (**régimen D**): 3,7 mg/ml.

En todos los casos los cultivos se realizan en tanques de 300 litros con flujo continuo de agua a 20°C de temperatura, y durante los tres primeros días de vida se alimentan con rotíferos.

### Resultados. Estudio de la metamorfosis en el lenguado:

Los diferentes regímenes alimenticios ofrecidos en este estudio han dado lugar a diferentes tasas de crecimiento durante la fase larvaria. La tasa de crecimiento más elevada durante la fase larvaria (desde el inicio de la alimentación hasta el comienzo de la migración del ojo) se ha obtenido con el régimen A y la tasa más baja con el régimen D, mostrando los regímenes B y C tasas intermedias. Posteriormente, las tasas de crecimiento descienden de forma significativa y han sido similares en los tratamientos con presencia de presas vivas (regímenes A, B y C), oscilando entre el 14 y el 16% diario. Las larvas alimentadas con la dieta D, han mostrado un crecimiento prácticamente nulo en esta fase (2,6% diario).

En la siguiente tabla se muestra los valores medios de longitud total y edad en el lenguado al comienzo y al final de la metamorfosis.

Régimen alimentario	A	B	C	D
50% iniciado				
edad	9,40	12,50	11,18	15,17
longitud	5,90	5,67	5,64	5,58
50% finalizado				
edad	13,81	18,69	16,48	27,69
longitud	8,67	8,58	8,55	7,26
95% finalizado				
edad	16,37	22,38	18,56	43,91
longitud	9,57	9,34	9,36	7,90

La supervivencia final del experimento ha sido superior al 70% en los regímenes A, B y C, mientras que en el régimen D la supervivencia ha sido del 30% al día 25 y del 5% al día 37.

La migración del ojo comienza cuando las larvas alcanzan individualmente una longitud de 4,5 a 5,0 mm y la completan por encima de los 8,0 mm, exceptuando las larvas del régimen D que completan la metamorfosis con sólo 6,5 mm.

### Conclusiones. Estudio de la metamorfosis en el lenguado:

Las larvas alimentadas con diferentes cantidades de presas vivas, muestran un crecimiento y una supervivencia excelentes, mientras que las larvas que únicamente son alimentadas con microcápsulas presentan un crecimiento y una supervivencia por debajo de lo normal, lo que indica que la dieta con microcápsula presenta deficiencias nutricionales.

Durante la metamorfosis, el crecimiento en poblaciones alimentadas sin limitaciones nutricionales (dietas A, B y C) ha sido muy similar, lo que indica que una mayor disponibilidad de presas no significa necesariamente una mayor tasa de desarrollo.



La longitud larvaria es relativamente constante y menos variable que la edad de inicio de la metamorfosis (variable entre 9 y 15 días). Los cambios morfológicos ocurren en paralelo con cambios de comportamiento y fisiológicos, con independencia del tiempo requerido para alcanzar un determinado estadio. La edad a la que se produce la metamorfosis depende de las condiciones ambientales, principalmente de la temperatura del agua y de la calidad y cantidad de alimento suministrado.

### **Año 1998: “Desarrollo del cultivo intensivo de larvas y alevines de lenguado de estero (*Solea senegalensis*) utilizando microdietas inertes”.**

#### **Metodología. Crecimiento de larvas de lenguado con microdietas:**

Los ensayos de crecimiento obtenidos en el año 97, muestran la capacidad de las larvas de lenguado de capturar e ingerir alimento inerte desde edades muy tempranas, si bien, éste tipo de alimentación no es aún satisfactorio para el normal desarrollo de los primeros estadios en esta especie.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, se ha ensayado la introducción de dietas microencapsuladas una vez iniciada la metamorfosis. Así pues, desde el día 2 hasta el día 13, las larvas han sido alimentadas con rotíferos y nauplios de *Artemia*, suministrándose posteriormente una dieta microencapsulada.

#### **Resultados. Crecimiento de larvas de lenguado con microdietas:**

La tasa de crecimiento de la población control (alimentada con nauplios de *Artemia*) ha sido del 15% diario en peso, mientras que la tasa de crecimiento de la población alimentada exclusivamente con microcápsulas ha sido del 5,5%.

La supervivencia con la dieta inerte en esta fase ha sido del 60% frente al 100% que se obtiene en la población control.

El grado de desarrollo y estado de salud que alcanzan los juveniles alimentados con alimento inerte es adecuado.

#### **Conclusiones. Crecimiento de larvas de lenguado con microdietas:**

En vista de los resultados obtenidos se llega a la conclusión de que en el lenguado se puede realizar el cambio a alimentación inerte a edades relativamente tempranas.

Los resultados de crecimiento y de supervivencia de las poblaciones alimentadas con dietas microencapsuladas son aceptables, por lo que se sugiere continuar avanzando en el desarrollo de dietas inertes para la fase larvaria y postlarvaria de esta especie.

#### **Metodología. Efecto de la dieta inerte durante el desarrollo larvario:**

Se estudia el efecto que produce en la alimentación el uso de alimentos inertes y vivos durante la etapa larvaria y su influencia en el posterior destete.

Se utilizan piensos microparticulados como complemento de rotíferos y nauplios de *Artemia*.

Se emplean cinco regímenes alimentarios para evaluar el efecto de la alimentación larvaria en el posterior destete. Cada régimen alimentario fue llevado a cabo en dos tanques replicados, excepto el tratamiento L100, en el que se utilizaron cuatro réplicas.

En los siguientes cuadros se muestran las composiciones de los diferentes regímenes.

<b>Régimen alimentario L100 (ración completa de presas vivas)</b>				
<b>Alim/días</b>	<b>Alga (*10<sup>6</sup>cel ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Rotífero (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Artemia (naupl ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Pienso (mg ml<sup>-1</sup>)</b>
3-9	0,3	20	-	-
7-14	-	-	8	-
15-22	-	-	12	-
23-43	-	-	7*	-

<b>Régimen alimentario L100I50 (ración completa de presas vivas y alimento inerte media ración)</b>				
<b>Alim/días</b>	<b>Alga (*10<sup>6</sup>cel ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Rotífero (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Artemia (naupl ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Pienso (mg ml<sup>-1</sup>)</b>
3-9	0,3	20	-	2,5
7-14	-	-	8	6,5
15-22	-	-	12	8,5
23-43	-	-	7*	6

<b>Régimen alimentario L50 (media ración de presas vivas)</b>				
<b>Alim/días</b>	<b>Alga (*10<sup>6</sup>cel ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Rotífero (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Artemia (naupl ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Pienso (mg ml<sup>-1</sup>)</b>
3-9	0,3	10	-	-
7-14	-	-	4	-
15-22	-	-	5	-
23-43	-	-	3,5*	-

<b>Régimen alimentario L50I50 (media ración de presas vivas y alimento inerte media ración)</b>				
<b>Alim/días</b>	<b>Alga (*10<sup>6</sup>cel ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Rotífero (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Artemia (naupl ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Pienso (mg ml<sup>-1</sup>)</b>
3-9	0,3	10	-	2,5
7-14	-	-	4	6,5
15-22	-	-	6	8,5
23-43	-	-	3,5*	6

<b>Régimen alimentario I100 (ración completa de alimento inerte)</b>				
<b>Alim/días</b>	<b>Alga (*10<sup>6</sup>cel ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Rotífero (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Artemia (naupl ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>Pienso (mg ml<sup>-1</sup>)</b>
3-9	-	-	-	5
7-14	-	-	-	13
15-22	-	-	-	17
23-43	-	-	-	-

Después de la metamorfosis, los peces se reestabulan, en tanques de 1 y 7 m<sup>2</sup>, a una densidad de 3000 ind/m<sup>2</sup> y el nivel de agua se reduce de 70 a 30 cm.

El destete comienza el día 45 del cultivo y durante los 7 días siguientes se suministran de forma conjunta alimentos vivos e inertes. La cantidad de alimento inerte se incrementa desde 7 mg/l (día 43) hasta 25 mg/l (día 70).

Cuatro tanques procedentes de la dieta L100 se mantienen como testigos con alimento vivo, suministrándoles cantidades diarias de alimento vivo que varían desde los 3.500 nauplios por individuo del día 43, hasta los 7.000 nauplios por individuo del día 70.

Al resto de los tanques se les suministra sólo alimento inerte desde el día 50 hasta el final del experimento.

### **Resultados. Efecto de la dieta inerte durante el desarrollo larvario:**

En el periodo comprendido entre el inicio de la alimentación exógena y el final de la metamorfosis, la adición de dieta inerte no afecta al crecimiento larvario del lenguado. Excepto en las larvas en las que se aplica el tratamiento I100, en donde tanto la tasa de crecimiento como la supervivencia fueron muy bajas, en el resto de los tratamientos las tasas de crecimiento y la supervivencia han sido muy similares.

El día 50 de cultivo, se retira el alimento vivo produciéndose diferencias significativas en crecimiento y supervivencia en función de los tratamientos seguidos durante la etapa larvaria:

- Larvas alimentadas con dieta viva desde el día 3 hasta el día 43, L100 y L50, no presentan supervivencia alguna el día 60.
- Larvas alimentadas con la dieta L50I50, presentan una tasa de crecimiento similar a las que permanecieron con *Artemia*, obteniéndose pesos secos similares (27,92±6,8 y 34,03±7,3 mg respectivamente) al final del experimento (día 70) entre estas dos dietas.
- La supervivencia es inferior en los tanques en los que se obtuvo destete (39%±4,2 para la dieta L100I50 y 34%±11,3 para la dieta L50I50) en comparación a la registrada para los peces que permanecieron todo el tiempo con alimento vivo (78,5%±5).
- Las larvas alimentadas con la dieta L100I50 presentan una tasa de crecimiento durante el destete (días 43 a 70) inferior a la encontrada para las larvas que fueron alimentadas con la dieta L50I50.
- La supervivencia después del destete ha sido similar entre los diferentes tratamientos de coalimentación larvaria.

### **Conclusiones. Efecto de la dieta inerte durante el desarrollo larvario:**

Es viable realizar el cambio a alimentaciones inertes en el lenguado con edades relativamente tempranas, obteniéndose crecimientos muy cercanos a los de referencia. Para ello, es necesario utilizar dietas larvarias inertes de manera complementaria desde el inicio de la alimentación exógena.

### **Año 1999: “Incorporación de probióticos a la microdieta para larvas de peces marinos”.**

#### **Metodología.:**

Para los experimentos de suplementación con enzimas se han seleccionado 3 fuentes de proteasas diferentes:

- Pancreatina bovina (PT).
- Tripsina de bacalao (TB).
- Extracto semipurificado de intestinos de dorada (ESID).

Se elaboran las microcápsulas mediante el método de polimerización de las proteínas de la dieta, tratando de incluir las diferentes enzimas en proporción similar atendiendo a su actividad.

Se realizan ensayos *in vitro* para evaluar:

- 1- La actividad proteasa retenida en las cápsulas.
- 2- El porcentaje de actividad inicial retenida por las cápsulas después de la rehidratación durante 2 horas en agua de mar.

Posteriormente se realizan los ensayos *in vivo* para evaluar:

- 1- El crecimiento y la supervivencia de larvas alimentadas con los distintos tipos de microcápsulas.
- 2- La actividad proteasa total que presentan las larvas de cada grupo.

Para los experimentos *in vivo* con larvas de dorada, se realizan cultivos en tanques de 300 l, con circuito abierto de agua desde el día 8. El alimento microencapsulado se añadió cuando las larvas tenían 8 días. Se realizan 4 tratamientos:

- A- Control con presas vivas.
- B- Larvas alimentadas con dieta microencapsulada + pancreatina bovina.
- C- Larvas alimentadas con dietas microencapsuladas + tripsina de bacalao.
- D- Larvas alimentadas con dietas microencapsuladas + extracto enzimático de intestino de dorada.

Únicamente se han podido realizar experimentos preliminares con lenguados. Estos experimentos han consistido en ajustar la cantidad de alimento inerte que hay que suministrar diariamente para optimizar el crecimiento en la medida de lo posible. Con ello se pretende descartar que una insuficiente alimentación sea la causa de potenciales resultados negativos durante la experimentación. Para comprobar cuando una dosis puede ser limitante se han ensayado diferentes cantidades diarias de dieta microencapsulada: A) 0 mg/l, B) 7 mg/l, C) 14 mg/l y D) 28 mg/l.

### Resultados:

Se ha comprobado que la proporción entre las actividades de ESID, PT y TB es de 1:4:5, es decir, para un mismo peso de sustancia, la TB tiene 5 veces más actividad que la ESID y la PT, 4 veces más.

El rendimiento de valoración de la actividad enzimática ha sido diferente en los 3 casos, comprobándose que tampoco todas las microcápsulas contienen la misma cantidad de proteína soluble.

Los análisis realizados para evaluar la pérdida de actividad enzimática por lavado tras la rehidratación han demostrado que las cápsulas son capaces de retener los enzimas y mantener su actividad. Dos horas de permanencia de las cápsulas en la columna de agua son suficientes para ser ingeridas por las larvas. Estos resultados muestran la validez de este tipo de microencapsulado para la vehiculación de enzimas en la dieta.

Tanto en los crecimientos larvarios, como en los estados de desarrollo obtenidos con microdietas con y sin suplemento de enzimas, no se registran diferencias apreciables.

La mayor actividad enzimática se obtiene en las larvas alimentadas con suplemento de enzimas y, especialmente, en aquellas que se incluían enzimas de peces.

Los valores al noveno día oscilan entre 6 y 8 unidades por mg (U/mg) de peso en todos los casos, frente a 5 U/mg en las larvas que recibieron pancreatina y menos de 4 U/mg en las que no recibieron suplemento de enzimas en la dieta.

En cuanto a la dosificación de la dieta para las larvas de lenguado, hasta la última semana, las larvas que presentan un mayor crecimiento así como un estado de desarrollo más avanzado han sido las que estaban alimentadas con la ración más elevada. En el siguiente cuadro se muestran los valores de supervivencia y biomasa total obtenida a los días 18 y 30 con diferentes dosis de dieta inerte en doradas.

Dieta	Supervivencia (%)		Biomasa total (mg)	
	18 D	30D	18 D	30 D
<b>A</b>	100	37	63	28
<b>B</b>	100	68	71	82
<b>C</b>	100	60	78	85
<b>D</b>	100	15	84	23

### Conclusiones. Suplementación de enzimas en las microdietas:

En todos los casos en que las larvas son alimentadas con microcápsulas, se muestra una caída de la actividad enzimática el día 6 debido a que, cuando el día 4 se abre la boca, todavía se detectan enzimas procedentes de la reabsorción del saco vitelino y movilización de proteínas para la construcción de tejidos.

Los enzimas digestivos comienzan a aparecer con el estímulo de la ingestión, aunque parece que, en el caso de ingestión de rotíferos, la estimulación e inicio de la actividad enzimática gástrica es inmediata, Mientras, con dietas preparadas la aparición de actividad enzimática lleva más tiempo, detectándose con claridad a partir del día 9, es decir, 5 días después del inicio de la ingestión.

La ración diaria apropiada durante la fase pelágica en larvas de lenguado oscila entre 6 y 10 mg de dieta microencapsulada por . A la vista de los resultados, se comprueba que las cápsulas pueden incluir y aportar enzimas digestivas a las larvas.

### COMENTARIOS FINALES.

Las larvas de dorada se pueden cultivar hasta el uso de piensos comerciales utilizando dietas microencapsuladas desde el día 8. También se precisa de la adición de una pequeña porción de rotíferos, pero se demuestra que es factible suprimir la *Artemia* durante la fase larvaria.

La temporización del proceso de metamorfosis del lenguado depende en gran medida de la ración de alimento, demostrándose que las actuales dietas inertes no son válidas en esta fase.

Después del inicio de la metamorfosis, el cambio a dietas inertes microencapsuladas permite continuar el crecimiento de las postlarvas, al menos hasta el mes de vida.

La utilización de alimentación mixta durante la fase larvaria favorece de forma significativa el destete con piensos comerciales a edades relativamente tempranas.

Es factible prescindir total o parcialmente de los nauplios de *Artemia* en el cultivo de larvas y juveniles de lenguado aunque con crecimientos y supervivencias inferiores.

Los enzimas digestivos tanto de mamíferos como de peces pueden ser microencapsulados en una matriz proteica mediante polimerización de proteína, manteniendo su actividad.

Las larvas que reciben enzimas como suplemento de la dieta presentan una actividad enzimática más elevada que las que carecieron de este suplemento durante los primeros días de alimentación. Con los enzimas específicos de peces se obtuvieron mejores resultados que con la pancreatina bovina en cuanto a la inducción de la actividad enzimática.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

“Evaluación de dietas inertes microencapsuladas para el cultivo larvario de peces marinos (Dorada y Lenguado)”, publicación realizada por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

"Influence of cofeeding larval with live and inert diets on weaning the sole, *Solea senegalensis*, into commercial dry feeds", artículo de Cañavate, J.P. y Fernández - Díaz, publicado en el número 174 de la revista Aquaculture.

"A highly efficient microencapsulated food for rearing early larvae of marine fish" artículo de Yufera, M., Pascual, E. y Fernández - Díaz, publicado en el número 177 de la revista Aquaculture.

"Growth and physiological changes during metamorphosis of Senegal sole reared in the laboratory", artículo de Fernández - Díaz, C., Yufera, M., Cañavate, J.P., Moyano, F.J., Alarcón, F.J., y Díaz, M. Publicado en el año 2001 en la revista Journal of fish Biology.

## **8. PROYECTO: ANÁLISIS ECONÓMICO – FINANCIERO DE LAS EMPRESAS ACUÍCOLAS DE ANDALUCÍA. INDICADORES DE GESTIÓN**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1997

### **OBJETIVOS:**

Alcanzar un conocimiento descriptivo y explicativo de la realidad económico – financiera de las empresas del sector acuícola, analizando, mediante los estudios estadísticos pertinentes, las interrelaciones entre las variables, dependencias y sensibilidad.

Poner a disposición de las empresas del sector un instrumento de valoración y control, como el Conjunto de Indicadores de Gestión que les permita medir y juzgar su situación en relación con las demás empresas del sector.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Universidad de Málaga.

Centro: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

Departamento: Economía y Administración de Empresas

### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Antonio.

Apellidos: Ruiz Molina.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El estudio se realiza en el departamento de Economía y Administración de Empresas de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Málaga.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología:**

El presente estudio consta de tres partes:



### 1. Obtención de datos económico – financieros.

Las fuentes de información básicas que se utilizan en esta fase son:

- Balances y Cuentas de Resultados de las empresas acuícolas.
- Las memorias sobre servicio de agua realizadas por dichas empresas.
- Dirección General de Pesca de la Junta de Andalucía.
- Información básica disponible en este sentido en las distintas empresas.
- Petición directa de información no recogida en los apartados anteriores, que sea de utilidad para los fines propuestos.

La obtención de datos se realizara mediante encuestas por correo y teléfono en primer término, para pasar posteriormente si fuese necesario a complementarlas o suplirlas con entrevistas personales.

### 2. Análisis de la información.

El análisis de la información se realiza mediante una metodología inductiva apoyada en técnicas estadísticas y de investigación de operaciones.

### 3. Diseño de un programa informático.

Se recurre a la siguiente información:

- Encuestas a los directores de las empresas acuícolas.
- Análisis de la información obtenida en las fases anteriores.

### **Resultados:**

Para analizar el análisis económico financiero, se efectúa un estudio empírico cuyo objeto de investigación son todas las empresas que desarrollan como actividad principal el cultivo de recursos hidrobiológicos con fines comerciales hacia terceros y cuya producción se realiza de forma regular. Debido a las diferencias de tamaño, la población se divide en tres estratos según volumen de la cifra de negocio: grandes (>200 millones de pesetas), medianas (<200 y >50 millones de pesetas) y pequeñas (<50 millones de pesetas). Las empresas pequeñas son excluidas del análisis pues parte de las mismas no cumplen los requisitos establecidos.

La población total de 54 empresas se reduce a una población objetivo de 13. De éstas, se selecciona una muestra de 7 empresas acuícolas (2 grandes y 5 medianas) que desarrollan como actividad principal el cultivo de dorada y que en su conjunto representan el 72,8% del volumen de negocio generado por la acuicultura en Andalucía.

La información económica – financiera (balance, memoria y cuenta de pérdidas y ganancias) de estas empresas, es analizada para el periodo 1995-1997.

Los análisis efectuados corresponden a un estudio del balance y un estudio de ratios donde se evalúan 24 ratios económico – financieros, agrupados en cinco categorías: actividad, estructura, cobertura y liquidez, rentabilidad y producción.

#### *Análisis de balances*

La partida más importante en el activo son las inmovilizaciones materiales que suponen algo más de la mitad del activo. Esta cifra habla de la cuantiosa inversión que supone la infraestructura de las instalaciones de cultivo.

En el pasivo, el capital suscrito entre 1995-1997 supone entre el 76,27 y 85,58% respectivamente. Descontando los resultados negativos de ejercicios anteriores, los fondos propios en este período fluctúan entre un 47 y 52%, evidenciando empresas fuertemente capitalizadas.

En el análisis dinámico, no se observan cambios significativos en las masas patrimoniales de las empresas analizadas, tal homogeneidad, refleja un estancamiento en el crecimiento del sector.

En un análisis más detenido, se detectan diferencias significativas entre las diversas masas patrimoniales de acuerdo con el tamaño de las empresas. Una de estas diferencias se presenta en el inmovilizado, pues su origen proviene de la disparidad en las proporciones del inmovilizado material, que en las empresas grandes es mayor (78.02%), marcando una importante diferencia con las medianas (45.10%). El activo circulante también presenta diferencias que se explican a través de las existencias y la tesorería. Las diferencias encontradas en el pasivo muestran una mayor proporción de subvenciones en las empresas medianas.

#### *Análisis de ratios*

El análisis dinámico de los ratios, no muestra cambios importantes en los indicadores analizados entre 1995-1997. En base a estos resultados, es posible establecer los ratios medios que reflejan una visión del sector en su conjunto.

No obstante, en un estudio más detenido, los ratios medios son analizados en función del tamaño de la empresa con el objeto de obtener perfiles más representativos de la situación económica financiera del sector a nivel interno. En este análisis, se detectan diferencias en dos grupos de ratios: estructura y cobertura-liquidez, como producto de las diferencias encontradas en las masas patrimoniales analizadas anteriormente en el balance.

Con la obtención de los datos económico – financieros y tras un análisis de dichos datos, se procede a construir un programa informático que vincula los indicadores más relevantes que permiten un adecuado control de la gestión de las empresas acuícolas y la información disponible de dichas empresas.

## **Conclusiones:**

### *Análisis de balances*

Se puede decir que las proporciones de los grupos patrimoniales de las empresas acuícolas, presentan una relativa semejanza al equilibrio del balance tipo de una empresa industrial, caracterizado por una elevada proporción de activo fijo y, por consiguiente, el acceso a financiación a largo plazo.

Un análisis más detallado de los balances refleja diferencias importantes debido a la configuración de la cadena de valor que poseen tanto las empresas medianas como las grandes.

### *Análisis de ratios*

El ratio de actividad indica que las ventas han aumentado, sin embargo no se ha logrado la importancia económica deseada, puesto que la rentabilidad de las empresas es prácticamente nula, más aún cuando se habla de empresas medianas. Empresas con mayor activo presentan un mayor porcentaje de ventas.

Diferenciando según el tamaño de la empresa, se observa una excesiva capitalización por parte de las empresas grandes y un relativo equilibrio en las medianas.

El análisis de los ratios a nivel económico – financiero pone de manifiesto que la actividad acuícola no está generando los resultados deseables, que permitan a las empresas del sector ser competitivas frente a otros sectores productivos.

## **COMENTARIOS FINALES.**

El análisis económico – financiero de las empresas acuícolas de Andalucía, muestra que dichas empresas no son del todo rentables, siendo esta afirmación más contundente si se diferencian las empresas grandes de las medianas y pequeñas (estas dos últimas no muy rentables). La aplicación informática que se hace a raíz de la recogida de datos es una herramienta de trabajo muy útil pues en ella se seleccionan los indicadores más relevantes que permiten un adecuado control de la gestión de las empresas acuícolas en Andalucía.

## 9. PROYECTO: DESARROLLO DE UN MÉTODO DE DIAGNÓSTICO MOLECULAR PARA *Perkinsus atlanticus*.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1999

### OBJETIVOS:

El objetivo general es desarrollar un método rápido, sensible y no destructivo para el diagnóstico de *Perkinsus atlanticus*, principal parásito conocido en almejas tanto cultivadas como de poblaciones naturales.

Los objetivos específicos son:

1- Desarrollo de un método para el diagnóstico de *Perkinsus atlanticus* mediante amplificación de su ADN por PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) utilizando *primers* específicamente diseñados para el parásito.

2- Validación del método: evaluación de su sensibilidad y su aplicación a la detección de *Perkinsus* en diferentes huéspedes potenciales (*Ruditapes decussatus*, *R. philippinarum*, *Venerupis aurea*, *Venerupis pullastra* y *Venerupis rhomboides*).

3- Desarrollo de una sonda genética para el estudio de la evolución de la infección en los tejidos del huésped mediante técnicas de hibridación *in situ*.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Universidad de Granada.

Centro: Facultad de Ciencias.

Departamento: Genética.

Organismo: Junta de Andalucía.

Centro: Consejería de Agricultura y Pesca

Departamento: CICEM "Agua del Pino".

### DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:

Nombre: Manuel.

Apellidos: Ruiz Rejón.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El presente proyecto se realiza en dos lugares diferentes, en las instalaciones del CICEM "Agua del Pino" y en las instalaciones del departamento de Genética de la Universidad de Granada.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

Se trata de caracterizar una secuencia repetida específica del parásito con el fin de diseñar un método de diagnóstico basado en la amplificación mediante PCR de tal secuencia.

Para obtener ADN purificado de *Perkinsus atlanticus* se parte de almejas finas infectadas con dicho parásito. Tras la incubación en FTM, los tejidos de dichas almejas son macerados en presencia de tripsina. Los preesporangios son aislados por filtración y cultivados en agua de mar estéril con antibióticos. Las esporas obtenidas tras el cultivo son usadas para la obtención del ADN.

El ADN posteriormente se somete a digestión con una batería de 7 enzimas de restricción diferentes. Tras cortar y separar el ADN genómico de *Perkinsus atlanticus* se observa una banda intensa que tiene unos 730 pares de bases.

Basándose en la especificidad de las secuencias intergénicas del ADN ribosómico clonado, se diseñan unos *primers* de esta región para amplificar específicamente un fragmento de ADN de 554 pb del IGS de *Perkinsus atlanticus*. Estos *primers*, PK1 y PK2, se diseñan para una región de la secuencia clonada que está alejada de los genes 18S y 5S, puesto que las zonas del IGS que están próximas a dichos genes suelen, al igual que los genes, estar más conservadas entre especies. El resultado de una amplificación por PCR utilizando estos *primers* debe ser un producto de 554 pb cuando está presente el parásito.

Para conocer la efectividad de los *primers* como marcadores diagnósticos en experimentos de PCR, se realiza un experimento en el que se analizan diferentes individuos de almeja fina, tanto sanos como infectados (diferentes niveles de infección). Con este análisis se demuestra tanto la efectividad del test de diagnóstico molecular como su sensibilidad.

El disponer de una secuencia específica del parásito permite detectar dicho parásito mediante la aplicación de técnicas de hibridación *in situ*. Estas técnicas se basan en la capacidad que tienen las dos cadenas complementarias de una molécula de ADN de volver a unirse tras haber sido separadas. Al desaparecer las condiciones de desnaturalización las cadenas de ADN vuelven a unirse preferentemente con su homóloga, lo que permite localizar al parásito directamente sobre el tejido del huésped si se utiliza una secuencia de ADN específica del parásito convenientemente marcada. Esto es lo que se conoce como sonda molecular. Esta técnica de hibridación *in situ* es especialmente útil para localizar el parásito en fases muy iniciales de infección, o cuando por su morfología, es difícilmente detectable entre los tejidos del hospedador. Esto permite estudiar con precisión el ciclo de vida del parásito, estudiar el avance de la infección por los tejidos, buscar otros posibles hospedadores y diferenciar si hay más de una especie del parásito afectando a un mismo individuo.

### Resultados:

El análisis de la banda de 730 pares de bases pone de manifiesto que es una secuencia muy repetida, relacionada con el ADN ribosómico.

Para terminar de caracterizar molecularmente la región intergénica situada entre los genes ribosómicos 18S y 28S, se amplifica mediante PCR esta región. Para ello, se utilizan *primers* de secuencias conservadas existentes en los genes 28S (extremo final del gen) y 18S (extremo inicial del gen). Se obtiene un fragmento amplificado de 1573 pb, que es clonado en un vector de clonación y posteriormente secuenciado. El fragmento amplificado incluye los últimos 57 pb del gen 28S, un espaciador intergénico de 238 pb, la secuencia completa del gen 5S (124 pb), que se intercala en el espaciador intergénico IGS, el resto del espaciador IGS (1084 pb), y el extremo inicial del gen 18 S (70 pb). Este producto amplificado incluye por tanto, al fragmento de 730 pb clonado por el método convencional.

El diseño de una pareja de *primers* (PK1 y PK2) que amplifique una región específica de *Perkinsus atlanticus* tiene como principal objetivo su utilidad en el diagnóstico de infecciones parasitarias de almejas. Para comprobar la especificidad de los *primers*, en primer lugar se trata de averiguar si amplifican sólo y exclusivamente la región de 554 pb para la que han sido diseñadas a partir de ADN purificado de *Perkinsus atlanticus*. Los resultados demuestran que los *primers* amplifican con éxito dicha región de 554 pb, lo que permite comprobar la eficiencia de los *primers* propuestos.

Gracias al desarrollo de la sonda de diagnóstico ha sido posible desarrollar la técnica de hibridación *in situ* para la detección de *Perkinsus atlanticus* en los tejidos de la almeja.

### **Conclusiones:**

Analizada la secuencia del espaciador intergénico IGS, se comprueba que la secuencia de este espaciador de *Perkinsus atlanticus* es muy diferente a la de los espaciadores IGS de otras especies, por lo que la secuencia intergénica de *Perkinsus atlanticus* constituye un buen marcador taxonómico y, por ello, se puede utilizar para el diagnóstico de la enfermedad.

Se comprueba que el ADN amplificado de 554 pb que se obtiene por PCR usando los *primers* PK1 y PK2, una vez secuenciado, se corresponde con el fragmento de ADN que se quiere amplificar.

Tras el análisis de diferentes individuos de almeja fina se concluye que el método tiene una efectividad elevada pues sólo se obtienen productos de amplificación de 554 pb cuando se trata de ADN obtenido a partir de almejas infectadas, pero no sanas. Además, dado que se ha utilizado ADN genómico de almejas que presentan diferentes niveles de infección se ha cuantificado la sensibilidad de los *primers*: almejas fuertemente infectadas muestran una mayor cantidad de producto amplificado, mientras que la cantidad de producto amplificado decrece conforme el nivel de infección de las almejas analizadas también se va reduciendo.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Comunidad Autónoma de Cataluña:**

- **1997:** Mapa zoonosológico de *Perkinsus* sp. en Cataluña.

#### **Comunidad Autónoma Balear:**

- **1999:** Mapa zoonosológico de los cultivos de bivalvos (*O. edulis*, *M. galloprovincialis* y *V. verrucosa*) en el Port de Maó (Menorca).

### COMENTARIOS FINALES.

El test de PCR para *Perkinsus atlanticus* demuestra ser un método fácil, rápido, sensible y no lesivo, de diagnóstico, para infecciones producidas por *Perkinsus atlanticus* en diferentes almejas, infecciones que no son detectadas por los métodos tradicionales. Estos resultados y conclusiones son comparables a los obtenidos en trabajos encaminados a obtener tests de PCR para el diagnóstico de otras enfermedades parasitarias como las ocasionadas por *Perkinsus marinus*.

En la actualidad se desarrollan estudios mediante sonda molecular encaminados a dilucidar la progresión de la infección en los tejidos de almeja y a poner en evidencia la presencia de *Perkinsus atlanticus* en otras especies de almejas.

### DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Publicación realizada por la Viceconsejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía con el nombre “La detección de *Perkinsus atlanticus* en la almeja fina mediante técnicas moleculares”.

Publicación en la revista *Parasitology* con el nombre “Molecular characterization of ribosomal RNA genes of *Perkinsus atlanticus*: its use in phylogenetic analysis and as a target for a molecular diagnosis”.

Publicación en el II Congreso de la Sociedad Española de Genética celebrado en La Coruña en Septiembre de 1999 con el nombre “Caracterización de los genes ribosómicos de *Perkinsus atlanticus*.”

Publicación en EAFP Ninth International Conference on Diseases of Fish and Hellfish celebrado en Rodas (Grecia) en septiembre de 1999 con el nombre “Molecular diagnosis of *Perkinsus atlanticus* in *Ruditapes decussatus*”.

## 10. PROYECTO: OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DEL CULTIVO SEMI-INTENSIVO DE DORADA (*Sparus aurata*) EN GRANJAS MARINAS EN SAN FERNANDO (CÁDIZ)

### AÑO:

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1997

### OBJETIVOS:

Mejorar la calidad del cultivo semi-intensivo de dorada en estanques de tierra mediante la optimización del aporte de piensos y el aprovechamiento de los recursos naturales.

- 1- Controlar la calidad del agua durante su permanencia en el cultivo.
- 2- Controlar el deterioro de los fondos de los estanques y los aportes de materia orgánica al medio natural.
- 2- Estudiar las preferencias alimentarias y la selección de presas de la dorada durante el cultivo.
- 4- Estudiar el efecto de la reducción del aporte de pienso en el crecimiento de las doradas.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Universidad de Cádiz.

Centro: Facultad de Ciencias del Mar.

Departamento: Biología Animal, Vegetal y Ecología.

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: José Antonio.

Apellidos: Hernando Casal.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El presente proyecto se realiza en los estanques de los esteros que la empresa "Mariscos Andaluces S.L." posee en la antigua salina "Los Hermanos" situada en el término municipal de Chiclana de la Frontera (Cádiz).



## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

#### *Caracteres del medio:*

Se dispone de doce estanques de una capacidad aproximada de 4.200 m<sup>3</sup>, convenientemente preparados.

El agua procede del caño de Sancti-Petri y es introducida con la ayuda de una bomba de 1.000 l/m<sup>3</sup>, y que funciona durante el tiempo de cultivo con una media de 5-6 horas en cada marea, renovando de esta manera un 10-15% del agua de cada estanque.

Los estanques denominados 1 y 2 se mantienen vacíos y en el resto se estabulan 7.000 juveniles de dorada con un peso aproximado de 4,0 gramos, alimentados con piensos adecuados para su tamaño y en las dosis recomendadas hasta que la media de peso de los peces de cada estanque es de 70 gramos.

A partir de que los peces alcanzan un peso alrededor de los 70 gramos se cambian las pautas de alimentación:

- Estanques 1 y 2: Vacíos. Control del macrobentos y del medio de cultivo.
- Estanques 3 y 10: Aporte de pienso adecuado al tamaño de los peces y en las dosis recomendadas hasta el final del cultivo. Control del crecimiento de los peces.
- Estanques 4 y 11: Aporte de la mitad de las dosis de pienso recomendadas diariamente.
- Estanques 17 y 18: Desarrollo del cultivo estándar suprimiendo el pienso en el último mes de cultivo.
- Estanques 5, 6 y 7: Unidos debido a que los temporales de levante y poniente del mes de noviembre que derrumbaron los muros, se utiliza como una unidad con aporte estándar de pienso.

En cada estanque "in situ" y con monitores portátiles se mide mensualmente el pH, la conductividad/salinidad, concentración de oxígeno disuelto y la temperatura máxima y mínima (diariamente), así como la transparencia del agua. Se toman mensualmente muestras de agua en cada uno de los estanques, para analizar amonio y nitrito en el laboratorio. Mediante muestreadores "core" se extraen muestras de fango en cada estanque para analizarlas en el laboratorio.

#### *El cultivo de dorada:*

El aporte de pienso se realiza utilizando como estándar las dosis recomendadas a los acuicultores por las casas comerciales, determinadas en función de variables que evolucionan de manera continua (Nº de ejemplares presente en cada estanque, peso y talla medios de las doradas del cultivo y temperatura del agua).

Se capturan con artes habituales de estero un mínimo de 50 ejemplares de dorada que son pesados y medidos. A partir de los 70 gramos de peso se sacrifican 50 ejemplares que se trasladan al laboratorio, donde cada ejemplar es medido y pesado (peso total y eviscerado). También se pesa el tubo digestivo completo, vacío y el peso del contenido del tubo digestivo. En total se analizan 1.695 contenidos gastrointestinales para determinar la dieta de las doradas de cultivo, evaluando la dieta como frecuencia de ocupación y como porcentaje de volumen. Se determina también el número medio de cada tipo de presa y el número total de presas.

Para determinar el consumo total de presas, se contabilizan todas las presas encontradas en los contenidos gastrointestinales de las doradas capturadas en cada estanque.

#### **Resultados:**

##### *Caracteres del medio:*

Los resultados del análisis de las características del medio son los siguientes:

##### *Temperatura y salinidad:*

Las variaciones de temperatura del agua de los estanques son suaves, con valores máximos en el mes de agosto, rondando los 30 °C, y mínimos en enero, alrededor de los 10 °C, manteniendo la pauta térmica característica de tipo subtropical semicálido propio de la Bahía de Cádiz.

Las características físico - químicas del medio acuático de los canales de intensivo de la zona, son más estables que los esteros debido a la alta tasa de renovación y a la menor relación superficie/volumen.

La salinidad es un parámetro claramente influido por la evaporación y por la pluviosidad. La sequía sufrida en el tiempo en que se desarrolla el presente estudio, marca que exista muy poca variación en los valores medidos, apareciendo, no obstante, los valores máximos en verano.

Los valores de salinidad son elevados, dentro de los valores normales que se alcanzan en aguas del saco de la Bahía de Cádiz, correspondiéndose a los normales en los canales de intensivo e inferiores a los que se pueden alcanzar en los esteros.

##### *Oxígeno:*

Las variaciones tanto del porcentaje de saturación de oxígeno como de la cantidad de oxígeno disuelto (mg/l) son elevadas a lo largo del estudio, pero en ningún momento se observan problemas de anoxia en los ejemplares cultivados.

*pH:*

El pH oscila entre valores de 7 a 9, con poca influencia de las precipitaciones.

*Nitritos:*

Los valores de nitritos evolucionan de forma estacional (valores máximos en invierno y mínimos en primavera – verano), observándose picos en determinados estanques en mayo y sobre todo en noviembre – diciembre.

*Amonio:*

Se observan picos de amonio en el mes de septiembre (estanque 17) y noviembre (estanques 1 y 2), y menos pronunciados en los meses de primavera – verano en otros estanques.

Las concentraciones puntuales de amonio en el agua de cultivo no están originadas por éste sino que son debidas a vertidos puntuales que tienen lugar en la bahía.

*El sedimento de los estanques. La materia orgánica:*

Los análisis realizados señalan que existe una relación significativa entre la proporción de materia orgánica depositada y el tiempo de ocupación y el mes del año, sin que exista relación con el estanque, y por lo tanto con la carga, esto es la biomasa, o con el aporte de pienso.

No existe una pauta de aumento de la materia orgánica con el tipo de ocupación, mientras que el patrón estacional esta claro: desde octubre hasta enero se produce un incremento en el depósito de materia orgánica, disminuye en febrero y tiende a estabilizarse a partir de marzo.

*Los macroinvertebrados:*

Se observa el predominio de un reducido grupo de especies, con una diversidad general baja. Dentro de la comunidad de macroinvertebrados, moluscos y crustáceos tienen una presencia, en cuanto a diversidad de especies, similar a la que aparece en otros estudios realizados en las salinas del Parque Natural, a diferencia de los poliquetos, de los cuales únicamente se han recolectado dos especies y de forma más frecuente solo *Nereis diversicolor*.

Los estanques con mayor abundancia de macroinvertebrados son los estanques 1 y 2, es decir, aquellos que no han soportado cultivo de doradas, pero en los que se ha detectado presencia de peces.

*El cultivo de dorada:*

En todos los estanques la supervivencia el primer mes es del 90% y el resto de los meses del 99%, lo que, teniendo en cuenta los individuos extraídos mensualmente, determina una mortalidad total del 80%.

El peso del contenido gastrointestinal, indicador de la actividad alimentaria, presenta diferencias significativas en función del mes natural, pero no del estanque ni de la pauta de aporte de pienso. Existe una estrecha relación entre el contenido gastrointestinal y la pauta térmica, disminuyendo el peso del contenido gastrointestinal en los meses de temperaturas más bajas en todos los estanques.

No existen diferencias significativas entre los estanques una vez se analiza la actividad alimentaria.

Existen diferencias en el consumo global de invertebrados en función del estanque estudiado, con un consumo muy superior en el estanque 3. El elevado número de presas que diferencia la dieta del estanque 3 del resto de los estanques se debe a que las presas *Corophium* y *Gammarus* suponen casi el 50% del total de las presas y que son crustáceos que no tienen ese peso en la dieta de las doradas de los otros estanques. También existen diferencias en el consumo de presas en relación a la pauta de aporte de pienso, que se manifiestan en un mayor consumo de presas por aquellos estanques sometidos a la dieta estándar.

El consumo de pienso, expresado como porcentaje en volumen del contenido gastrointestinal analizado es ligeramente superior en aquellos estanques sometidos a la pauta de mitad de aporte, pero no existen diferencias significativas en función de la pauta de aporte. El mayor porcentaje de estómagos vacíos tiene lugar en los meses de invierno, de diciembre a marzo, mientras que el mayor número de contenidos con piensos aparece en los últimos meses de cada cultivo, con valores superiores al 80% de la muestra analizada.

El consumo de pienso es mayor en los últimos meses de cultivo, pero se mantiene en un rango alto de manera general salvo en los meses de invierno, cuando la actividad alimentaria es menor y predomina la fracción de invertebrados. En todos los estanques existen diferencias significativas en el consumo mensual de pienso, sin seguir un patrón común.

El mayor consumo de pienso se da cuando el aporte de pienso corresponde a la mitad.

La dorada de cultivo es una especie oportunista que utiliza preferentemente recursos naturales cuando éstos son más abundantes. Pero la selectividad entre los recursos naturales es nula o neutra, esto es, la utilización del recurso es proporcional a su disponibilidad.

La talla de los ejemplares muestreados mensualmente a partir de julio, aumenta de una manera constante y similar en todos los estanques, aunque existen diferencias significativas según los estanques. Las tallas mínimas se obtienen en los estanques 5 y 6 cuya siembra fue la más tardía, mientras que las mayores tallas son alcanzadas por las doradas del estanque 11.

En el caso del peso, la variación es ligeramente diferente, no tan paulatina y constante como en el caso de las tallas, debido a que el peso se encuentra influido por una serie de factores tales como la temperatura, la disponibilidad de recursos, la densidad, etc. Hay un fuerte incremento del peso en el mes de mayo. Además las diferencias entre los estanques vuelven a ser significativas, de nuevo es el estanque 5 el que tiene un peso inferior y el estanque 11 el de mayor peso.

El mismo patrón se encuentra al observar las variaciones del peso eviscerado. El menor crecimiento del estanque 5 se explica por su siembra más tardía, con ejemplares de menor potencial de crecimiento.

El factor de condición representa la relación entre el crecimiento en peso y en longitud, lo que da una idea del grado de engorde del pez. La condición de las doradas presenta diferencias significativas en función del estanque de cultivo, encontrando de nuevo los valores más bajos para el estanque 5 y los más altos para el 4, presentando cierta relación con la pauta de alimentación.

### **Conclusiones:**

Los resultados obtenidos en el estudio señalan que, con las cargas a las que se trabaja, el impacto del cultivo en el medio es reducido. Los niveles más altos de amonio y nitritos no presentan relación con el cultivo, estando posiblemente su origen en vertidos realizados en la Bahía de Cádiz, zona altamente humanizada. En cuanto al aporte de materia orgánica procedente del cultivo, el estudio revela que no existen diferencias significativas en los estanques sometidos a cultivo de aquellos que no lo están y cuya situación puede ser equiparable al medio natural, al estar colonizados por los ejemplares que entraron al llenarse.

Por lo tanto, con las cargas a las que se ha trabajado, el cultivo semi – intensivo no es responsable de impactos negativos en el medio.

Desde el punto de vista trófico, se puede considerar a las doradas como especies oportunistas, capaces de utilizar las presas en función de su disponibilidad, ejerciendo una selección positiva sobre algunos de los recursos. En este sentido, potenciar las características del medio que permitan la proliferación y el desarrollo de estas poblaciones en concreto, posiblemente favorezcan el mayor consumo de estos recursos.

El crecimiento, como condición, se encuentra relacionado con el consumo de pienso, a mayor consumo de pienso, mejor condición.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### ***Comunidad Autónoma de Andalucía:***

- **1997:** Estudio de alimentación y manejo de dorada (*Sparus aurata*) en estanque en régimen semiintensivo.

### **COMENTARIOS FINALES.**

Las cargas utilizadas durante el ciclo de cultivo estudiado, no han sido en ningún caso limitantes ni significativas en cuanto a su impacto a variables ambientales, por lo que se debería intentar llevar a cabo cultivos con mayores densidades.

El peor comportamiento en cuanto a crecimiento de las doradas se ha producido en los estanques donde la siembra se realiza de forma tardía, junio; en estas fechas los peces pueden provenir de puestas tardías o forzadas y por tanto de peor calidad biológica, o provenir de puestas naturales de poco potencial de crecimiento, con lo cual retrasan el establecimiento de cría. Por lo tanto, es recomendable iniciar el cultivo entre los meses de abril y mayo, es decir los meses de primavera, que es cuando la calidad de la “semilla” y las condiciones ambientales son idóneas.

Se aconseja disminuir la dosis de pienso a la mitad de la recomendada por los fabricantes, ya que se estima que en cultivos semi - intensivos, donde existe una comunidad de macroinvertebrados, la población de doradas allí estabulada utiliza los recursos del medio.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Publicación realizada por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía con el nombre “Estudios sobre el cultivo semi – intensivo de la dorada en granjas marinas”.

## **11. PROYECTO: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA GESTIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA EN EXPLOTACIONES ACUÍCOLAS DE ENGORDE.**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1997

### **OBJETIVOS:**

Diseño, desarrollo y primera fase de implementación de una aplicación informática orientada hacia la gestión técnico – económica de explotaciones piscícolas marinas de engorde, cuya distribución podría llevarse a cabo gratuitamente.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Universidad de Almería.

Centro: Escuela Técnica Superior.

Departamento: Biología aplicada.

### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Francisco Javier.

Apellidos: Moyano López.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El presente proyecto se lleva a cabo en las instalaciones del departamento de Biología Aplicada de la Escuela Técnica Superior de la Universidad de Almería.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología:**

En un primer momento se lleva a cabo la revisión y evaluación de algunas aplicaciones existentes en el mercado ya disponibles por el grupo de trabajo.

Se pretende primeramente diseñar únicamente una aplicación destinada a explotaciones de engorde, pero con una estructura de la aplicación que permita su posterior ampliación hacia instalaciones de preengorde y criadero.

Una vez se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo de las aplicaciones del mercado, se pasa al diseño de la aplicación en sí, basada en la combinación de una base de datos, una hoja de cálculo y un programa de gráficos.

Una vez diseñada la aplicación, se procede a ensayar la aplicación en una piscifactoría de la provincia de Almería. Si la operatividad y resultados son los esperados, se planteara el diseño de un análisis de grupo, contando para ello con la difusión que entre los acuicultores puede realizar la correspondiente Dirección general.

**Resultados:**

Se ha realizado una aplicación que recibe el nombre de CIPRES (Control Integrado de Piscifactorías: Rendimiento, Estadísticas y Seguimiento).

Con esta aplicación se pueden almacenar datos de diferentes piscifactorías concernientes a datos generales de manejo de lotes tales como, datos generales de lotes de peces que en una determinada piscifactoría se cultivan, variables ambientales de las aguas de la piscifactoría, así como un registro tanto de las operaciones diarias como de las operaciones periódicas que allí se llevan a cabo.

También se puede llevar a cabo la introducción de variables económicas tales como precio de piensos, precio de compra de alevines, precio de venta de lotes, coste total de mano de obra e instalaciones, impuestos, amortizaciones, etc.

Combinando los datos del lote con los datos de las variables económicas, se llevan a cabo diferentes operaciones que generan un informe.

Lamentablemente, no se ha llegado a concluir la aplicación y por tanto no ha llegado a ser operativa.

**Conclusiones:**

La aplicación informática para la gestión técnico – económica en explotaciones acuícolas de engorde es una versión preliminar que ha servido para evaluar los principales aspectos prácticos que una herramienta de este tipo debería gestionar. No se ha hecho operativa ya que su completo desarrollo y evaluación habría requerido una inversión económica superior a la inicialmente presupuestada.

**COMENTARIOS FINALES.**

Debido a diversos problemas como el cambio de persona dedicada a la programación, el presente proyecto tuvo que limitar sus objetivos iniciales, restringiéndose al desarrollo de una versión preliminar del software.

**DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Los resultados parciales fueron presentados en una Jornada de Divulgación realizada en la Consejería de Agricultura y Pesca en Sevilla y en unas Jornadas patrocinadas por la Diputación de Almería sobre las actividades de los Grupos de Investigación de la Universidad de Almería.



## 12. PROYECTO: ESTUDIO DE LA ALIMENTACIÓN Y MANEJO DE ESTANQUES EN CULTIVOS SEMI-INTENSIVOS DE DORADAS

### AÑO:

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1999

### OBJETIVOS:

Establecer la dosificación óptima y su distribución en el tiempo del alimento en cultivo de doradas.

Evaluar los métodos de suministro en estanques para evitar la acumulación de pienso en el fondo y el deterioro de las condiciones de cultivo.

Para todo lo dicho anteriormente, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el alimento sobrante en condiciones normales de cultivo, a diferentes volúmenes y con distintos regímenes de dosificación del alimento.
- Establecer las correspondientes tasas de crecimiento e índices de conversión.
- Establecer las pautas de movimiento de las doradas en estanques de cultivo, y su relación con el suministro de alimento.
- Ensayar nuevas dosificaciones a distintos volúmenes de cultivo y evaluar sus resultados en cuanto a aprovechamiento y asimilación.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Agricultura y Pesca. Delegación Prov. de Huelva.

Centro: CICEM "Agua del Pino".

Departamento: Producción.

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Oscar.

Apellidos: Moreno Escalante.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Una primera parte del proyecto, el cultivo de dorada en tanques, se lleva a cabo en las instalaciones del CICEM "Agua de Pino"; mientras que la segunda parte del proyecto, el cultivo de dorada en estanques de tierra, tiene lugar en las instalaciones de la empresa Langostinos de Huelva, S.A.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología. Alimentación en tanques de cultivo:

Las experiencias en medio controlado se desarrollan durante dos años (entre mediados de julio y mediados de diciembre en 1998 y entre agosto y diciembre en 1999), en épocas en las que la temperatura del agua supera los 13-14 °C para asegurar la alimentación de los ejemplares y por tanto los resultados de los ensayos.

Para los cultivos de doradas se pretende que la carga en los tanques sea la misma que la que se establece en los cultivos semiintensivos en estanques de tierra ( $\approx 1 \text{Kg/m}^3$ ), para poder comparar los resultados obtenidos en los tanques de pequeño volumen con lo que ocurre en el medio natural.

Se establecen dos condiciones de cultivo diferentes:

- *Tanques cilíndricos de polietileno (TC) de 15 m<sup>3</sup>.*

Agua de mar filtrada por 100  $\mu\text{m}$  y temperatura ambiente, ya que se encuentran en un área descubierta. Los tanques son cubiertos por una malla de sombrero para evitar la proliferación de macroalgas, muy intensa durante el verano.

Durante el verano de 1998 se utilizan 3 tanques de cultivo, en cada uno de ellos se cultivan 75 doradas de un peso aproximado de 220 g y 23 cm de longitud total en el muestreo inicial. Durante 1999 se utilizan 2 tanques con 75 doradas cada uno pero con un peso medio de 163 g y 21 cm de longitud total.

- *Tanques rectangulares de hormigón (TH) con 5 m<sup>3</sup> de volumen.*

Agua filtrada por 25  $\mu\text{m}$ , pasada por una luz ultravioleta y con temperatura aproximadamente constante de  $20 \pm 1$  °C ubicados dentro de una nave de cultivo. En este caso, se cuenta con dos tanques durante 1998 y tres durante 1999, en ambos años se introducen 25 ejemplares de doradas de tamaño similar con el fin de mantener la carga inicial de los cultivos.

Diariamente se toma en cada tanque una temperatura máxima y mínima, lo que permite establecer la dosis aportada de alimento.

Semanalmente se realiza un control de talla y peso a uno de los tanques de alguno de los tratamientos alternativamente, considerando que los valores obtenidos son extrapolables para las demás réplicas. En cada muestreo se recogen 25 ejemplares. En el primer y último muestreo, se cuenta con el total de los ejemplares en los tanques.

Para la alimentación de los tanques se utiliza pienso extruido marca Trouw tipo Trouvit B-22 de tamaño de grano 5, el adecuado para el tamaño de los peces según la tabla de dosificación suministrada por el fabricante.

En las dos condiciones de cultivo la estrategia de alimentación es la siguiente:

- Aportar inicialmente el pienso según la tabla de dosificación.
- Recoger al día siguiente el pienso sobrante.

- En caso de sobrar pienso, repetir la misma dosis durante dos o tres días, y posteriormente reducir el aporte un punto bajo el valor recomendado por la tabla. En caso de no recoger pienso sobrante, se aumenta la dosis un punto sobre el valor de la tabla.

El aporte de pienso se realiza diariamente de forma manual mediante bandejas de fondo de malla por la mañana, después de haber recogido las sobras del día anterior. En las bandejas de fondo de malla se deposita el pienso previamente pesado, lo que permite la recuperación de la bandeja en cualquier momento sin pérdida significativa de pienso.

Después de suministrar el pienso sobre las bandejas, al día siguiente se procede a recoger el contenido sobrante, vertiéndolo después sobre otro filtro de luz de malla de 200  $\mu\text{m}$  y dejándolo escurrir durante 24 horas. Posteriormente se pesa el pienso así escurrido.

### Resultados. Alimentación en tanques de cultivo:

La siguiente tabla muestra los valores de temperaturas máximas y mínimas (media+intervalo de confianza) durante el periodo de estudio en 1998 y 1999:

Año	Tanques	Máxima	Mínima
1998	Temp. amb.	20,79+0,88	19,03+0,87
1998	Temp. const.	20,26+0,23	19,53+0,24
1999	Temp. amb.	22,44+0,61	20,71+0,56
1999	Temp. const.	20,19+0,26	19,75+0,25

Se observa que, en los tanques a 20°C, la temperatura se mantiene estable a lo largo del periodo de estudio. En los tanques a temperatura ambiente, el cultivo se inicia a temperaturas relativamente altas y van descendiendo a medida que avanza el otoño, llegando un momento en que la temperatura desciende hasta tal punto que la tasa de alimentación de las doradas es muy baja.

Las pautas de crecimiento de las doradas sometidas a los tratamientos descritos son diferentes. Los ejemplares en condiciones de temperatura ambiente presentan mayor crecimiento en peso y éste es semejante en las tres réplicas de la experiencia. Para ambos años, en los tanques con temperatura 20°C, el crecimiento es ligeramente menor y se ajusta de manera más exacta a una recta, debido al mantenimiento de la temperatura.

En la siguiente tabla se recogen los resultados finales de cultivo en peso:

Año	Tratamiento	Peso final (g)	Carga final (g)	Días de cultivo
1998	Temp. amb.	494,5	37.083	197
1998	Temp. cte. (20°C)	437,8	10.945	195
1999	Temp. amb.	505,8	37.937	194
1999	Temp. cte. (20°C)	436,1	10.902	190

El consumo de pienso se expresa como porcentaje en peso de pienso seco en relación con la carga del tanque. Se observan grandes variaciones en los consumos de pienso en los diferentes tanques el mismo día, como en un mismo tanque en días sucesivos. Las tasas medias de consumo de pienso para los distintos tanques a temperatura ambiente son de 1,58, 1,61 y 1,67 respectivamente y 1,72 y 1,67 para los de temperatura 20°C en 1998, mientras que en 1999 los valores son de 1,01, 1,04 y 1,10 para los tanques a 20°C y de 1,71 y 1,72 para los tanques a temperatura ambiente.

Las tasas de conversión del pienso resultan ser de 1,87 para los tanques a temperatura ambiente y 1,74 para los tanques a temperatura constante.

Para los tanques a temperatura constante, no se observa ninguna relación entre el consumo de pienso y los factores considerados (temperatura y peso) en ninguno de los dos años, mientras que en los tanques a temperatura ambiente sí se observa una relación entre el consumo de pienso y la temperatura.

A individuos mayores se obtienen tasas de alimentación menores, pero los resultados de las experiencias no permiten establecer una relación clara para ambos tratamientos.

#### **Conclusiones. Alimentación en tanques de cultivo:**

Las pautas de crecimiento de las doradas sometidas a temperatura ambiente y las pautas de comportamiento de las doradas sometidas a una temperatura constante de 20°C son diferentes, siendo el crecimiento de las que se encuentran sometidas a temperatura ambiente mayor.

La tasa de alimentación depende fundamentalmente de dos factores: la temperatura del agua (relación directa) y el peso de los peces (relación inversa). Así, los consumos de pienso por las doradas, calculado como diferencia entre el pienso aportado y recogido, varía a lo largo de las experiencias principalmente en función de las variaciones de la temperatura.

Se observan descensos importantes del consumo en los tanques a temperatura constante, debidos fundamentalmente al aumento del peso de los ejemplares y a la ligera disminución de la temperatura que se produce al final de la experiencia.

En los tanques a temperatura ambiente y durante la época estival se produce un aumento de la tasa de ingestión proporcional a la temperatura sin que se observe que la temperatura puede llegar a ser un factor limitante. De todas formas, temperaturas máximas superiores a las obtenidas (27°C) son poco recomendables para cualquier cultivo de peces, por lo que no son de interés ensayos a temperaturas superiores.

#### **Metodología. Cultivo en estanques de tierra:**

El objetivo principal de esta experiencia es evaluar el comportamiento de las doradas en un estanque de cultivo. Para ello, se marcan algunos ejemplares con marcas electrónicas que van adosadas al dorso de los individuos. Con la ayuda de un hidrófono direccional, se realiza un seguimiento puntual en el tiempo de los ejemplares marcados, con el propósito de hacer un seguimiento de las doradas en el momento de aporte de pienso y estimar si realizan posteriores visitas a la zona de alimentación.

Las experiencias en estanques se llevan a cabo en verano, eligiéndose dos balsas. Una de las balsas tiene una superficie de 24.416 m<sup>2</sup> y en ella se siembran 122.351 doradas de 34,5 gramos en octubre de 1997 y al comienzo de la experiencia el peso medio es de 167,5 gramos; la otra balsa con 11.582 m<sup>2</sup> se siembra con 44.413 doradas de 48,4 gramos en octubre de 1997 siendo su peso al inicio de la experiencia de 204,2 gramos.

La alimentación de las doradas en los estanques se realiza mediante aporte desde un muro, utilizando una máquina tractor manejada por un operario, que dispersa el pienso a gran distancia sobre la balsa y a lo largo de todo un lateral de la balsa.

#### **Resultados. Cultivo en estanques de tierra:**

Primeramente se marca a los ejemplares, que una vez marcados, se mantienen en un tanque aparte en observación hasta constatar su total recuperación, momento en el cual se trasladan a la balsa donde se realiza el control con el receptor de ultrasonidos.

El comportamiento de las doradas marcadas en el estanque es muy variable, y el hecho de obtener datos puntuales a lo largo del día no permite establecer una pauta clara.

No se observa una relación entre la situación de las doradas y la concentración de oxígeno disuelto. Incluso en verano, en condiciones de menor concentración de oxígeno no se observa que las doradas se dirijan a zonas como la compuerta de entrada de las balsas, más ricas en oxígeno.

Sí se observa un comportamiento relacionado con la alimentación. Las doradas distribuidas por diversas zonas de la balsa, se dirigen en el momento del aporte hacia la zona donde se suministra el alimento. Sin embargo, no se puede constatar si hay visitas posteriores a la zona de alimentación para ingerir pienso depositado en el fondo, pero esto parece ser así, ya que las redes de malla fina colocadas en el fondo de la balsa, donde se deposita el pienso al caer después del aporte, resultan vacías al ser retiradas.

#### **Conclusiones. Cultivo en estanques de tierra:**

El aporte de alimento lleva asociado el agrupamiento, en un breve tiempo, de los ejemplares en la zona de alimentación, para posteriormente desplazarse a otras áreas consideradas de descanso, pero no se descarta que puedan realizar visitas en otro momento con el fin de aprovechar el pienso inicialmente no consumido y que por su estabilidad se encuentra disponible en el fondo de las balsas.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Comunidad Autónoma de Canarias:**

- **1997:** Evaluación del empleo de fuentes proteicas de diverso origen en piensos de engorde de dorada (*Sparus aurata*).
- **1998:** Evaluación del empleo de fuentes proteicas de diverso origen en piensos de engorde de dorada. (Continuación de años anteriores).
- **1999:** Evaluación del empleo de fuentes proteicas de diverso origen en piensos de engorde de dorada. (Continuación de años anteriores).

**Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1997:** Evaluación a escala piloto de una dieta inerte microencapsulada para el cultivo larvario de peces marinos (dorada y lenguado) desde la primera semana de vida hasta el uso de piensos comerciales.
- **1997:** Optimización y mejora del cultivo semiintensivo de dorada (*Sparus aurata*) en granjas marinas de San Fernando (Cádiz).
- **1999:** Mejoras prácticas en el preengorde de dorada. Cultivo en jaulas. (Proyecto coordinado con la Comunidad Autónoma de Baleares).

**COMENTARIOS FINALES.**

El crecimiento de la dorada depende en gran manera de la temperatura, lo que obliga a planificar bien los cultivos porque la época del año para la siembra de alevines o semillas va a depender de cuándo se quiera obtener el producto final por necesidades del mercado, teniendo en cuenta que durante al menos 3 meses no se va a producir un incremento apreciable del peso, y de sí las condiciones ambientales son las adecuadas para la propia siembra.

### 13. PROYECTO: ENSAYO DE DETOXIFICACIÓN DE MOLUSCOS BIVALVOS

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1997

#### OBJETIVOS:

Determinación del tratamiento más adecuado para la eliminación de la biotoxina PSP (Paralitic Shellfish Poison), que habitualmente acumulan “corrucos” (*Acanthocardia tuberculata*) y “vieiras” (*Pecten maximus*) en los bancos naturales del litoral Mediterráneo

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Delegación de Agricultura y Pesca de Huelva.

Centro: CICEM “Agua del Pino”.

Departamento: Producción.

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Manuela.

Apellidos: Santamaria Martínez.

#### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La toma de muestras se efectúa mediante barcos en las zonas de actividad del sector, en distintas fases del año y el análisis de las muestras se realiza en las instalaciones del CICEM “Agua del Pino”.

#### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

##### Metodología:

El inicio de la experiencia tiene lugar con la llegada al CICEM de los primeros ejemplares. Como paso previo se plantea llevar a cabo unos **ensayos de estabulación** tanto de vieiras como de corrucos, para determinar las condiciones más idóneas de su ubicación en el Centro.

Las vieiras son colocadas en cestas de ostras suspendidas en los tanques del semillero del Centro; y los corrucos se distribuyen en bandejas de reproductores de almejas. Para ambos, circuito abierto de agua a 20 °C con aporte continuo de alimento cultivado en las instalaciones del CICEM.

A partir de los ensayos previos de supervivencia, en el transcurso del año se **analizan biotoxinas** en tres lotes más de corrucos y dos de vieiras. La biotoxina estudiada en los corrucos es la P.S.P. (biotoxina hidrosoluble paralizante) dado que en los corrucos muestreados se alcanzan niveles no tolerados de la misma. La biotoxina estudiada en vieiras es la A.S.P. (toxina amnésica).

El método de determinación de la biotoxina P.S.P. es su extracción en caliente, en medio ácido, macerado acuoso de la vianda o carne de molusco bivalvo y, eliminación de la misma utilizando el bioensayo de ratón.

La preparación de las muestras para la detección de A.S.P. se realiza según el método descrito por Lawrence et al y Quilliam et al.

A lo largo de los ensayos de detoxificación se analiza diariamente el agua de entrada en los tanques ya que la luz de malla de los filtros puede permitir el paso de algunas especies de fitoplancton productoras de toxinas tipo P.S.P.

### **Resultados:**

En cuanto al **método de estabulación** se refiere, las vieiras se adaptan perfectamente, no presentando ningún problema de mortalidad y adaptándose este sistema de mantenimiento de ejemplares para sucesivos bioensayos. En los corrucos las pérdidas son considerables desde un principio. A causa de la alta mortalidad de corrucos estabulados en bandejas de reproductores de almeja, se ensayan otros sistemas de mantenimiento, primero en sustrato arenoso, luego en cestas igual que las vieiras; y por último, en cestas directamente depositadas en el fondo de los tanques, siendo éste el sistema más adecuado para la supervivencia de los ejemplares, lo que permite el seguimiento del lote de corrucos durante dos meses.

Para la realización de los ensayos de **determinación de la biotoxina P.S.P.** en corrucos, se utilizan 20 ejemplares, realizándose un análisis inicial a la llegada de cada lote, de cinco muestras cada uno y sucesivos análisis semanales de 2 ó 3 muestras. En los tres lotes de corrucos analizados (corrucos 2, corrucos 3 y corrucos 4), a pesar de haber mantenido a los individuos en condiciones fuera de la influencia de la biotoxina durante periodos entre 4 y 6 semanas, el nivel de ésta baja algo pero nunca por debajo de los 300 µg/l, que es el límite superior permitido según la normativa vigente.

Se utilizan dos lotes de vieiras para la **determinación del contenido de A.S.P.** Las concentraciones de ácido domoico (µg/g de tejido) detectadas en las vieiras analizadas oscilan entre 28,67 y 145,60 ppm según Lawrence; y entre 80,17 y 167,29 según Quilliam, siempre por encima del límite permitido, observándose una variabilidad significativa entre los dos métodos, siendo la técnica de Quilliam la que presenta valores más altos. No se observan diferencias significativas entre las distintas réplicas analizadas según la variabilidad de la talla media, desviación típica, talla máxima y talla mínima.

### **Conclusiones:**

Tanto en corrucos como en vieiras, se concluye que no es efectiva una detoxificación de P.S.P ó A.S.P. mediante la técnica de someter a los ejemplares a una depuración temporal en medio exentos de las biotoxinas.

### **COMENTARIOS FINALES.**

Ya que el método utilizado en la determinación de biotoxinas no ha dado los resultados esperados, sería conveniente ampliar los estudios de influencia de métodos de refrigeración o congelación en el descenso de la toxicidad para ambas especies, lo cual podría ser más práctico y viable.



#### **14. PROYECTO: OBTENCIÓN DE BIOMASA CONCENTRADA DE MICROALGAS MARINAS PARA SU UTILIZACIÓN COMO ALIMENTO LARVARIO DE ESPECIES MARINAS**

##### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1997

##### **OBJETIVOS:**

- 1- Aplicar los procedimientos más asequibles para concentrar cultivos masivos de varias especies de microalgas marinas y evaluar su eficacia.
- 2- Determinar la capacidad de preservación de los concentrados celulares con el tiempo y modo de almacenamiento.
- 3- Evaluar una serie de metodologías avanzadas para la determinación fiable y rápida de la viabilidad celular y estado fisiológico de las poblaciones celulares, bajo los distintos tratamientos.

##### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Centro: Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía.

Departamento: Oceanografía.

Organismo: Junta de Andalucía.

Centro: Consejería de Agricultura y Pesca.

Departamento: CICEM "El Toruño".

##### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Luis M<sup>a</sup>.

Apellidos: Lubián Chaichío.

##### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El presente proyecto se realiza en las instalaciones de dos instituciones diferentes. En el CICEM "El Toruño" se realizan los cultivos masivos de microalgas marinas así como su concentración y conservación. La función del Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía se centra en los aspectos analíticos para evaluar la viabilidad celular en función de los distintos tratamientos de concentración y almacenamiento.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

Las especies de microalgas marinas utilizadas en el estudio, escogidas por su interés en el campo de la Acuicultura o de la Biotecnología, son *Tetraselmis suecica*, *Nannochloropsis gaditana*, *Dunaliella salina* y *Isochrysis galbana*.

Los cultivos de las microalgas marinas se basan en el uso de agua de mar natural microfiltrada y medio f/2 como fertilizante. Los cultivos masivos se realizan en bolsas de 400 litros alcanzando densidades máximas entre 125 y 250 mg de biomasa seca por litro de cultivo, según la especie de alga. En tanques de 2.000 litros las densidades máximas se sitúan entre 90 y 250 mg de biomasa seca por litro. Bajo condiciones óptimas de luz y temperatura, en el periodo comprendido entre Mayo y Octubre, se consiguen densidades máximas de 600 mg de materia seca por litro, en cultivos de la microalga *N. gaditana*.

Los métodos que se establecen para la concentración de los cultivos de microalgas son tres:

- 1- Micropulverización en contracorriente de aire caliente ("spray drying").
- 2- Centrifugación en continuo.
- 3- Filtración tangencial.

Desde el punto de vista de la conservación de concentrados algales, se siguen dos criterios:

- 1- Conservación de biomasa inerte apta para su uso como alimento acuícola; los concentrados de microalgas son liofilizados y envasados al vacío.
- 2- Preservación de la biomasa concentrada viva; los concentrados se mantienen refrigerados a 2°C.

Las densidades celulares de los cultivos de partida en cada una de las especies y las de los concentrados celulares que se obtienen se especifican en la siguiente tabla:

Especies	Densidad celular partida N 10 <sup>6</sup> cél ml <sup>-1</sup>	Den. celul. concentrado N 10 <sup>6</sup> cél ml <sup>-1</sup>	Factor de concentración
<i>T. suecica</i>	1,7	85,0	x 50
<i>N. gaditana</i>	57,0	17.100	x 300
<i>D. salina</i>	0,65	32,5	x 50
<i>I. galbana</i>	7,0	350,0	x 50

Los concentrados se dividen en cuatro lotes que son almacenados en cámara fría (condiciones de oscuridad y temperatura de 5 °C). Los cuatro lotes corresponden a las siguientes cuatro variantes de almacenamiento:

- A- Almacenamiento directo, sin ningún tratamiento adicional (control).
- B- Almacenamiento en atmósfera inerte (nitrógeno).
- C- Almacenamiento en medio hipersalino (salinidad 120 ).
- D- Almacenamiento del concentrado previa adición de cloranfenicol (40 ppm).

A intervalos de tiempo se toman muestras de cada lote y para cada especie, para llevar a cabo los distintos análisis conducentes a determinar la viabilidad de material biológico.

En cada una de las especies se prueban siete concentraciones distintas, obtenidas por filtración tangencial a partir del cultivo original (C1); del mismo modo, también se hacen sucesivas diluciones.

Todos los concentrados se almacenan en cámara fría y se toman muestras sucesivamente en el tiempo para analizar la viabilidad celular. Para la determinación de la viabilidad celular se han utilizado cuatro métodos:

- 1- Capacidad de regeneración de cultivos a partir de concentrados.
- 2- Determinación del nivel de degradación de los pigmentos fotosintéticos.
- 3- Medidas de la capacidad fotosintética.
- 4- Citometría de flujo.

#### **Resultados:**

La concentración de microalgas marinas basada en la **micropulverización del cultivo algal en contracorriente de aire caliente (“spray-drying”)** permite obtener células ya secas, si bien, paralelamente a la cosecha de microalgas, se produce la deposición de sal disuelta en el medio de cultivo, la cual, en términos de peso seco representa una fracción muy superior en relación al peso máximo obtenido para las microalgas. La desproporción de sal producida al utilizar este sistema de cosechado para algas, desaconseja su uso directamente en cultivos.

La concentración de microalgas marinas basadas en una **centrifugación en continuo** produce una pasta de algas escurrida, sin prácticamente agua en el espacio intercelular, lista para su congelación y/o liofilización posterior.

Este método se encuentra bien caracterizado permitiendo recoger de una manera rutinaria una pasta de algas lista para, según se elija, resuspender o liofilizar. De forma general, las células mayores (procedentes de las tres especies de mayor tamaño, *T.suecica*, *D.salina* e *I.galbana*) son centrifugadas con los mayores caudales (400 l/h), obteniendo una retención celular prácticamente del 100%, mientras que las células menores (*N.gaditana*) son procesadas con un bajo caudal (250 l/h) consiguiendo retenciones del 90-95%.

Las cuatro especies de microalgas estudiadas no experimentan mortalidad tras el proceso de centrifugación.

La concentración de microalgas marinas basadas en una **filtración tangencial** permite obtener hiperconcentrados celulares, en los que el factor de concentración celular llega a ser de 200. Es el sistema ideal para estudiar la capacidad de almacenamiento en el tiempo de las microalgas bajo refrigeración a 2°C.

La concentración celular de las microalgas *T.suecica*, *D.salina*, *I.galbana* y *N.gaditana* produce resultados similares para las cuatro especies, indicador de que para este proceso es de escasa importancia el tipo de célula algal utilizada.

Esta técnica de concentración no afecta a la viabilidad celular de las microalgas estudiadas. Las cuatro especies son capaces de regenerar cultivos.

La conservación de biomasa algal se realiza de dos maneras diferentes:

1- Liofilización de microalgas previamente concentradas mediante centrifugación en continuo.

2- Pasta algal, debido a la sensiblemente menor cantidad de agua intercelular, lo cual favorece la ulterior liofilización.

Una vez liofilizadas, las microalgas son envasadas en bolsas al vacío para su posterior estudio o utilización como alimento.

Respecto a la capacidad de **regeneración de cultivos a partir de concentrados**, se obtienen dos tipos de respuesta claramente diferenciados según la especie. Así en *D.salina* e *I.galbana* se observa un descenso lineal de viabilidad a partir de los 7 días de almacenamiento, disminución de la viabilidad que fluctúa hasta los 15 días para *I.galbana* y los 21 días para *D.salina*, momentos en los cuales no se puede obtener cultivo nuevo a partir de ambos concentrados.

Con *T.suecica* y *N.gaditana* los resultados son más satisfactorios, manteniendo durante un mayor periodo de tiempo la capacidad de regenerar cultivos en ambos casos, con una clara influencia de las condiciones de almacenamiento de los concentrados. En el caso de *T.suecica* los mejores tratamientos resultan ser el propio control y el almacenamiento bajo condiciones de salinidad elevada, en los que aún se obtiene crecimiento al cabo de 190 días de almacenamiento. Con *N.gaditana* los resultados son similares en cuanto a que los concentrados celulares mantienen la capacidad de regenerar cultivos al menos durante dos meses después de haberlos almacenado, con independencia del modo de hacerlo.

Los análisis de **feopigmentos** no muestran ser un buen indicador de la viabilidad celular, ya que excepto *I.galbana*, en el resto de las especies no se detectan feopigmentos, incluso en el caso de *D.salina* que al cabo de 15 días de almacenamiento no es capaz de generar nuevos cultivos en ninguno de los tratamientos.

Los datos que se obtienen con el **fluorímetro** aplicando la técnica de pulso de saturación de luz muestran que tanto en *T.suecica*, como *N.gaditana*, el rendimiento fotoquímico óptimo disminuye conforme aumenta el periodo de almacenamiento, cualquiera que sea el modo en que se lleve a cabo.

Se realizan **análisis con el citómetro de flujo**. Los resultados del primero de ellos muestra como las poblaciones de las distintas microalgas sin concentrar se distribuyen para cada caso en una nube bien definida. Existen una serie de eventos fuera de ésta nube de puntos que corresponde a lo que se conoce como “debris” o partículas de deshecho, generalmente partículas subcelulares procedentes de células lisadas. En estas mismas poblaciones, una vez concentradas mediante filtración tangencial, excepto en *N.gaditana* que lo es mediante centrifugación, se observa como el aumento de estas partículas es claramente patente en los casos de *D.salina* y *T.suecica*, con una disminución ostensible de la población celular inicial. Esto es indicativo de uno de los principales problemas que tiene el proceso de concentración, la lisis celular, que se manifiesta en especies que como *D.salina* carecen de pared celular. En el caso de *T.suecica* éste efecto es menor y no parece afectar más que a una parte lo suficientemente pequeña de la población, como para que los resultados de viabilidad sean comparables con los obtenidos en otra especie como *N.gaditana*, que no se ve afectada por el proceso de concentración celular.

Respecto a *I.galbana*, el proceso de concentración no parece afectar a la integridad celular, por lo que la pérdida de viabilidad a los pocos días de ser almacenada se debe a causas relacionadas con la tolerancia a la propia concentración celular o el modo de almacenamiento.

### **Conclusiones:**

La filtración tangencial se revela como un sistema idóneo, alternativo a la centrifugación, para obtener concentrados celulares y proceder a su almacenamiento.

La viabilidad de los concentrados de microalgas en función del tiempo y modo de almacenamiento, presentan dos tipos de respuesta respecto a la capacidad de éstos para regenerar cultivos. *D.salina* e *I.galbana* pierden a los pocos días de ser almacenadas su capacidad de regeneración de cultivos, la primera se afecta más por el proceso de concentración, mientras que en la segunda se afecta más por el propio almacenamiento. Asimismo, en ambas existe una relación inversa entre la viabilidad de los lotes almacenados y el grado de concentración celular de los mismos. Por otro lado, *T.suecica* y *N.gaditana* muestran mucha mayor resistencia y permanecen viables, en la primera de ellas, hasta los 190 días de almacenamiento en los concentrados sin tratamiento y en los almacenados en condiciones de hipersalinidad, y en el segundo caso hasta los 284 días en los concentrados tratados con antibióticos.

La citometría de flujo es una técnica idónea, rápida y fiable para analizar la viabilidad de las poblaciones celulares mediante la utilización de fluorocromos específicos. En éste sentido hay que diferenciar el tipo de respuesta de la especie *N.gaditana*, opuesta a la de las otras especies, por sus especiales características de permeabilidad de la pared celular.

#### **COMENTARIOS FINALES.**

Los pobres resultados obtenidos con *D.salina* e *I.galbana* supone un estímulo para profundizar en la investigación en estas dos especies de reconocido interés desde el punto de vista tanto industrial como comercial.

Desde una perspectiva global, la biomasa procedente de las microalgas marinas, ya sea para su utilización como alimento en Acuicultura o para su aplicación en el campo de la Biotecnología, ofrece la posibilidad de almacenamiento en condiciones de conservación de la viabilidad celular durante meses. En cada especie deben ser estudiadas las condiciones idóneas de colecta y almacenamiento, si bien en éste estudio se pone de manifiesto técnicas de detección de la viabilidad celular rápidas y fiables que pueden ser aplicadas en cada caso como indicadores del grado de idoneidad de la biomasa algal conservada.

#### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Publicación realizada por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía con el nombre “Obtención de biomasa concentrada de microalgas marinas para su utilización como alimento larvario de especies marinas”.

## 15. PROYECTO: ACLIMATACIÓN Y ENGORDE DE PULPO (*Octopus vulgaris*) Y SEPIA (*Sepia officinalis*) BAJO DISTINTAS CONDICIONES Y SISTEMAS DE CULTIVO. OBTENCIÓN DE PUESTAS Y PRODUCCIÓN DE POSTLARVAS.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 1999

### OBJETIVOS:

El presente proyecto persigue como objetivo principal la aplicación directa de los conocimientos actuales en el cultivo de pulpo (cultivo principal) y sepia (cultivo secundario) para diversificar la producción acuícola en la zona Suratlántica.

Este objetivo general se desglosa en:

1º- Ensayo de densidades y sistemas de cultivo:

#### *Pulpo:*

Determinación de tasas de crecimiento de los ejemplares alimentados con presas naturales, estabulados en tanques de fibra y en jaulas dispuestas en una estructura flotante situada en un estanque de tierra.

#### *Sepia:*

Determinación de tasas de crecimiento de los ejemplares alimentados con presas naturales, estabulados en tanques de fibra y tanque de hormigón, a distintas densidades de cultivo y con diferentes renovaciones de agua, con alimento natural.

2º- Producción y alimentación de paralarvas. A partir de puestas producidas por los individuos anteriormente cultivados, se determinará la tasa de crecimiento y supervivencia de paralarvas de pulpo en tanques de preengorde, alimentadas con presas naturales (zooplancton) obtenidas del medio natural.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Agricultura y Pesca. Delegación Prov. de Cádiz.

Centro: CICEM "El Toruño".

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: José Luis.

Apellidos: Muñoz Pérez.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto se realiza en las instalaciones del CICEM "El Toruño", y es desarrollado por el personal adscrito a este Centro.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología. Pulpo:

#### *Captura de pulpos*

Los pulpos se capturan desde una embarcación al efecto mediante un sistema de pesca artesanal denominado “chivo” o pulpera. Los individuos capturados son mantenidos en tanques provistos de aireación y refugios de PVC hasta llegar a las instalaciones de “El Toruño”.

#### *Estabulación y engorde en tanques*

Después de un acondicionamiento previo en el laboratorio se estabulan en cuatro lotes homogéneos, con dos réplicas cada uno, sin separación de sexos.

Los tanques utilizados para el engorde son cuadrados de 1,4 m de lado. Para evitar fugas se llenan de agua 50 cm y se recubren con un tejido poroso. El circuito de agua es abierto. Se dota de refugios a los ejemplares. La temperatura del agua oscila entre los 11°C y los 15°C y la salinidad se mantiene entre 31,5 y 37,7 ppt.

La alimentación consiste en un 75% de cangrejos y un 25% de peces varios, suministrados en distintas dosis según los pesos iniciales.

Mensualmente se realizan muestreos de peso en todos los individuos. El periodo de engorde tiene una duración de 90 días, hasta que se observa un comportamiento reproductivo, momento en el cual, se reestabulan los lotes.

Los parámetros de crecimiento que se han considerados son los siguientes:

- Peso total del individuo a lo largo del periodo de engorde.
- Eficiencia de conversión.
- Tasa de crecimiento específico (G).

#### *Engorde en jaulas*

Dos lotes de 12 ejemplares de pulpo cada uno, son estabulados en jaulas cilíndricas sumergidas en la reserva de agua que el Centro dispone para el abastecimiento de las instalaciones. En el interior de dichas jaulas se disponen 12 refugios en dos niveles: 6 en el fondo y distantes 50 cm, y otros 6 a 60 cm de altura y también equidistantes 50 cm. El volumen total de las jaulas sumergidas es de 0,869 m<sup>3</sup>.

La ración diaria de alimento ha consistido en un 75% de cangrejos y un 25% de peces.



### *Cultivo larvario*

Cuando se observa un comportamiento de intento de cópulas en el proceso de engorde, se forman cuatro lotes de reproductores compuestas por 4 machos y 4 hembras de pesos similares, en tanques independientes de las mismas características que los utilizados en los de engorde.

Como la puesta se realiza sobre la parte superior de la oquedad de los refugios, y en previsión de posibles rodamientos, éstos son estabilizados mediante prolongaciones transversales fijadas con gomas elásticas.

Una vez observada la puesta, refugios y hembras son introducidos en tanques de incubación de 100 cm de alto por 50 cm de diámetro en circuito abierto y provisto de aireación. Las paralarvas recién nacidas migran inmediatamente a la superficie del agua del tanque donde son recogidas en el interior de un tamiz.

Las paralarvas eclosionadas son introducidas en tanques cilíndricos de 300 l de capacidad, con fotoperiodo natural, variando la salinidad entre 36,5 y 37,5 ppt y la temperatura entre 19,5 y 21,8°C. Se ensayan 3 densidades de cultivo: 10, 25 y 50 larvas/l.

### **Resultados. Pulpo:**

#### *Captura*

Se capturan en el medio natural 150 ejemplares de pesos variables entre 0,4 y 1,4 Kg.

#### *Estabulación y engorde en tanques*

En la siguiente tabla se resumen los valores de los parámetros estudiados:

	<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>GRUPO 4</b>
<b>Nº Ejemplares</b>	32	16	16	32
<b>Peso inicial medio (g)<math>\pm</math>dn</b>	1393 $\pm$ 374	1250 $\pm$ 348	443 $\pm$ 190	631 $\pm$ 239
<b>Peso final medio (g)<math>\pm</math>dn</b>	3198 $\pm$ 758	2863 $\pm$ 768	1468 $\pm$ 545	1565 $\pm$ 555
<b>Incremento medio diario (g)</b>	20	17,9	11,4	10,4
<b>Eficiencia de Conversión (%)</b>	21,4	19,2	18,9	13,2
<b>Tasa de Crecimiento Específico (G)</b>	0,83	0,83	1,20	0,90
<b>Carga inicial media (K/m<sup>3</sup>)</b>	22,2	10,0	3,5	10,0
<b>Carga final media (K/m<sup>3</sup>)</b>	43,2	20,0	10,2	21,8
<b>Supervivencia (%)</b>	84,4	87,5	87,5	87,5

En los grupos 1 y 2 los crecimientos experimentados son similares, sin que al parecer tenga ninguna influencia las cargas iniciales ni las densidades de cultivo consideradas.

La menor biomasa del grupo 3, unida a un menor peso inicial, parece influir en su crecimiento, que es mayor que en el resto de los grupos.

La supervivencia al final del engorde es similar en todos los grupos excepto en el grupo 1 que fue ligeramente inferior, hecho que era de esperar dada la carga y el peso medio final alcanzado.

### Engorde en jaulas

Debido a las numerosas bajas que se han ido observando en las limpiezas diarias y en sucesivos muestreos semanales, la experiencia se dio por finalizada al mes del inicio.

En el siguiente cuadro se resumen las características iniciales y finales del cultivo:

	GRUPO 1		GRUPO 2	
<b>Nº Ejemplares</b>	12		12	
<b>Peso inicial medio (dn)</b>	1325	(155)	1397	(144)
<b>Peso final medio (dn)</b>	1810	(270)	1835	(315)
<b>Incremento medio diario (g)</b>	17,3		15,6	
<b>Carga inicial (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	18297		19292	
<b>Carga final (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	5560		4075	
<b>G (%)</b>	1,11		0,96	
<b>Supervivencia (%)</b>	25		17	

La Eficiencia de Conversión no ha sido calculada debido a los casos de canibalismo observados.

Inicialmente, la ración diaria de alimento ha sido del 3% de la biomasa total del cultivo, pero al detectarse casos de canibalismo se incremento la ración diaria de alimento al 7%. Aún así, los fenómenos de canibalismo han seguido ocurriendo.

### Cultivo larvario

Una vez fecundadas las hembras, la totalidad de las mismas realizan la puesta en los refugios introducidos al efecto.

De las 16 hembras reproductoras, 4 mueren por causas desconocidas después de haber realizado la puesta, por lo que los huevos fijados en la parte superior del habitáculo son introducidos en recipientes rectangulares donde se simula una incubación natural, consiguiendo de esta manera, que las 4 puestas eclosionen.

Seguidamente se muestran las condiciones de reproducción:

<b>Nº de hembras reproductoras:</b>	16 (4 mueren tras la puesta)
<b>Peso medio:</b>	1,8±0,3 Kg
<b>Periodo de puesta:</b>	Abril – Junio
<b>Características del agua:</b>	Temperatura: 20,6±1,5°C Salinidad: 37,9±0,8 ppt
<b>Duración del desarrollo embrionario:</b>	45±15 días
<b>Periodo de eclosión:</b>	15±3 días
<b>Nº de paralarvas eclosionadas por hembras:</b>	237.000±35.000

La alimentación de las paralarvas eclosionados ha consistido:

- A lo largo de la primera semana en nauplios de artemia de unas 500µ enriquecidos con fitoplancton a una densidad de 1 nauplio/ml.

- A partir de la segunda semana se ensayan tres tipos de alimentos: metanauplios de Artemia, mysis de camarón y zoeas de cangrejo (esta última dieta fue desechada debido a que atacan a las paralarvas de pulpo cuando adquieren un tamaño similar a ellos).

- Se probó una alimentación de las paralarvas con pienso artificial, provocando una degradación de la calidad de las aguas que causó la muerte de todas las paralarvas en 24 horas.

La supervivencia a lo largo de las 5 semanas fue la siguiente:

<b>Primera semana:</b>	70%
<b>Segunda semana:</b>	37%
<b>Tercera semana:</b>	24%
<b>Cuarta semana:</b>	8%
<b>Quinta semana:</b>	0%

El mayor tamaño medio medido ha sido de  $4,3 \pm 0,4$  mm de longitud total al final del cultivo, no habiendo diferencias de crecimiento entre los distintos ensayos.

#### **Conclusiones. Pulpo:**

Cuando los pulpos son estabulados en tanques, los valores de los parámetros de crecimiento observados durante la fase de engorde son similares a los obtenidos en otros estudios en condiciones parecidas, si bien, la estabulación separada de machos y hembras mejoraría los crecimientos.

En el engorde en jaulas, los fenómenos iniciales de canibalismo se producen tanto por la alta carga de estabulación como por el menor acceso que los ejemplares refugiados en el nivel superior de la jaula tienen sobre el alimento suministrado, que irremediablemente cae al fondo, siendo consumido por ejemplares del nivel inferior.

Los valores registrados tanto de temperatura como de salinidad influyen de forma decisiva sobre la supervivencia.

Las características biométricas de las puestas obtenidas mediante cultivo larvario, son similares a las descritas por otros autores para esta especie.

#### **Metodología. Sepia:**

Se recogen varias puestas realizadas en restos vegetales de aguas someras de la zona. En total han sido 1.460 huevos agrupados en racimos de 270 a 400 huevos cada uno.

Los racimos son mantenidos en tanques de fibra de  $0,1 \text{ m}^3$  con buena aireación y circuito abierto, a una temperatura de  $19,4 \pm 1,2^\circ\text{C}$  y una salinidad de  $34,6 \pm 1,4$  ppt. Las larvas recién eclosionadas se recogen y estabulan en tanques aparte.

La densidad de estabulación de las larvas es de  $250 \text{ ind/m}^2$  en tanques de fibra de  $100 \times 50$  cm de superficie y una altura de agua de 8 cm, sin sustrato y en circuito abierto, a una temperatura de  $20,3 \pm 1,4^\circ\text{C}$  y a una salinidad de  $36,1 \pm 1,2$  ppt. Hasta la total eclosión se han utilizado 10 tanques a razón de 125 larvas por tanque.

### Resultados. Sepia:

Se desconoce el tiempo transcurrido desde la puesta en el medio natural hasta la recolección. La eclosión de las larvas se produce a los 21 días de incubación. El tamaño de las larvas es de 5 mm de LM y de 100 mg de peso húmedo. La tasa de eclosión ha sido del 84%.

Desde el primer día de estabulación, las larvas son alimentadas “*ad libitum*” con *Artemia*, y distintas clases de invertebrados vivos. Se observa ataques exitosos y aceptabilidad en presas como anfípodos, estados larvarios de camarones, pequeños coleópteros acuáticos, larvas de mosquitos y larvas de peces. Todas las presas tienen un tamaño inferior al 75% de la longitud total de la LM de la larva.

Al cabo de las 3 semanas, el alimento suministrado incluía presas mayores, como alevines de peces y camarones de tamaño ligeramente inferior al de las larvas de la sepia (10 mm).

Después de 6 semanas de cultivo, los juveniles son estabulados en un estanque de tierra de unos 1.000 m<sup>2</sup> para su cultivo extensivo. El sistema de muestreo empleado y la coexistencia de otros animales posibles predadores en el cultivo extensivo (lubinas, doradas, anguilas) hizo que no se pudiese estimar la supervivencia final.

### Conclusiones. Sepia:

A la vista de los resultados obtenidos en esta primera experiencia, y viendo las altas supervivencias de las larvas de sepia alimentadas con presas naturales, se plantea la posibilidad de realizar cultivos de zooplancton y de invertebrados como presas potenciales.

### OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

#### **Comunidad Autónoma de Cataluña:**

- **1996:** Desarrollo de experiencias encaminadas a la cría experimental de pulpo (*Octopus vulgaris*) hasta el tamaño denominado “popet”.
- **1998:** Cultivo larvario y juvenil del pulpo. *Octopus vulgaris*.
- **1999:** Cultivo integral del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) en el Mediterráneo: reproducción y cultivo larvario. (Proyecto en coordinación con la Comunidad Autónoma de Murcia).

#### **Comunidad Autónoma de Murcia:**

- **1999:** Cultivo integral del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) en el Mediterráneo: reproducción y cultivo larvario. (Proyecto en coordinación con la Comunidad Autónoma de Cataluña).

### COMENTARIOS FINALES.

La fuerte demanda de cefalópodos que se está produciendo por parte del consumidor en los últimos años, el descenso de las capturas y la necesidad de diversificar la producción acuícola con nuevas especies, unido al alto valor económico que se está registrando en las lonjas, hace que el cultivo intensivo de pulpos y sepias sea de gran interés para el sector productor.

## 16. PROYECTO: CULTIVO DE LA CORVINA (*Agryrosomus regius*). (Proyecto coordinado con la CA de Baleares).

### AÑO:

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 2001

### OBJETIVOS:

- Determinación de las tasas de crecimiento en engorde en jaulas de alevines provenientes del medio natural con diferentes dietas y su adaptación a ellas (pescado triturado, pienso semihúmedo OMP 10:10:1, pienso extrusionado comercial). Se realizará en Baleares (en la Estación de Acuicultura del Puerto de Andratx, Dirección General de Pesca-Gobierno Balear).
- Determinación de las tasas de crecimiento en tanques de preengorde y estanques de tierra de juveniles provenientes del medio natural con diferentes dietas y adaptación a ellas (pescado triturado, pienso semihúmedo OMP 10:10:1, pienso extrusionado comercial). Se realizará en Andalucía (en el CICEM "El Toruño", Dirección General de Pesca – Junta de Andalucía).
- Crear un futuro stock de reproductores con los juveniles utilizados para las pruebas de engorde para poder plantear, en un futuro, pruebas en cautividad, tanto en Baleares como en Andalucía.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Dirección General de Pesca Marítima y Cultivos Marinos.

Centro: Estación de Acuicultura del Port d'Andratx.

Departamento: Recursos Marinos y Acuicultura.

Organismo. Consejería Agricultura y Pesca, Delegación Provincial Cádiz.

Centro: Centro Investigación y Cultivo Especies Marinas "El Toruño".

### COORDINADOR DEL PLAN EN BALEARES:

Nombre: Elena

Apellidos: Pastor Gracia

### COORDINADOR DEL PLAN EN ANDALUCÍA:

Nombre: Alfonso

Apellidos: Sánchez de Lamadrid Rey.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

La parte del proyecto desarrollado en la CCAA de Baleares, tiene lugar en las jaulas flotantes de la Estación de Acuicultura del Puerto de Andratx en Mallorca.

La parte del proyecto desarrollada en Andalucía tiene lugar en las instalaciones de “El Toruño”.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología:**

Los juveniles necesarios para realizar el estudio se capturan en la desembocadura del Guadalquivir. Tras la captura, los peces pasarán una cuarentena de aproximadamente 10 días de duración en las instalaciones de “El Toruño”, tras la cual, la mitad de los peces serán transportados hacia Baleares para el inicio de las pruebas.

En el Puerto de Andratx el lote de corvina se divide en dos, estabulándose en dos jaulas cuadradas de 2,5 m de lado y 12 m<sup>3</sup> de volumen.

La alimentación se realiza “ad libitum” con pescado y calamar fresco o congelado, suplementado en un principio con vitamina C y posteriormente con un premix vitamínico de la casa TROUW.

El seguimiento se realiza mediante el muestreo de los dos lotes cada 30 días, determinándose el peso y la talla del 50% de la población previa anestesia con MS222. Se calcula el índice de conversión del alimento (I.C.) y la tasa instantánea de crecimiento en peso (Gp).

#### **Resultados:**

El comienzo del proyecto se vio retrasado un año debido a la escasez de corvinas en los canales de riego de la marisma del Guadalquivir, lugar donde se había previsto capturarlos. La escasez de corvinas tuvo lugar debido a las condiciones meteorológicas de la primavera de 1999, que provocaron una bajada de salinidad en la zona y por lo tanto una ausencia de corvinas.

Debido a la falta de ejemplares para el comienzo de la experiencia, tuvo lugar la captura de corvinas mediante pesca de arrastre en la desembocadura del Guadalquivir. Se capturaron un número considerable de corvinas, aún así la experiencia tuvo resultados negativos al presentarse una mortalidad del 100% de los ejemplares causada por la hiperinflación de la vejiga natatoria durante su captura. Gracias a estas corvinas muertas, se pudo determinar la alimentación de esta especie en el medio natural que se basa fundamentalmente en boquerones y gambas. Los pesos de los mismos oscilaban entre los 12 y los 126 g.

En otoño del 2000 se consiguieron pescar 109 juveniles de corvina y 2 adultos en los canales de riego de la empresa Pesquerías Isla Mayor. Tras la pesca de los mismos, se mantuvieron en un tanque en cautividad sin alimentación y sin ningún tratamiento. En noviembre del 2000 fueron trasladados a las instalaciones de “El Toruño”, manteniéndose dos lotes, el de juveniles y el de adultos. Fueron sometidos a una cuarentena y a tratamientos profilácticos a base de formol. Se fue adaptando a los peces a la alimentación en cautividad con pescado fresco (boquerón), calamar y cangrejo. A los juveniles el alimento se les daba triturado.

Se llevaron a cabo dos muestreos de las corvinas, observándose que los pesos medios eran de 186,9 g en enero y 193,8 g en marzo en los juveniles. Los adultos pesaron 4.160 g y 6.270 g en marzo, observándose una mayor dificultad a la aclimatación a la cautividad.

El 28 de marzo del 2001 murió la corvina adulta (hembra madura), de menor tamaño, observándose por el estómago vacío y el bajo índice hepatosomático (0,6%) una caquexia por falta de adaptación al alimento.

En abril del 2001 el lote se dividió en dos y 50 individuos de peso medio 111,8 g se trasladaron a Baleares para el inicio del engorde en jaulas flotantes. Los individuos llegaron al Puerto de Andratx en perfectas condiciones.

Los resultados obtenidos por los dos lotes muestran que tanto el I.C. (Índice de Conversión) como el Gp (tasa instantánea de crecimiento en peso) son bastante similares.

En la jaula P7 se obtiene un incremento de peso de 232,5 g en apenas tres meses (29/03/01-21/06/01), peso ligeramente inferior al conseguido en la jaula P8, 255,4 g, en ese mismo periodo. Por el contrario, para ese mismo periodo de tiempo el incremento de talla de los individuos pertenecientes a la jaula P7 (114 mm) es ligeramente superior a la talla alcanzada por los individuos pertenecientes a la jaula P8 (88,3 mm).

Los peces se han adaptado perfectamente a las condiciones de estabulación en jaulas flotantes, no habiéndose producido por el momento, ninguna baja.

#### **Conclusiones:**

Resta un largo tiempo para que los peces actualmente estabulados alcancen la talla de reproductores.

#### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

##### ***Comunidad Autónoma de Andalucía:***

- **1993:** Formación de un banco de reproductores de tres especies autóctonas de interés comercial (hurta, corvina y rombo).
- **1999:** Cultivo de la corvina.

#### **COMENTARIOS FINALES.**

Las pruebas realizadas en Cádiz, en el CICEM "El Toruño" han demostrado que las corvinas soportan condiciones desfavorables (hasta 45 ppt y 26 °C).

No existe bibliografía con respecto al mantenimiento en cautividad de ejemplares adultos y juveniles de corvina, salvo una experiencia realizada en 1997 por Calderón *et al* en la que se concluye con éxito el crecimiento de juveniles, no siendo así en reproductores.

## 17. PROYECTO: DOMESTICACIÓN DE LA HURTA (*Pagrus auriga*). CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN

### AÑO:

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 2000

### OBJETIVOS:

1. Aclimatación de las hurtas a la cautividad (domesticación).

Con este objetivo se pretende conocer las condiciones en las que se puede mantener las hurtas en cautividad. Por un lado, determinar su comportamiento en cautividad, así como las tasas de crecimiento de individuos jóvenes, de tal forma que se pueda comparar con otras especies de espáridos que se cultivan en la actualidad.

2. Conocer de la evolución gonadal de la hurta en cautividad.

Mediante este objetivo se complementarán los conocimientos sobre reproducción natural de la hurta, que ya se han establecido en estudios previos en las costas de Cádiz, permitiendo afinar en el periodo de puesta exacto y poder establecer el momento más idóneo para realizar la inducción de la puesta mediante tratamientos hormonales.

3. Inducción de la puesta mediante tratamientos hormonales.

Una vez determinados los niveles de hormonas esteroides y su relación con el desarrollo gonadal, se tratará de conseguir la inducción de la puesta en esta especie mediante tratamientos hormonales con GnRH y análogos, que permitirá la obtención de ovocitos maduros para su fecundación en los tanques de cultivo.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

Centro: CICEM "El Toruño".

Departamento: Producción.

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Salvador.

Apellidos: Cárdenas Rojas.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto se realiza en las instalaciones del CICEM "El Toruño", y es desarrollado por el personal adscrito a este Centro.



## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

Las primeras muestras se recogen el 26 de octubre de 1999 y con una periodicidad mensual se realizan muestreos hasta el 29 de septiembre de 2000. Los ejemplares son marcados con marcas electrónicas intramusculares y marcas en T para su identificación individualizada en cada uno de los muestreos.

Una vez identificados por su marca electrónica son pesados y medidos antes de proceder a la extracción de sangre.

La extracción de sangre se realiza mediante punción en la vena caudal.

Las muestras de sangre son centrifugadas en una centrífuga de mesa a 4°C y 3.000 rpm durante 15 minutos. El plasma es cuidadosamente separado y colocado en tubos Eppendorf limpios, etiquetados y congelados a -20°C para su posterior utilización.

El método de detección de los esteroides gonadales, testosterona (T) y estrógenos (E<sub>2</sub>)(17β-estradiol), ha sido el ELISA, método validado en especies como la lubina.

Las muestras destinadas a su estudio histológico son sometidas a una metodología rutinaria de fijación, inclusión, sección y realización de técnicas histomorfológicas.

### Resultados:

Se parte de una población inicial de 28 ejemplares de sexo desconocido, mantenidos en cautividad en condiciones naturales de fotoperiodo y temperatura, en aguas de mar circulante y alimentación *ad libitum*. Únicamente sobrevivieron 21 ejemplares a todos los puntos de muestreo. Con cinco de los ejemplares que murieron se realizó el análisis histológico del estado gonadal.

Se realizan 11 muestreos en los cuales se mide la longitud furcal media (LFm), longitud total media (LTm) y peso medio (Pm). En el siguiente cuadro se muestra la LFm, LTm y Pm mínima y máxima de todos los muestreos.

<b>MUESTREO 1 (26 de octubre de 1999)</b>			
<b>LFm</b>	<b>LTm</b>	<b>Pm</b>	<b>Observaciones</b>
30,3 cm	34,4 cm	982,5 g	Muestreo de 24 ejemplares
<b>MUESTREO 2 (26 de noviembre de 1999)</b>			
<b>LFm</b>	<b>LTm</b>	<b>Pm</b>	<b>Observaciones</b>
34,9 cm	39,5 cm	1103 g	Se añaden 4 ejemplares más. Muestreo de 28 ejemplares
<b>MUESTREO 3 (23 de diciembre de 1999)</b>			
<b>LFm</b>	<b>LTm</b>	<b>Pm</b>	<b>Observaciones</b>
30,0 cm	33,8 cm	945 g	Muerte del ejemplar N°8. Muestreo de 27 ejemplares
<b>MUESTREO 4 (20 de enero de 2000)</b>			
<b>LFm</b>	<b>LTm</b>	<b>Pm</b>	<b>Observaciones</b>
30,1 cm	33,5 cm	925 g	Muestreo de 27 ejemplares
<b>MUESTREO 5 (25 de febrero de 2000)</b>			
<b>LFm</b>	<b>LTm</b>	<b>Pm</b>	<b>Observaciones</b>
30,4 cm	34,11 cm	929 g	Un animal con infección ocular.
<b>MUESTREO 6 (24 de marzo de 2000)</b>			
<b>LFm</b>	<b>LTm</b>	<b>Pm</b>	<b>Observaciones</b>
31,2 cm	34,6 cm	956 g	Dos nuevas infecciones oculares. Un animal (N° 25) queda tuerto.
<b>MUESTREO 7 (28 de abril de 2000)</b>			
<b>LFm</b>	<b>LTm</b>	<b>Pm</b>	<b>Observaciones</b>
30,7cm	32,7 cm	962,4 g	Muestreo de 23 ejemplares. Muerte de 4 animales
<b>MUESTREO 8 (25 de mayo de 2000)</b>			
<b>LFm</b>	<b>LTm</b>	<b>Pm</b>	<b>Observaciones</b>
31,5 cm	34,85 cm	997 g	
<b>MUESTREO 9 (30 de junio de 2000)</b>			
<b>LFm</b>	<b>LTm</b>	<b>Pm</b>	<b>Observaciones</b>
31,6 cm	35,8 cm	997 g	Muestreo de 22 ejemplares. Muerte de 1 ejemplar.
<b>MUESTREO 10 (8 de agosto de 2000)</b>			
<b>LFm</b>	<b>LTm</b>	<b>Pm</b>	<b>Observaciones</b>
31,9 cm	36,1 cm	1002 g	Muestreo de 21 ejemplares. Muerte de 1 ejemplar. Dos hurtas con infección ocular
<b>MUESTREO 11 (29 de septiembre de 2000)</b>			
<b>LFm</b>	<b>LTm</b>	<b>Pm</b>	<b>Observaciones</b>
33,2 cm	37,8 cm	1115 g	Muestreo de 21 ejemplares

Los valores de testosterona a lo largo de todo el estudio oscilaron entre los 0,03ng/ml (ejemplar 11, mes de junio de 2000) y 2,72 ng/ml (ejemplar 3, octubre de 1999), siendo la media total de 0,8 ng/ml. Los animales han mostrado un comportamiento bastante repetitivo respecto a los niveles de testosterona. De forma general, se observan los niveles más elevados en el primer muestreo (1,52 ng/ml de media). A continuación los niveles descienden, presentando una ligera elevación en el mes de febrero (1,13 ng/ml de media) y abril (0,81 ng/ml de media) de 2000 y, obteniéndose los mínimos del ciclo a finales de junio de 2000 (0,40 ng/ml de media). Se inicia una nueva subida en los niveles de testosterona en agosto (0,59 ng/ml de media) y septiembre (0,75 ng/ml de media) de este mismo año.

El grupo analizado muestra unos valores muy bajos de estradiol, en su mayoría fuera del rango de detección del ensayo que se ha desarrollado. Los valores mínimos de estradiol se observaron en los meses de febrero (0,0153 ng/ml) y marzo (0,071 ng/ml) de 2000, mientras que los máximos se observaron en junio de 2000 (0,038 ng/ml), justo antes de empezar el periodo de puesta y en septiembre de 2000 (0,05 ng/ml). Aún así, estas diferencias no son significativas y los valores de estradiol obtenidos en la hurta son tan bajos que deben considerarse niveles basales propios de animales inmaduros.

La principal causa de muerte parece estar relacionada con alguna infección ocular inicial y que desarrolla una septicemia bacteriana y/o vírica.

El análisis histológico de 5 ejemplares muertos en los meses de marzo (3), mayo (1) y junio (1), revelan que sus gónadas no han progresado a lo largo del ciclo reproductivo como sería de esperar. Los 5 ejemplares eran hurtas hembras. Únicamente el ejemplar 22, de gran tamaño, presentaba en su gónada durante el mes de marzo un número relevante de ovocitos tempranos de vitelogénesis.

### **Conclusiones:**

Los ejemplares de hurta analizados son todos hembras. A esta afirmación se llega tras el estudio de la longitud de los mismos, el análisis histológico de las gónadas y los perfiles y niveles de esteroides.

Tras el análisis de los niveles de estradiol y testosterona, así como de la talla y los análisis histológicos, se llega a la conclusión de que la mayoría de los animales son inmaduros, no habiendo experimentado el proceso de pubertad.

Los animales de mayor tamaño (500-2.500 g) que han experimentado el proceso de pubertad, no han progresado en su ciclo vitelogénico.

El ciclo reproductivo de esta especie no ha avanzado de la forma esperada.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### ***Comunidad Autónoma de Andalucía:***

- **1993:** Formación de un banco de reproductores de tres especies autóctonas de interés comercial (hurta, corvina y rombo).
- **1994:** Formación de un banco de reproductores de tres especies autóctonas de interés comercial (hurta, corvina y rombo).

### COMENTARIOS FINALES.

- Es necesario adecuar las condiciones de confinamiento en tanques de las hurtas, tratando de que se aproximen, en la medida de lo posible, a las condiciones ambientales del medio natural. Este hecho, minimizaría el estrés y facilitaría el éxito del cultivo. En este sentido, el cultivo de hurtas en tanques al aire libre y la manipulación del fotoperiodo y la temperatura pueden contribuir al éxito de su reproducción.

- El estrés de las hurtas puede ser debido al poco tiempo de aclimatación a la cautividad y, por lo tanto, los niveles de estradiol o incluso de testosterona no se corresponden con los valores fisiológicos normales. La solución sería trabajar con estos animales tras un periodo mayor de aclimatación (2 ó 3 años en tanques).

- Es necesario comparar los niveles de esteroides en animales inmaduros con los de animales adultos de gran talla para determinar si los niveles de esteroides son característicos de la hurta o son el resultado de la inmadurez de los resultados.

## **18. PROYECTO: MEJORAS PRÁCTICAS EN EL PREENGORDE DE DORADA: CULTIVO EN JAULAS (Proyecto coordinado con la CA de Baleares)**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 2000

### **OBJETIVOS:**

El objetivo de este trabajo es determinar los crecimientos y supervivencias en el preengorde de doradas entre 0,5 y 20 g en jaulas de 15-50 m<sup>3</sup> de capacidad en las siguientes condiciones:

- Preengorde de dorada en jaulas de 50 m<sup>3</sup> en un puerto o abrigo en la costa. Alimentación en continuo durante las horas de luz mediante comederos automáticos de reloj. (Estación de Acuicultura del Puerto de Andratx; Dirección General de Pesca del Gobierno Balear).
- Preengorde de dorada en jaulas flotantes de 15 m<sup>3</sup> dentro de estanques de tierra. Alimentación en continuo durante las horas de luz. (C.I.C.E.M. El Toruño, Andalucía).
- Preengorde de dorada en corrales de 50 m<sup>3</sup> de capacidad en estanques de tierra. Alimentación en continuo durante las horas de luz. (C.I.C.E.M. El Toruño, Andalucía).
- Siembra directa en estanque de tierra de 1.000 m<sup>3</sup> de capacidad. Alimentación en continuo durante las horas de luz (C.I.C.E.M. El Toruño, Andalucía).

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Dirección General de Pesca Marítima y Cultivos Marinos.

Centro: Estación de Acuicultura del Port d'Andratx.

Departamento: Recursos Marinos y Acuicultura.

Organismo: Consejería de Agricultura y Pesca, Delegación Provincial Cádiz.

Centro: Centro Investigación y Cultivo Especies Marinas "El Toruño".

### **COORDINADOR DEL PLAN EN BALEARES:**

Nombre: Elena

Apellidos: Pastor Gracia.

### **COORDINADOR DEL PLAN EN ANDALUCÍA:**

Nombre: Alfonso

Apellidos: Sánchez de Lamadrid Rey.

## UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La parte del proyecto desarrollada en Baleares tiene lugar en las jaulas pertenecientes a la Estación de Acuicultura y fondeadas en el Puerto de Andratx en Mallorca.

La parte del proyecto desarrollada en Andalucía tiene lugar en las instalaciones de "El Toruño".

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología seguida en Baleares:

El preengorde se realiza en jaulas en el mar. En el Puerto de Andratx se tienen 4 jaulas circulares de 5,5 m de diámetro con una bolsa de red de 2 m + 1 m, con volumen de 50 m<sup>3</sup>. Los diámetros de malla utilizados fueron crecientes y adecuados al tamaño de los peces (4'5, 7'5, 15 mm de diámetro) cambiándose las bolsas de red cuando era necesario para permitir una buena renovación de agua. Las jaulas se cubrieron con una red antipájaros para evitar los efectos de estos predadores.

Se mide diariamente el oxígeno disuelto, la temperatura, la salinidad y el pH de lunes a viernes a las nueve de la mañana. La salinidad se mantuvo constante en torno a los 37 g/l y el pH en torno a 8,3-8,4.

El pienso utilizado es de la marca ProAqua de los tipos Óptima 1, Mini 1, Mini 1,5 y Mini 2. Según la tabla de alimentación recomendada por la marca de pienso y según el tamaño de los peces, se calcula la cantidad de pienso diario a distribuir teniendo en cuenta la temperatura del agua, el número de peces y su peso medio. El pienso ha sido distribuido diariamente mediante el uso de comederos de cuerda de forma continuada durante 12 horas.

Se realiza un muestreo de un máximo de 100 individuos cada 15 días. Una vez pesados, son devueltos al lugar donde habían sido capturados.

Se utilizaron 12.598 alevines de entre 0,72 y 1 g, que se repartieron, según su peso, en cuatro jaulas denominadas J4.c, J5.c, J6.c y J7.c:

- En dos jaulas 4.895 peces de 0,72 g/pez. Introducidos el 20/04/1999.
- En dos jaulas 1.179 peces de 1 g/pez. Introducidos el 05/05/1999.

A todos los peces se les pretende llevar a un peso de 20 g.

### Metodología seguida en Andalucía:

#### Primera fase CICEM:

Se desarrolló entre los meses de Marzo y Julio del 2000. En esta fase se probaron diferentes densidades de peces y diferentes sistemas de cultivo, a fin de preparar la segunda fase del experimento:

- Tres corrales denominados C2a (5.794 peces de peso inicial 1,5 g), C3a (2.521 peces de peso inicial 6,2 g) y C4a (2.521 peces de peso inicial 3,1 g).
- Dos jaulas denominadas J1.a (3.600 peces de peso inicial 4,5 g) y J2.a (3.600 peces de peso inicial 0,86 g).
- Un estero denominado E5.a donde se introdujeron 4.040 peces de peso inicial 3,6 g.

En esta fase se cultivaron alevines hasta que alcanzaron los 20 g de peso.

#### Segunda fase CICEM:

Comenzó el 1 de agosto de 2000, a partir de los datos obtenidos en la fase previa se pasó al diseño de la segunda fase. Se utilizaron 15.000 peces de 1,12 gramos, repartidos entre tres corrales (denominados C2.b, C3.b y C4.b) y tres jaulas (denominadas J1.b, J2.b y J3.b), utilizando la misma carga de siembra en todos, 3.275 alevines en cada corral y 1.725 alevines en cada jaula.

El pienso utilizado es de la marca ProAqua de los tipos Óptima 1, Mini 1, Mini 1,5 y Mini 2 Según la tabla de alimentación recomendada por la marca de pienso y según el tamaño de los peces, se calcula la cantidad de pienso diario a distribuir teniendo en cuenta la temperatura del agua, el número de peces y su peso medio. El pienso ha sido distribuido diariamente mediante el uso de comederos de cuerda de forma continuada durante 12 horas.

Se realiza un muestreo de un máximo de 100 individuos cada 15 días. Una vez pesados, son devueltos al lugar donde habían sido capturados.

Se mide diariamente el oxígeno disuelto, la temperatura, la salinidad y el pH de lunes a viernes a las nueve de la mañana. La salinidad se mantuvo constante en torno a los 40,02 g/l y el pH en torno a 8,4.

#### **Resultados:**

Es el estero el que presenta una menor tasa de crecimiento (0,238), mientras el corral C3.b presenta la mayor tasa de crecimiento (0,39). No se tuvieron en cuenta los datos de la jaula J1.a ni del corral C3.a por no ser los datos fiables por una posible fuga de peces.

Se ha conseguido un Índice de Conversión de hasta 0,7 en jaulas en puerto (J7.c), mientras que la conversión mínima se ha alcanzado en la jaula J3.b, con un índice de 7,5, debido a que se estuvo alimentando a pesar de un escape de peces producido por la turbidez de las aguas. Los valores han oscilado en corrales entre 0,96 en el corral C3.b y 2,9 en el corral C3.a.

En cuanto a mortalidad se refiere, se comprobaron elevadas mortalidades en los primeros días tras la siembra. En el caso de Baleares, se cuantificaron las mortalidades iniciales, siendo éstas variables según el tipo de jaula. La supervivencia de doradas es superior al 80% en jaulas circulares, mientras que en jaulas próximas a la costa fue extremadamente baja, no superando en ningún caso el 30%.

En el caso de Andalucía, en la jaula J1.b se observó una mortalidad directa de 40 individuos en el momento de la siembra y un número mucho mayor en los días siguientes. La supervivencia en las jaulas y corrales en estero estuvo entre el 50 y el 60%. Los alevines sembrados directamente en el estero muestran una supervivencia del 87%.

La siembra directa en estero es la que más días requirió para alcanzar la talla de 20 g (97 días). Las jaulas en puerto, sembradas con peces de 0,72 g en abril, utilizaron 18 días más que las otras estructuras de cultivo en puerto y en estero (63 días de utilización media). Esto es debido al menor peso utilizado para la siembra de las jaulas en puerto y a las bajas temperaturas en abril en las aguas del puerto de Baleares.

### **Conclusiones:**

El estero muestra la *menor tasa de crecimiento* debido a que, por un lado, se tardaron más de 30 días en ver ejemplares comiendo en el lugar de la alimentación, así como por el hecho de que al sembrarse al final de marzo las temperaturas del agua fueron menores que para los otros sistemas utilizados.

En las jaulas en estero se obtiene una *mayor tasa de crecimiento*, lo que se puede observar por el menor tiempo de uso de las instalaciones. Además, se observa que disminuye la tasa de crecimiento conforme aumenta la carga con el crecimiento de los peces.

El hecho de que los *índices de conversión* salgan elevados puede ser debido a la sobreestimación del número de peces en los diferentes experimentos; sólo en Baleares, con una baja mortalidad a lo largo del experimento, se han conseguido índices de conversión bajos.

Las supervivencias son mayores en jaulas en puertos que en jaulas en estero. En éstas hubo una menor supervivencia debido al estrés de la siembra y a la presencia de aves ictiófagas que fueron capaces de cazar peces a pesar de la presencia de redes. Es destacable la menor densidad de carga en las jaulas en puerto con respecto a los cultivos desarrollados en el C.I.C.E.M. en Cádiz. Ésta alta densidad ha originado problemas de canibalismo. Se llega a la conclusión de que el tamaño ideal para comenzar éste tipo de preengorde debe estar en tamaños mayores al gramo de peso.

En cuanto al manejo:

- El sistema más engorroso y con el que resulta más difícil trabajar es el estero, debido al elevado número de personas que han de intervenir, y a la cantidad de horas que se emplean en el despesque.
- No hay diferencias destacables entre los corrales y las jaulas ya que, prácticamente emplean el mismo número de personas y se tarda aproximadamente el mismo tiempo en la realización del despesque, aunque en la jaula se tarda algo menos. Es aconsejable en las jaulas, realizar ésta operación rápidamente, debido al estrés que sufren los peces.



## OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

### **Comunidad Autónoma de Canarias:**

- **1997:** Evaluación del empleo de fuentes proteicas de diverso origen en piensos de engorde de dorada (*Sparus aurata*).
- **1998:** Evaluación del empleo de fuentes proteicas de diverso origen en piensos de engorde de dorada. (Continuación de años anteriores).
- **1999:** Evaluación del empleo de fuentes proteicas de diverso origen en piensos de engorde de dorada. (Continuación de años anteriores).

### **Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1997:** Evaluación a escala piloto de una dieta inerte microencapsulada para el cultivo larvario de peces marinos (dorada y lenguado) desde la primera semana de vida hasta el uso de piensos comerciales.
- **1997:** Optimización y mejora del cultivo semiintensivo de dorada (*Sparus aurata*) en granjas marinas de San Fernando (Cádiz).
- **1997:** Estudio de alimentación y manejo de dorada (*Sparus aurata*) en estanque en régimen semiintensivo.

### **Comunidad Autónoma de Baleares:**

- **1999:** Mejoras prácticas en el preengorde de dorada. Cultivo en jaulas. (Proyecto coordinado con la Comunidad Autónoma de Andalucía).

## COMENTARIOS FINALES.

Se observa un crecimiento rápido, obteniendo en menos de dos meses la talla de 20 g en la mayor parte de los casos a partir de alevines de 1 g de peso (corrales y jaulas en estero y algunas jaulas en puerto). Sólo se produce retraso en el crecimiento en la siembra directa en el estero y las jaulas en puerto sembradas en abril, totalizando los tres meses de cultivo. En estos casos, el retraso se debe a que son lotes que se sembraron antes, con menores temperaturas en el medio. Además, en la siembra directa, se observa un retraso importante relacionado con la localización del lugar de alimentación.

Respecto a las supervivencias, con la siembra directa, se demuestra que usando peces de 6 g, habiendo erradicado previamente los predadores, y utilizando protección contra las aves, éstas son altas. En los otros sistemas la mortalidad es también baja aunque variable dependiendo de la ubicación y forma de la jaula en el puerto.

Se recomienda a las empresas interesadas en utilizar jaulas y corrales en estero para el preengorde, peces de al menos 2-3 g, que pueden aguantar mejor las operaciones de transferencia a los sistemas de preengorde en el medio natural.

## 19. PROYECTO: DESARROLLO DE UN MÉTODO DE DIAGNÓSTICO MOLECULAR PARA *Marteilia refringens*.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 2001

### OBJETIVOS:

- Identificación y secuenciación de regiones específicas del ADN de *Marteilia refringens* para ser utilizadas como marcadores moleculares. Estas regiones son, el espaciador de los genes que codifican para el ARN ribosómico, IGS y el ADN satélite.
- Diseño de *primers* de regiones de ADN específicas del parásito, tales como el IGS y el ADN satélite, para ser utilizados en el diagnóstico molecular de la enfermedad parasitaria.
- Obtención de sondas moleculares específicas de *Marteilia refringens* aptas para ser utilizadas a gran escala de forma sencilla y rutinaria para el diagnóstico de la enfermedad.
- Determinación del grado de sensibilidad del método de diagnóstico diseñado, mediante ensayos con diluciones del ADN del parásito y con ADN de ostras con diferente grado de infección.
- Localización de otros hospedadores específicos del parásito, aparte de la ostra plana y el mejillón, mediante la utilización de los *primers* y la sonda molecular previamente diseñada.

### Datos de la institución:

Organismo: Universidad de Granada.  
Centro: Facultad de Ciencias.  
Departamento: Departamento de Genética.

Organismo: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.  
Centro: C.I.C.E.M. "Agua del Pino".

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Manuel.  
Apellidos: Ruiz Rejon.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto se realiza en las instalaciones que dispone el Departamento de Genética de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

Las células de *Marteilia refringens* se obtienen a partir de ostras planas infectadas de forma natural procedentes del río Piedras (Huelva). La presencia del parásito en las ostras se determina mediante la visualización al microscopio de una pequeña muestra de glándula digestiva sometida a la tinción de VOE.

Una vez que se confirma la presencia del parásito, se procede a extraer el ADN de *Marteilia refringens*. Se obtiene ADN del músculo aductor de la ostra y de las glándulas digestivas de ostras sanas y de ostras infectadas con *Marteilia*.

Se localiza la región espaciadora intergénica, IGS, en el ADN de *Marteilia refringens* utilizando la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), usando diferentes parejas de *primers*. Se diseña un *primer* antisentido en el extremo 3' de la secuencia del gen 18S de *Marteilia refringens*, al que se llama Marte 18S-Int. Este *primer* se utiliza en la amplificación por PCR junto a un *primer* sentido llamado 26S-Cons.

El análisis de los resultados de PCR se realiza mediante electroforesis en gel de agarosa con bromuro de etidio, utilizando el patrón de peso molecular 100 Base-Pair Ladder para estimar el tamaño del producto amplificado.

El producto amplificado mediante PCR se purifica y a continuación se liga el fragmento purificado al vector pGEM. Esta mezcla se incuba durante toda la noche a 4°C. Seguidamente, el producto ligado se utiliza para transformar bacterias competentes de la cepa JM109 de *E. coli*, según el protocolo descrito por la casa comercial Promega.

Las bacterias transformadas se siembran en medio LB sólido con ampicilina que contiene el sustrato cromogénico X-gal y el inductor IPTG, y se incuban a 37°C toda la noche. Tras seleccionar los clones recombinantes, se inoculan en medio LB líquido con ampicilina y se dejan crecer toda la noche a 37°C con agitación.

La extracción de los plásmidos se realiza utilizando el método de lisis alcalina. Tras la extracción del ADN plasmídico, se procede a la selección de clones recombinantes.

Los plásmidos recombinantes son secuenciados por el método Sanger, utilizando un kit comercial.

Para la secuenciación del ADN satélite, se utilizan *primers* localizados en la primera secuencia del vector, próximos a la diana de restricción en la que se ha incorporado el inserto.

La PCR que se utiliza para el diagnóstico molecular de *Marteilia refringens* se lleva a cabo con dos *primers* diseñados a partir de la secuencia de ADN del IGS de *Marteilia*: *primer* sentido MT-2 y *primer* antisentido MT-1. El análisis de los resultados de PCR se realiza mediante electroforesis en gel de agarosa con bromuro de etidio, utilizando el patrón de peso molecular 100 Base-Pair Ladder para estimar el tamaño del producto amplificado.

Para la localización de ADN satélite de *Marteilia refringens*, se ha seguido un procedimiento estándar, consistente en la localización y purificación de una banda intensa de ADN sobre el rastro de ADN genómico digerido con enzimas de restricción, al ser analizado éste mediante electroforesis en gel de agarosa con bromuro de etidio.

Con cada uno de los productos ligados al vector, se transforman bacterias competentes de la cepa DH5 $\alpha$  de *E. coli*, según el protocolo descrito por la casa comercial. Se lleva a cabo el crecimiento de las bacterias transformadas, la purificación de los plásmidos y la selección de clones recombinantes.

Para el análisis de Southern-blot, se parte de un gel de agarosa en el que previamente se ha cargado ADN de *Marteilia refringens*, ADN del músculo aductor de ostra plana y ADN de glándulas digestivas de esta misma especie infectadas por el parásito. Se lleva a cabo una electroforesis en el gel de agarosa. Una vez acabada, el gel se incuba durante 1 hora con solución de transferencia. Una vez transferido, se procede a la prehibridación de la membrana con tampón de hibridación durante 1 hora a 42°C en horno de hibridación.

La hibridación de la membrana con la sonda marcada se lleva a cabo a 42 °C durante toda la noche, en horno de hibridación.

El revelado de la hibridación se lleva a cabo mediante quimioluminiscencia.

#### **Resultados:**

##### *Región espaciadora intergénica IGS de *Marteilia refringens*.*

---

- **Caracterización del IGS de *Marteilia refringens*.**

Para localizar la región IGS en el ADN de *Marteilia refringens*, se ha utilizado la técnica de PCR, utilizando diferentes parejas de *primers*.

Los *primers* del gen 18S son específicos de *Marteilia refringens*, ya que se diseñaron a partir de la secuencia del gen 18S del parásito, del que se conoce la secuencia completa. Los *primers* del gen 28S son *primers* conservados.

Se han llevado a cabo diferentes experimentos de PCR, utilizando todas las combinaciones posibles entre los *primers* arriba mencionados:

- ❑ En dos ocasiones, con las parejas Marte28S/Marte18S y Marte28S/Marte18S-int, se han obtenido fragmentos de ADN amplificado de aproximadamente 2 kb. En ambos casos se pensó que podría tratarse del IGS de *Marteilia*. Sin embargo, el análisis de la secuencia de ADN de estos fragmentos determinó que se trataba de amplificaciones inespecíficas.
- ❑ La pareja de *primers* 26S-Cons/Marte 18S-Int dio lugar por PCR a un amplificado de aproximadamente 3 kb solamente en la muestra con ADN de *Marteilia* y no en las muestras con ADN de ostra. El análisis de una parte de la secuencia de ADN de esta banda de 3 kb ha dado como resultado una homología del 94% con la secuencia del 18S de *Marteilia refringens* depositada en la base de datos de Genbank. Igualmente la pareja de *primers* 26S-Cons/Marte 18S, ha dado lugar a un amplificado de un tamaño inferior a la banda obtenida por la pareja 26S-Cons/Marte18S-Int, lo cual se corresponde con los resultados esperados, al ser ésta la distancia que separa a un *primer* de otro dentro del gen 18S de *Marteilia refringens*.

Al analizar el resultado de la digestión de los plásmidos mediante electroforesis, se observan diferentes patrones de bandas en los distintos clones. Inicialmente se eligen los clones 37 y 31 para ser secuenciados, como representantes de los diferentes patrones de bandas observados. En ambos casos, la secuencia del extremo 18S presentó homología con el extremo 5' del gen 18S de *Marteilia refringens*, el 100% en el caso del clon 37 y el 98% en el caso del clon 31. La secuencia del extremo 28S presenta homología con secuencias de genes 28S de diversos organismos.

A partir de la región del IGS secuenciada más próxima al gen 18S de *Marteilia*, se diseña un *primer* interno, IN-1, para continuar secuenciando el espaciador intergénico. Para la obtención de la secuencia completa, ha sido necesario diseñar otros dos *primers* internos, IN-2 e IN-3, a partir de la secuencia de ADN que se va conociendo.

A excepción de los extremos, el resto de la secuencia no presenta homología con ninguna secuencia depositada en las bases de datos.

La secuencia completa del IGS de *Marteilia refringens* se está completando en estos momentos para enviar a las bases de datos internacionales.

- **Determinación de la especificidad del IGS de *Marteilia refringens* mediante Southern-blot.**

La señal de hibridación aparece solamente en los ADNs de *Marteilia refringens* y no en los de ostra, lo cual confirma que se trata de una secuencia específica del parásito.

- **Diagnóstico molecular de *Marteilia refringens* mediante amplificación de un fragmento de ADN parásito.**

A partir de la secuencia determinada de ADN del IGS de *Marteilia*, se han diseñado unos *primers*, MT-1 y MT-2, para comenzar a realizar ensayos de diagnóstico molecular de *Marteilia refringens* a partir de muestras de ADN de *Marteilia* y muestras de ADN de glándula digestiva de ostra infectada de parásito.

Se lleva a cabo un experimento de PCR en el que se amplifican muestras de ADN con *primers* SAS1 y SS2 del gen 18S de *Marteilia refringens* diseñados por Le Roux y con los *primers* MT-1 y MT-2. Los resultados son los siguientes:

- La cantidad de ADN amplificada por PCR con los *primers* MT-1 y MT-2 es mucho mayor que la amplificada con los *primers* SAS1 y SS2, lo que indica una mayor especificidad de los *primers* a partir de la secuencia de IGS de *Marteilia refringens*.
- Existe una alta sensibilidad de los *primers* MT-1 y MT-2 para detectar cantidades ínfimas de ADN de *Marteilia refringens*. Esta sensibilidad podría ser incluso mayor, debido a que no todo es ADN puro de *Marteilia refringens*, sino que hay contaminación con ADN de esperma de ostra.

Para determinar el límite de detección de los *primers* a partir de tejido, se realiza el siguiente experimento. Se mezcla ADN de músculo abductor de ostras sanas con cantidades decrecientes de ADN de *Marteilia refringens* purificada a partir de esporontes. Con estas muestras se lleva a cabo una PCR con los *primers* SAS1/SS2 y con los *primers* MT-1/MT-2. Los resultados son los siguientes:

- En estas condiciones experimentales, los *primers* SAS1/SS2 son menos sensibles que los *primers* MT-1/MT-2. Este resultado confirma la alta sensibilidad de los *primers* MT-1/MT-2 para detectar cantidades ínfimas de ADN de *Marteilia refringens*.
- Se ha secuenciado el fragmento de ADN comprendido entre los *primers* MT-1 y MT-2 en 5 de los clones recombinantes que portan IGS completo de *Marteilia refringens*. El análisis de la secuencia de este fragmento de la secuencia del IGS del parásito, ha sido estimada en un 2,3% a partir de los datos de este fragmento del IGS.

---

#### ADN satélite.

---

- **Localización de ADN Satélite de *Marteilia refringens*.**

Al digerir ADN *Marteilia refringens* con el enzima Hind III, se obtuvo una banda de ADN compuesta por fragmentos de 169 pb. El análisis de la secuencia de ADN de esta banda y su comparación con otras secuencias depositadas en la base de datos EMBL/GenBank ha dado como resultado que se trata de un ADN satélite, pero con una identidad muy alta (80%) a un satélite presente en el genoma de la ostra del Pacífico. La explicación a este resultado es la siguiente:

En el proceso de purificación de esporontes de *Marteilia refringens*, junto a estos esporontes, se purifica simultáneamente ADN de esperma de ostra. Esta "contaminación" de ADN de ostra es difícil de evitar, ya que los esporontes de *Marteilia refringens* y el esperma de ostra quedan en la misma interfase al centrifugar las muestras en gradiente de sacarosa. Si bien este ADN de ostra no parece interferir en las reacciones de PCR, no ocurre así en el caso de la búsqueda de ADN satélite

- **Caracterización molecular de ADN satélite de ostra.**

En lo referente al ADN satélite de *Ostrea edulis* se han analizado 8 de los clones de cada una de las familias de ADN satélite localizadas, la familia Hind III y la familia Bcl I. El análisis de estas secuencias ha permitido estimar la variación intraespecífica de cada uno de estos ADNs satélites. En ambos casos, la variación de la secuencia de ADN satélite entre los distintos individuos de la especie *Ostrea edulis* es del 10%.

#### Conclusiones:

- Se ha aislado y caracterizado la región espaciadora de los genes ribosómicos, el IGS, del genoma de *Marteilia refringens*.
- Se ha desarrollado un método de diagnóstico mediante la amplificación por PCR de un fragmento de 528 pb de IGS de *Marteilia refringens*, que se ha demostrado específico y más sensible que el propuesto por otros investigadores.
- Se ha tratado de identificar alguna familia de ADN satélite en el genoma de *Marteilia refringens* que pudiera ser utilizada como fuente para el desarrollo de un test específico de diagnóstico. Sin embargo no se ha obtenido ningún resultado satisfactorio hasta el momento.

- Se han aislado y caracterizado dos familias de ADN satélite en diferentes especies de ostras.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Comunidad Autónoma de Cataluña:**

- **1999:** Evaluación de presencia de *Bonamia ostrea* y *Marteilia refringens*.

### **COMENTARIOS FINALES.**

El análisis de la región IGS es objeto de investigación ya que supone una de las regiones más variables a la hora de establecer comparaciones interespecíficas y, por tanto, es una parte del genoma muy útil para llevar a cabo técnicas de diagnóstico molecular.

Se están analizando las secuencias de dos familias de ADN satélite para utilizar los resultados obtenidos en comparaciones interespecíficas para futuros análisis, que podrían resultar útiles de cara a un estudio filogenético hospedador – parásito más amplio.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Comunicación oral en el XXII Congreso Internacional de la European Aquaculture Society, celebrado en Trieste (Italia) en octubre de 2002, con el título "Molecular diagnosis of *Marteilia refringens* based on IGS sequence".

Publicación en el IX Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Cádiz (España) en mayo de 2003 con el título "Un nuevo método de diagnóstico molecular de *Marteilia refringens* mediante PCR basada en el espaciador ribosómico intergénico (IGS).

Tesis Doctoral realizada en el Departamento de Genética, Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada, por la doctorada Inmaculada López Flores en septiembre de 2003 con el título "Estudio molecular integrado de las ostras y de su parásito *Marteilia refringens* mediante el análisis del ADN repetido".

Publicación enviada a la revista Parasitology con el título "The molecular diagnosis of *Marteilia refringens* and differentiation between *Marteilia* infecting oysters and mussels based on IGS sequence".

## CAPÍTULO VI: C.A. BALEARES

### 1. PROYECTO: CULTIVO DEL DÁTIL DE MAR (*Lithophaga lithophaga*)

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1993  
Finalización del plan: 1995

#### OBJETIVOS:

El objetivo principal de este estudio es determinar la viabilidad de esta especie y para ello se persigue el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Seguimiento histológico del ciclo gonadal.
- Estabulación de reproductores, inducción a la puesta y cultivo larvario.
- Estudios de fijación de semilla.

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Dirección General de Pesca Marítima y Cultivos Marinos.  
Centro: Estación de Acuicultura del Port d'Andratx.  
Departamento: Recursos Marinos y Acuicultura.

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Elena  
Apellidos: Pastor Gracia

#### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto tiene lugar en la Estación de Acuicultura del Puerto de Andratx en Mallorca.

#### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

##### Metodología seguida en todas las campañas:

Se prevé la obtención de un mínimo de 50 ejemplares al mes, que se conseguirán comprándolos directamente a los mariscadores, sin descartar la pesca directa en el medio natural cuando sea necesario.

De todos los ejemplares se determina el peso total, la talla máxima y su diámetro máximo. Mensualmente se sacrificarán 15 ejemplares para determinar su peso sin agua intervalvar, peso de la concha, peso escurrido de la carne y peso seco de la carne.



Para el **seguimiento histológico** se toman muestras mensuales de unos 10-20 ejemplares, que se fijan en formol al 10% en agua de mar, tallados transversalmente, incluidos en parafina, seccionados a 3-4  $\mu\text{m}$  y teñidos mediante las tinciones morfológicas convencionales, para su posterior observación en el microscopio óptico.

El **acondicionamiento** se realiza en bandejas de plástico de 15 y 70 litros de capacidad. Agua filtrada, limpieza periódica y aporte de fitoplancton por goteo.

Para la **inducción a la puesta** se trabaja fundamentalmente con el sistema de choque térmico probándose a temperaturas de 24, 26, 28, 30 y 32 °C combinado con otros sistemas como, largas permanencias en seco de los ejemplares y/o la utilización de extractos de gónada masculina.

En el caso de que se obtuvieran puestas, para la **cría larvaria** se seguirá el sistema desarrollado por Walne en 1966. Tanques de cultivo de fibra de vidrio, opacos, troncocónicos y de 400 litros de capacidad. Para la alimentación de las larvas se utilizarán distintas especies de fitoplancton con el fin de determinar una dieta óptima.

Para estudiar la **fijación y crecimiento de las post-larvas**, se pretende sembrarlas en bloques de arenisca (mares) que se sumergirán en el medio natural y serán controlados mediante visitas periódicas que contemplaran la extracción de ejemplares para su muestreo.

#### **Resultados obtenidos en la campaña 1993-94:**

La campaña tiene una duración de un año, desde octubre de 1993 hasta octubre de 1994 donde se recogen 241 ejemplares adultos de dátil de mar de talla comercial (6,6 cm de longitud máxima) procedentes del litoral de Mallorca con una frecuencia mensual. Se recogen un mínimo de 15 ejemplares y un máximo de 25. En el mes de diciembre de 1993 no se recogieron muestras.

#### **Estudio histológico de las gónadas:**

El estudio histológico de las gónadas revela que se trata de una especie dioica, con un radio sexual de aproximadamente 1:1 en la que, sin embargo, en las épocas de puesta y agotamiento se detectan algunos casos de hermafroditismo.

Se establece una escala de maduración sexual constituida por cinco estadios de desarrollo sexual, determinándose así el ciclo reproductor de la especie:

1- Reposo sexual: no es posible distinguir el sexo de los ejemplares que permanecen en un estadio indiferenciado.

2- Maduración inicial: Se diferencia el sexo.

3- Maduración final: En las hembras se observa la presencia de ovocitos vitelogénicos. En los machos, la actividad espermatogénica se encuentra generalizada.

4- Puesta: En las hembras se aprecia la presencia de ovocitos maduros libres en la luz folicular que por presión recíproca adquieren forma poligonal. En los machos, la totalidad de los folículos se encuentran repletos de espermatozoides.

5- Agotamiento: En las hembras los ovocitos son reabsorbidos por amebocitos granulares. Tanto en machos como en hembras la pared folicular carece de actividad gametogénica.

#### **Ciclo reproductor:**

En el mes de octubre la mayoría de los ejemplares se encuentran en fase de agotamiento (83-86%), un 6-17% en reposo sexual y únicamente un 6% se encuentra en el estadio de puesta.

En el mes de noviembre la mitad de los ejemplares se encuentran en reposo sexual y la otra mitad en el estadio de agotamiento.

A lo largo de los meses de enero, febrero y marzo, la totalidad de los ejemplares se encuentra en estado de reposo, aunque entre un 12 y un 33% ha iniciado su actividad gonial.

En abril, un 14% de los ejemplares se encuentra en el estadio de maduración inicial y un 76% en el estadio de reposo, si bien de este porcentaje un 61% presentan ya actividad gonial.

En el mes de mayo un 45% de los ejemplares ha alcanzado la madurez, si bien un 35% se encuentra en la fase de maduración inicial y un 10% en la fase de maduración final. El 55% restante se encuentra en reposo, si bien de este porcentaje, un 91% presenta actividad gonial.

En junio, un 77% de los ejemplares se encuentra en el estadio de maduración final, y un 23% en estado de maduración inicial.

En el mes de julio, un 38% de los ejemplares ya ha alcanzado la fase de puesta, un 48% se encuentra en el estadio de maduración final, únicamente un 5% se encuentra en el estadio de maduración inicial y un 9% continua en el estadio de reposo.

En agosto, un 74% de los ejemplares ha alcanzado el estadio de puesta, un 13% se encuentra en el estadio de maduración final, un 4% en el de maduración inicial y únicamente un 9% continua en el estadio de reposo.

Finalmente, en el mes de septiembre, un 25% de los ejemplares se encuentra en fase de puesta y un 48% en fase de agotamiento.

Se ha inducido la puesta en agosto y septiembre, no consiguiéndolo en octubre

#### **Conclusiones de la campaña 1993-94:**

Por medio de los resultados histológicos, se llega a la conclusión de que el dátil de mar presenta en Baleares una única puesta anual que abarca de junio a mediados de octubre, produciéndose la fase de agotamiento en otoño y la de maduración en la primavera-verano.

Resulta de gran interés que se haya inducido la puesta de esta especie, aunque no se haya obtenido éxito en el cultivo larvario.

### **Resultados obtenidos en la campaña 1994-95:**

Se efectúan muestreos mensuales de 30 ejemplares de dátil de mar conseguidos por medio de los mariscadores de Mallorca, que son medidos y pesados para el seguimiento biométrico. De estos 30 ejemplares, 15 son sacrificados para determinar los parámetros biométricos.

Los resultados que se obtienen, en relación con el ciclo histológico y reproductor, muestran una concordancia respecto a los obtenidos en la campaña anterior, procediéndose a intentar alcanzar el resto de los objetivos perseguidos con este estudio.

### ***Estabulación de reproductores, inducción a la puesta y cultivo larvario:***

En los meses de agosto, septiembre y octubre de 1995, se producen 7 inducciones a la puesta (2 en agosto, 4 en septiembre y 1 en octubre) con tres lotes diferentes y mediante el método de simulación de mareas.

- Se obtiene la puesta de machos y hembras.
- Los huevos son de color marrón, ovalados y de tamaño máximo de 87,5  $\mu\text{m}$ .
- Huevos fecundados de forma artificial e incubados en tanques troncocónicos de fibra de vidrio de 400 litros, sin éxito en ninguna de las pruebas.

En los meses de agosto y septiembre se prueba la puesta natural de esta especie (tanques rectangulares de 60 l, con fotoperiodo y temperatura natural, en circuito cerrado, con aporte por goteo de fitoplancton y renovación de agua cada dos días), utilizándose 4 dátiles procedentes de las localidades de Mallorca y Menorca. Se obtiene una puesta en el mes de septiembre que no resulta viable.

### **Conclusiones de la campaña 1994-95:**

La estabulación de reproductores y obtención de puestas se ha conseguido, aunque esto último no ha resultado viable, por lo cual no se pudo abordar el tercer objetivo de la propuesta, la fijación de la semilla.

### **Resultados obtenidos en la campaña 1995-96:**

En esta última campaña, el objetivo principal es intentar la reproducción del dátil de mar bajo diversos métodos.

Los ejemplares utilizados en esta campaña se obtienen mediante compra a mariscadores de Mallorca y Menorca.

Las experiencias de acondicionamiento e inducción a la puesta comienzan el 20 de agosto de 1996 y finalizan el 17 de septiembre de ese mismo año. Se utilizan 7 partidas diferentes de dátil de mar, de 1-2 Kg cada partida, es decir de entre unos 40-50 ejemplares por partida.

Se realizan 14 inducciones diferentes a la puesta utilizándose para ello distintos sistemas de inducción. Los siguientes resultaron ineficaces:

- Estimulación mediante agitación intensa.

- Estimulación mediante inyecciones de KCl en el manto. (Se estimularon 2 machos).
- Estimulación combinada mediante ciclos de temperatura y agitación intensa.
- Estimulación mediante shock térmico.
- Estimulación mediante inyecciones débiles de  $\text{KmnO}_4$  en el músculo abductor.
- Estimulación mecánica del músculo abductor.
- Estimulación mediante exposición a esperma o huevos coespecíficos.

Con los siguientes métodos se consiguen resultados positivos:

- Estimulación mediante largas permanencias en seco (simulación de mareas) combinado con estimulación térmica.

Se consigue la estimulación de los ejemplares, sin embargo los huevos obtenidos no resultaban fecundados.

- Fecundación artificial mediante solución de  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Obtención de huevos y esperma mediante la disección de las gónadas de los ejemplares seleccionados, manteniendo separados los machos de las hembras. Los huevos obtenidos son tratados con soluciones básicas débiles.

Se obtienen huevos fecundados que a los 20 minutos y a una temperatura del agua de 25 °C, eliminan el primer corpúsculo polar.

Aplicando también este tratamiento, se consigue la fertilización de los huevos obtenidos mediante el método de simulación de mareas.

Se obtienen 5 puestas fecundadas diferentes que fueron incubadas en tanques troncocónicos de 400 litros y a temperatura controlada de 24 °C.

Las partidas de ejemplares, en los que se intenta la inducción a la puesta sin éxito, se mantienen en tanques rectangulares de 70 l, con el fin de intentar obtener puestas naturales o para volver a intentar diversos métodos de inducción.

Sólo se obtienen puestas inducidas por el método de simulación de mareas.

El 19 de septiembre de 1996 se obtiene una puesta natural a partir de ejemplares estabulados dos días antes.

### **Cría larvaria.**

A partir de las 5 puestas fecundadas diferentes de dátil de mar, se observan:

- Larvas trocóforas a las 23 horas 25 minutos de haberse producido la fecundación.
- Larvas velíferas tras 9 horas 15 minutos.
- A los 3 días las larvas velíferas miden alrededor de 153 micrómetros.
- A los 12 días de haberse producido la fecundación se observan larvas pedivelíferas que miden alrededor de los 196 micrómetros.
- A los 17 días se observan dátiles metamorfoseados de una longitud aproximada de 222 micrómetros. La metamorfosis se produce de forma espontánea, sin necesidad de introducir ningún sustrato mineral para que se induzca.

### **Estudio de la fijación.**

Una vez que se aprecia la existencia de dátiles metamorfoseados se introducen en el tanque pequeños bloques de arenisca y de roca caliza con el fin de observar la fijación. Las semillas metamorfoseadas se fijan con el pie a las rocas, pero no se observa ninguna semilla en el interior de las mismas.

Se introducen rocas calizas cuando los dátiles se encuentran en la fase pedivelígera, observándose una disminución drástica del número de larvas en el tanque.

### **Conclusiones de la campaña 1995-96:**

Los resultados obtenidos son muy interesantes pues abren el campo para proponer nuevas investigaciones y avanzar en el desarrollo de técnicas para el cultivo de esta especie.

### **COMENTARIOS FINALES.**

La totalidad del proyecto se ha desarrollado según la propuesta aprobada, abordándose y alcanzándose los objetivos previstos.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Los resultados del “Estudio histológico del ciclo reproductor del dátil de mar *Lithophaga lithophaga*, en aguas de Baleares” han sido publicados en el V Congreso Nacional de Acuicultura.

Los resultados del “Cultivo del Dátil de Mar: Inducción a la puesta y cultivo larvario” han sido publicados en el VI Congreso Nacional de Acuicultura.

## 2. PROYECTO: PROYECTO DEL CULTIVO DEL DENTÓN (*Dentex dentex*).

### AÑO:

Comienzo del plan: 1993

Finalización del plan: 1995

### OBJETIVOS:

1- Ampliación y mejora del stock de reproductores capturados del medio natural.

2- Mejora de las técnicas de cultivo larvario.

2.1- Aproximación al conocimiento de las condiciones óptimas del cultivo larvario (densidades larvarias, tipos de tanques, concentraciones óptimas de alimento, rotífero, artemia, densidades de fitoplancton).

2.2- Estudios morfológicos del desarrollo larvario, acompañados de perfiles de ácidos grasos en las diferentes pruebas realizadas, con la finalidad de conocer las causas de los periodos críticos observados en el cultivo.

3- Ensayos de preengorde y engorde.

3.1- Continuación de los estudios de engorde en jaulas flotantes con distintos tipos de piensos comerciales.

3.2- Realización de estudios de engorde encaminados a determinar las cargas óptimas para el cultivo (segundo año).

3.3- Ensayos de diferentes dietas semihúmedas.

4- Descripción histomorfológica de ejemplares juveniles y adultos, centrándonos en los sistemas reproductor, digestivo y glándulas anejas, así como, respiratorio, con la finalidad de conocer la morfología de los sistemas en donde se observan lesiones patológicas.

5- Realización de un seguimiento sanitario de la explotación, con la finalidad de conocer la naturaleza de los agentes infecciosos, valiéndonos para ello de técnicas anatomopatológicas y bacteriológicas.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Dirección General de Pesca Marítima y Cultivos Marinos.

Centro: Estación de Acuicultura del Port d'Andratx.

Departamento: Recursos Marinos y Acuicultura.

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Elena

Apellidos: Pastor Gracia

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El proyecto tiene lugar en las instalaciones de la Estación de Acuicultura del Puerto de Andratx en Mallorca.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología seguida en todas las campañas:**

El stock de reproductores es insuficiente por lo que se contempla la captura de ejemplares para optimizarlo.

#### ***Mejora de las técnicas del cultivo larvario:***

Se intenta determinar las concentraciones óptimas de rotífero en los tanques, sobre todo durante los primeros días de cultivo, ya que las altas concentraciones ayudan a la mejora de la supervivencia larvaria. Se trabaja con distintas densidades de larvas/litro y se probarán distintos enriquecedores comerciales para alimento vivo.

#### ***Campaña 1993-94:***

En esta campaña, el cultivo larvario se realiza en tanques de 400 l de capacidad, centrándose los estudios en determinar la influencia que tiene en la supervivencia larvaria el color de los tanques y el aporte de fitoplancton al cultivo. Por ello se utilizan 4 tanques blancos y 4 negros donde se siembran dentones con una densidad aproximada de 100 huevos/litro. Cuando las larvas alcanzan los 5 días de edad se les comienza a suministrar rotífero previamente enriquecido en ácidos grasos. A dos tanques blancos y dos negros se les añade fitoplancton a una densidad aproximada de 500.000 cel/ml (aguas verdes).

Para el estudio morfológico se toman muestras de larvas en distintos estadios de desarrollo y de las diferentes pruebas realizadas.

#### ***Campaña 1994-95:***

La metodología de cultivo es similar a la de la campaña 1993-94. A los 12 días de edad se determina el % de inflación de la vejiga y a los 30 días de edad se realiza un control de supervivencia larvaria.

Las puestas son divididas en 4 tanques troncocónicos de 400 l cada uno, siendo la siembra inicial de 125 huevos/litro.

#### ***Ensayos de preengorde y engorde:***

Se quiere determinar la viabilidad de utilizar piensos comerciales empleados para el engorde de otras especies, en el engorde del dentón. Como índices de evaluación del engorde se toman:

- Índice de conversión aparente (I.C.).
- Índice de supervivencia.
- Porcentaje de malformaciones.
- Tanto por ciento de incremento de peso diario.

- Proteína bruta.
- Lípidos totales.
- Carbohidratos de una muestra de los ejemplares de cada una de las especies.

#### Campaña 1993-94:

El estudio se lleva a cabo en 4 jaulas flotantes cuadradas de 2,5 m de lado y 2,5 m de caída de la bolsa de red. En junio de 1994 se estabulan en cada jaula 350 alevines de 70 – 80 días de edad y 2 g de peso medio provenientes de la cría en las instalaciones del Centro de Acuicultura. Dichos alevines han sido destetados con pasta de pescado, suplementada con vitamina C (3g/Kg alimento) y vitamina E (0,4 g/Kg) con objeto de prevenir la aparición de granulomatosis sistémica. Durante el primer mes los 4 lotes son alimentados con esta misma dieta de pescado y es, a partir de julio cuando se comienza a suministrar una alimentación distinta a cada jaula, quedando los peces distribuidos de la siguiente forma:

Lote 1: Alimentado con pescado triturado. Alimentación manual con una frecuencia de 5 tomas diarias durante los tres primeros meses, reduciéndose a partir de noviembre a 2.

Lote 2: Alimentado con pienso semihúmedo tipo Oregon O.M.P. (10:10:1). Alimentación manual con una frecuencia de 5 tomas diarias durante los tres primeros meses, reduciéndose a partir de noviembre a 2.

Lote 3: Alimentado con pienso granulado de rodaballo comercial 43/17. Alimentados con comederos automáticos de rodillo desde el momento que se les empieza a suministrar pienso.

Lote 4: Alimentado con pienso extrusionado de rodaballo comercial 52/17. Alimentados con comederos automáticos de rodillo desde el momento que se les empieza a suministrar pienso.

Todas las dietas son suplementadas con vitaminas C (3 g/Kg) y E (0,4 g/Kg).

Diariamente se controlan los peces y en el mes de agosto se realiza un recuento de todos los lotes. Mensualmente se determina el peso y la talla muestreando el 20% de cada lote.

#### Campaña 1994-95:

A mediados de agosto de 1995 se estabulan 3 lotes de entre 741 y 996 alevines (diferencias debido a que los lotes no son homogéneos en cuanto talla y peso pues procedían de puestas diferentes). El objetivo en esta campaña es estudiar la viabilidad de otras dietas comerciales diferentes a las estudiadas en la campaña anterior. Los lotes estabulados son:

Lote 1: 996 ejemplares de 78 días de edad y 5-7 g de peso. Alimentados con pienso semihúmedo OMP 10:10:1 (harina:pescado:aceite).

Lote 2: 985 ejemplares de 78 días de edad y 5-7 g de peso. Alimentados con pienso seco extrusionado comercial 52/17.



Lote 3: 741 ejemplares de 84 días de edad y 6-8 g de peso. Alimentados con pienso seco extrusionado comercial 47/18.

### ***Técnicas histológicas y anatomopatológicas:***

Se toman diariamente muestras de los ejemplares objeto de estudio:

- Ejemplares sometidos a cultivo larvario en cada una de las diferentes pruebas de alimentación ensayadas.
- Juveniles a los 6, 12 y 18 meses de edad para observar su desarrollo gonadal.
- Ejemplares que presenten síntomas de enfermedad con el fin de estudiar el estado sanitario de la población y los diferentes problemas patológicos presentes.

Se realiza un estudio bacteriológico con muestras procedentes de posibles ejemplares enfermos, los cuales serán tratados y sembrados en distintos medios de cultivo para determinar la población bacteriana presente.

### ***Campaña 1993-94***

Se realiza el seguimiento del total de los tanques de larvas, del suministro de alga y de los cultivos auxiliares de rotífero, y *Artemia salina*.

El agua de suministro y los cultivos auxiliares se muestrean regularmente a fin de determinar los niveles "normales" para ambos grupos bacterianos.

Los tanques de larvas se muestrean semanalmente dos o tres veces, desde la fase de huevo hasta la fase de alimentación con *Artemia*, cubriendo todas las etapas alimentarias con el fin de determinar:

- Niveles bacterianos "normales" en cada fase.
- Variaciones debidas al cambio de alimentación.
- Relación entre las dos poblaciones bacterianas estudiadas a lo largo del proceso.

Durante las campañas 93-94 y 94-95 se toman muestras gonadales de ejemplares de 6, 12, 18, 24 y 36 meses para realizar el estudio de su sistema reproductor.

### **Resultados de la campaña 1993-94:**

El primer objetivo, la captura de ejemplares para optimizar el stock, no se ha logrado debido a que únicamente se ha podido adquirir un ejemplar adulto y 4 ejemplares de 200 g por problemas de coordinación con los pescadores.

### ***Mejora de las técnicas del cultivo larvario:***

Los resultados de mejora de las técnicas de cultivo larvario, muestran que no hay grandes diferencias entre los colores de los tanques y las densidades de cultivo. No obstante, ha habido resultados muy dispares achacables a la necesidad de trabajar casi siempre con puestas distintas por falta de la cantidad de huevo suficiente para poder sembrar varios tanques con la misma puesta. Se han obtenido 4.950 alevines destetados con una edad de 70 días.

### ***Ensayos de preengorde y engorde:***

En los 4 lotes en los que se divide el estudio del engorde y preengorde del dentón, el crecimiento sigue una pauta acorde con los cambios de temperatura y edad, ya que las tasas de crecimiento van disminuyendo de manera general y en un orden parecido:

- El crecimiento en peso de los lotes 1 (274 g de peso medio a los 10 meses), 2 (271 g) y 4 (230 g) pueden considerarse excelentes comparados con engordes anteriores llevados a cabo en esta Estación (213 g), pero es debido a que en esta campaña la duración del periodo de máximo crecimiento es mayor.
- Los resultados obtenidos en el engorde del lote 3 (139,4 g de peso medio a los 10 meses) son pobres en referencia al crecimiento de la especie y casi un 50% menores que los obtenidos con los restantes lotes; si bien, no se han detectado procesos patológicos significativos debidos a malnutrición.

Se considera el pienso 3 poco recomendable para la alimentación del dentón.

- El crecimiento del lote 4 es inferior al crecimiento de los lotes 1 y 2, esto se debe en un retraso en la adaptación al nuevo alimento.
- El índice de conversión es un factor que varía según el estado de desarrollo, salud de los peces, método de alimentación y tipo de alimento.
- Los índices de conversión de los lotes alimentados con pescado o con pienso semihúmedo son del mismo orden que los obtenidos en otras especies, considerándose acordes con la posibilidad de llevar a cabo engordes comerciales.
- En los lotes 3 y 4, que han sido alimentados mediante comederos, las conversiones son altas en comparación con las que se obtienen en otras especies. Esto es debido a que la ración diaria se ha sobreestimado para obtener el máximo crecimiento.
- La mortalidad acumulada observada en el recuento realizado en agosto de 1994 supera el 50% en todos los lotes. Mortalidad atribuible al canibalismo de esta especie en su etapa postlarvaria y juvenil, y en menor grado a fugas y predación de aves marinas. Por lotes la mortalidad fue:

- Lote 1 (Pienso triturado): 3,6%
- Lote 2 (Pienso semihúmedo): 2,1%
- Lote 3 (Pienso granulado 43/17): 14%
- Lote 4 (Pienso extruido 52/17): 10%

En el cultivo larvario se detecta un punto crítico de mortalidad a los 20-25 días, por lo que se procede a realizar 2 baños preventivos en días consecutivos y un tercer baño al cabo de una semana, con formol, en todos los tanques de cultivo, estudiándose la carga bacteriana antes y después del baño y llegándose a las siguientes conclusiones:

- Se han podido observar diversas lesiones pancreáticas tanto en larvas negras como en rubias. La diferencia en estas larvas radica en que en las primeras el páncreas deja de ser funcional, mientras que en las rubias no. Estas lesiones no se asocian a infecciones bacterianas, sino más bien a deficiencias nutricionales aún por determinar.
- La carga bacteriana que se observaba en el periodo crítico, disminuía al realizarse los tratamientos externos con formol.
- En larvas moribundas también se observaban lesiones pancreáticas.

#### ***Técnicas histológicas y anatomopatológicas:***

En cuanto al estudio histopatológico del engorde, no se observan casos de mortalidad atribuibles a enfermedades infecciosas, sólo un goteo atribuible a granulomatosis, de causa nutricional.

El seguimiento bacteriológico sanitario de la explotación ha permitido conocer:

- Los niveles “normales” de la flora bacteriana estudiada en las distintas etapas del cultivo larvario y auxiliares, lo que permitirá reconocer situaciones anómalas y potenciales de riesgo.
- La relación entre la flora heterotrófica total y el grupo de las vibrionáceas.
- De los tratamientos ensayados, la utilización de 10 ppm de Cloramina T dio unos resultados muy satisfactorios al eliminar la práctica totalidad de la flora bacteriana del agua.

#### **Resultados de la campaña 1994-95:**

En esta campaña, debido a la juventud de los reproductores se trabajan con puestas de huevo procedentes del stock de reproductores procedentes de dentón de la piscifactoría de “Es Murterar”.

### ***Mejora de las técnicas del cultivo larvario:***

En cuanto a los resultados de las experiencias para mejorar las técnicas de cultivo larvario, ha de decirse que debido a la juventud del stock de reproductores de la estación, las puestas que se recogieron fueron pequeñas, 20.000 – 50.000 huevos diarios, por lo que se trabajó con 2 puestas de 200.000 huevos. Aún siendo la metodología utilizada similar en ambas puestas, los resultados de supervivencia obtenidos fueron mucho menores y similares entre sí en tres de los tanques de la puesta dos, hecho que puede deberse a la diferencia en cuanto a la calidad de las puestas.

### ***Ensayos de preengorde y engorde:***

Los resultados obtenidos en las pruebas de engorde no son comparables entre sí por no ser los lotes de las mismas características ni haber sido muestreados en los mismos días, pero ha de decirse que en cuanto al índice de conversión se refiere, los resultados son similares en los lotes 1 y 3. Aún así, puede decirse que el tanto por ciento de larvas que se alimentan el primer día es del 80-95%.

El estudio del sistema reproductor se hace en conjunto para estas dos primeras campañas se realiza con un determinado número de ejemplares; 11 de 6 meses de edad, 24 de 9 meses, 48 de 12 meses, 20 de 18 meses y 67 de 24 meses, obteniéndose los siguientes resultados:

- A la edad de 6 meses, se observa un 55% de ovarios diferenciados y un 45% de gónadas indiferenciadas.
- A los 9 meses se observa un 21% de testículos diferenciados, un 54% de ovarios, un 17% de gónadas indiferenciadas y un 8% de gónadas hermafroditas.
- A los 12 meses se observa un 50% de ovarios, un 17% de testículos, un 12% de gónadas indiferenciadas, un 15% son hermafroditas en los que predomina la porción testicular y el 6% restante son gónadas hermafroditas en las que predomina el ovario.
- A los 18 meses el 45% de las gónadas observadas son ovarios, el 45% son testículos y únicamente un 10% son hermafroditas.
- A los 2 años, el 55% de las gónadas observadas son ovarios y el 45% restante son testículos siendo la proporción de sexos muy próxima a 1:1.

### ***Técnicas histológicas y anatomopatológicas:***

Los ejemplares de engorde de esta campaña, sufrieron durante los meses cálidos de verano, un goteo debido a infecciones mixtas por gérmenes gram negativos vidrio-like y flexibacter-like. Los ejemplares presentaban ulceraciones en la epidermis (nuca y cola) y en algunos casos, úlceras branquiales, todas ellas desaparecidas al tratarse con antibióticos y bajar la temperatura del agua.

### **Conclusiones de ambas campañas:**

Los resultados obtenidos en las experiencias referidas a la mejora de las técnicas de cultivo larvario, en la campaña 93-94, no son esclarecedores ni se observan diferencias significativas. La causa de que haya resultados muy diferentes con condiciones de cultivo similares es debido a que se trabaja con puestas distintas porque no se tiene suficiente cantidad de huevos como para trabajar en diferentes tanques con la misma puesta.

El crecimiento en peso de esta especie en engorde intensivo se cataloga de excepcional, 831,3 g de peso medio a los 20 meses de edad. La conversión del alimento húmedo es bueno, I.C. medio de engorde: 4,6:1.

El crecimiento hasta el destete, 40-50 días, es rápido en comparación con otras especies.

En cuanto al estudio del sistema reproductor, se detectan casos de bisexualidad juvenil a los 9, 12 y 18 meses de edad, sin observar gónadas bisexuales a la edad de la primera madurez. Por lo tanto, el estudio histológico de las gónadas revela la existencia de sexos separados, sin observar ningún caso de hermafroditismo al llegar a su primera madurez sexual (2 años de edad).

Las puestas tienen lugar entre marzo y julio a temperaturas iguales o superiores a los 15 °C. La fecundidad se estima alrededor de un millón de huevos por Kg.

Se considera una especie resistente a las enfermedades y manejable, ofreciendo una buena resistencia a las manipulaciones.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### ***Comunidad Autónoma de Cataluña:***

- **1994-95:** Plan experimental de cultivo de dentón (*Dentex dentex*) en jaula flotante en mar abierto en Casses d'Alcanar.
- **1999:** Plan integral de cultivo de dentón (*Dentex dentex*): reproducción, cultivo larvario, destete, preengorde y engorde.

#### ***Comunidad Autónoma de Baleares:***

- **1995:** Cultivo del dentón. Aspectos reproductivos, mejora del cultivo larvario y diseño de dietas artificiales específicas para su engorde.
- **1996:** Cultivo del dentón: continuación de los estudios reproductivos. Aproximación a las necesidades nutricionales durante el periodo larvario y mejoras en las dietas artificiales específicas para su engorde.
- **1999:** Cultivo de dentón (*Dentex dentex*). Primeros estudios sobre el canibalismo de la especie en fase de destete y preengorde.

### COMENTARIOS FINALES.

El cumplimiento de los objetivos del proyecto en la campaña 93-94 ha sido parcial. Se han cumplido objetivos referentes a estudios morfológicos del desarrollo larvario, preparación de piensos semihúmedos para el engorde y el seguimiento bacteriológico del cultivo larvario.

La propuesta del proyecto 94-95, se muestra como una continuación del proyecto del año anterior.

### DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Actas del V Congreso Nacional de Acuicultura realizado en Sant Carles de la Ràpita los días 10,11,12 y 13 de Mayo de 1995.

Actas de AQUACULTURE EUROPE '95 titulados "Resultados preliminares del engorde de dentón, *Dentex dentex*, en jaulas flotantes con diferentes tipos de dietas" y "Growth of *Dentex dentex* in cages fed with three different diets".

"Summary of investigations on reproduction and larval rearing of common dentex, *Dentex dentex*" publicado por ICES Mar. Sci. Symposium.

### 3. PROYECTO: PROYECTO DEL CULTIVO DEL DENTÓN: ASPECTOS REPRODUCTIVOS, MEJORA DEL CULTIVO LARVARIO Y DISEÑO DE DIETAS ARTIFICIALES PARA SU ENGORDE.

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1995

Finalización del plan: 1997

#### OBJETIVOS:

- 1- Estudio de algunos parámetros biológicos de la reproducción de interés en acuicultura. Se prevé estudiar los siguientes aspectos con el fin de organizar mejor los stocks de reproductores:
  - 1.1. Determinar la edad de primera madurez.
  - 1.2. Porcentaje o frecuencia de madurez en cada clase de edad (no todas maduran a la misma edad) para conocer la edad en que el porcentaje de maduración es del 100%.
  - 1.3. Fecundidad.
  - 1.4. Frecuencia de hermafroditismo.
  - 1.5. Determinación de los parámetros de la puesta en cautividad (tasa de eclosión, tasa de viabilidad, tasa de fertilidad y tasa de supervivencia).
- 2- Mejora de las técnicas de cría larvaria.
  - 2.1- Determinación de las necesidades en ácidos grasos esenciales, (n-3) HUFA, durante las etapas de alimentación con presas vivas que permitirán elaborar en un futuro dietas larvarias adecuadas para la especie.
  - 2.2- Estudios de la composición bioquímica en muestras de huevo a lo largo de la época de puesta, para conocer en que época de éstas son de mayor calidad.
- 3- Elaboración de un pienso específico para preengorde y engorde de *Dentex dentex*.
- 4- Continuación con las experiencias de engorde en jaulas comenzadas con el anterior Plan Nacional "Proyecto de cultivo del dentón".
- 5- Seguimiento sanitario hispatológico del cultivo y explotación.

**DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Dirección General de Pesca Marítima y Cultivos Marinos.  
Centro: Estación de Acuicultura del Port d'Andratx.  
Departamento: Recursos Marinos y Acuicultura.

**COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Elena  
Apellidos: Pastor Gracia

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El proyecto tiene lugar en la Estación de Acuicultura del Puerto de Andratx en Mallorca.

**RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.****Metodología:*****Estudios de algunos parámetros de interés en acuicultura.***

Se han tomado muestras de gónadas, de hígados y de otolitos de 105 ejemplares de reproductores de diferentes pesos, 0,5-7 Kg, procedentes del medio natural durante las épocas de prepuesta y puesta.

Los ejemplares que se encontraban en prepuesta o puesta inicial se seleccionaron para el estudio de la fecundidad de la especie, total y relativa, introduciendo sus ovarios en líquido de Gilson y realizando su conteo por el método volumétrico.

Para poder descartar los ovocitos que no se deben tomar como positivos durante el conteo, se realiza una medición de los primeros ovocitos que han entrado en fase secundaria de crecimiento (conocidos tras practicarles un corte histológico) y que representan los ovocitos de menor tamaño que han de ser contados. Tras conocer el tamaño mínimo, se pueden descartar de la muestra aquellos que no han entrado en la fase secundaria de crecimiento y que, por tanto, permanecen como reservorio para temporadas de puestas sucesivas.

***Determinación de parámetros de la puesta en cautividad.***

A mediados del mes de marzo de 1996, se estabularon 86 ejemplares, 36 hembras y 50 machos de 3-4 años de edad criados en la Estación y con un peso de 1,5-2Kg, en un tanque de cemento rectangular de 100 m<sup>3</sup> de capacidad situado en el exterior y en circuito abierto con fotoperiodo natural y salinidad 37%. La temperatura oscila entre 14 y 24,6 °C.



Una vez en posesión de los huevos de la puesta, la viabilidad se determina mediante el recuento de 5 muestras de 10 ml de cada fracción.

Para la realización de los estudios de nutrición larvaria, la fracción flotante se incubaba a temperatura ambiental (16-18 °C) en 6 tanques de fibra de vidrio cilíndricos de 400 l de capacidad y densidad de 120 huevos / litro. Los tanques se mantienen hasta la eclosión en circuito abierto oscilando la temperatura del agua entre 17 y 19,5 °C. Diariamente se sifonaron los fondos y se contó el número de huevos muertos.

#### ***Mejora de las técnicas de cría larvaria. Campaña 1995-96***

Se realiza un estudio sobre el efecto de la inanición desde el huevo hasta los 9 días después de la eclosión, en la composición bioquímica, el contenido energético de las clases de lípidos y los ácidos grasos de los lípidos totales de larvas de dentón. El estudio se realiza mediante técnicas de cromatografía de gases.

Se realiza un estudio de las necesidades de ácidos grasos esenciales durante la etapa de alimentación con rotífero. Para ello se hacen triplicados de tanques de la misma puesta larvaria que son alimentados a partir del día 5 después de la eclosión con 2 tratamientos distintos:

Tratamiento A: Rotíferos alimentados con bajos niveles de DHA.

Tratamiento B: Rotíferos alimentados con altos niveles de DHA.

Se determina la mortalidad por volumetría al inicio y al final. Se tomaron muestras diarias de las larvas para el estudio de la organogénesis y se midieron diariamente parámetros morfológicos para poder observar la determinación del contenido de ácidos grasos y determinar el peso seco de las larvas.

Durante la realización de las pruebas mencionadas también se realizó un estudio de desarrollo embriológico y larvario de la especie. Los estudios se realizaron a una temperatura ambiente de 17,6 °C.

#### ***Mejora de las técnicas de cría larvaria. Campaña 1996-97***

Durante esta campaña se realiza el estudio de las necesidades de ácidos grasos durante la fase de alimentación con Artemia. Se alimenta a las larvas de dentón a partir del día 15 de edad con metanauplius de Artemia enriquecida con 5 tratamientos experimentales distintos por duplicado, cada uno de los tratamientos con distintos niveles de ácidos grasos:

- Tratamiento A: 100% aceite de coco.
- Tratamiento B: 95% aceite de coco 5% aceite de pescado.
- Tratamiento C: 80% aceite de coco 20% aceite de pescado.
- Tratamiento D: 40% aceite de coco 60% aceite de pescado.
- Tratamiento E: 100% aceite de pescado.

400.000 larvas de dentón recién eclosionadas provenientes de una misma puesta se estabulan en 10 tanques troncocónicos de 400 l de capacidad a una densidad inicial de 100 larvas por litro. Dichas larvas son alimentadas hasta el día 12 de edad con rotífero enriquecido con Proteinselco, a partir del día 12 hasta el 15 se les suministran nauplius de artemia de la cepa AF480. A partir de este momento y una vez que los tanques han evolucionado de modo similar comienza la alimentación distinta para cada pareja de tanques. La prueba dura 3 semanas, hasta que las larvas alcanzaron los 36 días de edad. Se estudia las diferencias de composición entre el huevo y las larvas y también el contenido de vitamina E.

### ***Experiencias de preengorde.***

Se quiere estudiar el efecto del nivel de lípidos en el crecimiento del dentón. Se inicia la prueba el 27 de julio de 1996, realizándose triplicados de 30 juveniles de unos 11 g en 8 tanques de 400 l y alimentándolos con 4 tipos de pienso extruidos que contienen diferentes cantidades de proteínas y lípidos:

- 45/14⇒ 45 proteínas; 14 lípidos.
- 45/17⇒ 45 proteínas; 17 lípidos.
- 50/14⇒ 50 proteínas; 14 lípidos.
- 50/17 ⇒ 50 proteínas; 17 lípidos.

Se realizan muestreos mensuales para determinar el peso medio de los peces alimentados con cada pienso.

### ***Continuación de las experiencias de engorde en jaulas comenzadas en el anterior Plan Nacional "Proyecto de cultivo del dentón".***

A mediados de agosto de 1995 se estabulan 3 lotes de alevines en 3 jaulas de 12,5 m<sup>3</sup> de capacidad. El objetivo de esta experiencia es determinar la viabilidad de otras dietas comerciales.

El pienso semihúmedo O.M.P. utilizado en experiencias anteriores con muy buenos resultados, ha sido utilizado como control de la experiencia.

Los lotes estabulados fueron:

Lote 1: 996 ejemplares de 5 – 7 g de peso, alimentados con pienso semihúmedo tipo Oregon O.M.P. (10:10:1). Alimentación manual con una frecuencia de 5 tomas diarias durante los tres primeros meses, reduciéndose a partir de diciembre a 2.

Lote 2: 985 ejemplares de 5 – 7 g de peso, alimentado con pienso seco extrusionado comercial 52/17. Alimentados con comederos automáticos de rodillo desde el momento que se les empieza a suministrar pienso.

Lote 3: 741 ejemplares de 6 –8 g de peso, alimentado con pienso seco extrusionado comercial 47/18. . Alimentados con comederos automáticos de rodillo desde el momento que se les empieza a suministrar pienso.

Mensualmente se muestrearon el 10% de los ejemplares de cada jaula.

### ***Seguimiento sanitario hispatológico del cultivo y de la explotación.***

Durante el cultivo larvario se realizan tratamientos semanales preventivos de formol y de amonios cuaternarios para impedir el crecimiento bacteriano en los tanques.

Estos tratamientos también se aplican cuando se aprecia una elevada mortalidad larvaria por los recuentos de los sifonados.

#### **Resultados:**

### ***Estudios de algunos parámetros de interés en acuicultura.***

El dentón es un reproductor parcial de tipo asincrónico por lo que al realizar el conteo de los ovocitos son tomados como positivos sólo aquellos que serán puestos durante el próximo periodo y que se conocen porque al corte histológico en prepuesta se encuentran en la fase secundaria de crecimiento.

Se observa a lo largo de la puesta una gran disparidad en el desarrollo gonadal de los ejemplares muestreados; así, durante el inicio de la época de puesta aparecen ejemplares que se encuentran en fase de maduración inicial y al final de la puesta encontramos ejemplares que ya han alcanzado la fase de agotamiento o reposo.

No se observan ejemplares reproductores maduros hermafroditas, tan sólo se ha observado un ejemplar inmaduro con bisexualidad juvenil.

El total de ejemplares muestreados a lo largo del estudio fue de 147.

Se observa que la fecundidad relativa del dentón varía entre 2.806.386 huevos/kg (en un ejemplar de 7,4 Kg de peso y 17 años de edad) y 215.705 huevos/kg (en un ejemplar de 7,8 Kg y 18 años de edad).

### ***Determinación de parámetros de la puesta en cautividad.***

La puesta fue natural y comenzó el día 16 de marzo a una temperatura de 14 °C prolongándose hasta el 18 de junio con una temperatura de 24,6 °C. Los huevos flotantes se recogen diariamente a primera hora de la mañana en un salobre de 500  $\mu$  situado en el rebosadero del tanque, pasándose a continuación a recipientes plásticos, circulares de 10 l de capacidad donde se decanta y separa la fracción flotante de la sedimentada. Durante los tres meses de duración de la puesta se recogen un total de 26 millones de huevos correspondientes a 82 puestas, observándose un descenso progresivo de la tasa de viabilidad a partir del día 55. La puesta mayor se recogió el día 41 con 923.000 huevos y una tasa de viabilidad de 86,5%. Los resultados de los parámetros analizados para determinar la calidad de la puesta son:

- Tasa de viabilidad: 89,2%.

La tasa de viabilidad se mantuvo muy elevada durante casi toda la puesta, oscilando alrededor del 80%.

- Tasa de eclosión: 91,3%.
- Tasa de supervivencia: 70,8%.
- Tasa de fertilidad: 81%.

#### ***Mejora de las técnicas de cría larvaria. Campaña 1995-96.***

En el estudio se detectó la utilización de los lípidos como fuel energético mayoritario y sobre todo clases de lípidos neutros como triglicéridos y ésteres de colesterol. Así mismo, se observa una cierta utilización de fosfatidilcolina y síntesis y mantenimiento de fosfatidil etanolamina. Referente a los ácidos grasos, se observa una utilización mayoritaria de ácidos grasos poliinsaturados y en particular del ácido docosahexanoico (22:6n-3).

Los estudios morfológicos no indican que haya diferencias significativas en el crecimiento ni en la supervivencia entre las dos pruebas larvarias, aunque los tanques alimentados con el tratamiento A, presentan mayores tasas de supervivencia.

En cuanto al desarrollo embrionario, los huevos fertilizados del dentón son flotantes y transparentes, con un diámetro de  $1,005 \pm 0,02$  mm y una gota de grasa de  $217,86 \pm 12,20$   $\mu$ m de diámetro.

En cuanto a la definición de los estadios de desarrollo de la larva se refiere, se han definido 3 estadios:

Estadio 1: Fase lecitotrófica, caracterizada por la presencia de saco vitelino y boca cerrada.

Estadio 2: Comienzo de alimentación exógena. Caracterizado por la apertura de la boca y la pigmentación de los ojos.

Estadio 3: Desarrollo de las espinas operculares y de la vejiga natatoria.

#### ***Mejora de las técnicas de cría larvaria. Campaña 1996-97.***

Los 5 tratamientos contienen diferentes niveles de (n-3) HUFA, desde 0,72 hasta 6,23 en porcentaje de peso seco. No se han detectado diferencias significativas en cuanto al peso seco individual, supervivencia y longitud total de las larvas.

El contenido de vitamina E se mantiene relativamente constante a lo largo del proyecto, aunque desciende de forma importante a partir de que la larva tiene 9 días, reduciéndose su contenido casi a la mitad; sin embargo en las larvas, la cantidad de vitamina E relacionada con la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) se incrementa a lo largo de todo el experimento.

El contenido de lípidos peróxidos en las larvas decrece de forma significativa a lo largo de todo el experimento. Por lo tanto la cantidad de lípidos peróxidos (MDA) en relación con los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) es mayor de 5, siendo ésta diferencia menor en el huevo (1,6) y cuando las larvas tienen 9 días (2,4).

### ***Experiencias de preengorde.***

En el análisis de 2 parámetros del pienso, proteínas y lípidos, no hay diferencias significativas, pero sí se observa una tendencia a partir del muestreo de enero en el que los piensos con menores niveles de grasa producen mejores crecimientos que aquellos con mayores niveles de grasa.

Comparando aquellos piensos con niveles de proteínas distintos, o comparando el efecto de los lípidos, no se obtienen diferencias significativas para las proteínas pero sí se obtienen para los lípidos. Es decir, aquellos piensos con menores niveles de lípidos producen diferencias significativas en el crecimiento de los lotes de peces con respecto a aquellos piensos que poseen mayores niveles de lípidos en su composición, produciendo mayores niveles de crecimiento los piensos con menor nivel de lípidos.

### ***El crecimiento con estas dietas durante los dos primeros meses es alto pero al final del proyecto el crecimiento se ralentiza.***

El peso medio final de los peces al final del proyecto es:

- Dieta 45/14 ⇒ 98,2 gramos.
- Dieta 45/17 ⇒ 88,8 gramos.
- Dieta 50/14 ⇒ 108,8 gramos.
- Dieta 50/17 ⇒ 86,8 gramos.

Lo que no supone unas diferencias muy significativas.

### ***Continuación de las experiencias de engorde en jaulas comenzadas en el anterior Plan Nacional "Proyecto de cultivo del dentón".***

Las curvas de crecimiento correspondientes al engorde de los lotes alimentados con pienso O.M.P. y pienso comercial de rodaballo (52/17) van prácticamente juntas durante toda la experiencia, las diferencias que se daban en la campaña 94-95 eran debidas a la forma de realizar el destete de los alevines; en este caso el destete de los alevines se realiza con pienso, en lugar de hacerlo con pasta de pescado, consiguiendo así no retardar el engorde como consecuencia a la adaptación al nuevo alimento. Los índices de conversión obtenidos se pueden considerar como buenos dando una media de 1,9:1.

El pienso comercial 43/22 da menor crecimiento e índices de conversión más altos, hechos que podrían estar relacionados con el alto contenido en lípidos de este pienso.

### ***Seguimiento sanitario hispatológico del cultivo y de la explotación.***

En el engorde en jaulas flotantes no se observa ningún problema de epizootias que haya requerido la toma de muestras. Como precaución se han ido controlando las bajas de las jaulas y el aspecto de los animales estabulados.

### **Conclusiones:**

La especie se aclimata bien a la cautividad, presentando una buena calidad de cultivo en huevo.

La especie tiene una alta fecundidad y elevados parámetros de calidad de puesta en cautividad.

Las etapas y tiempos en las que se produce el desarrollo embrionario se encuentran perfectamente definidas.

La longitud total de la larva de dentón recién eclosionada es de  $2,61 \pm 0,04$  mm.

Existe una diferencia significativa de crecimiento de lotes alimentados con distintos niveles de lípidos.

La especie se comporta como un reproductor asincrónico, con un largo periodo de puesta, desde marzo hasta julio, durante el cual emite pequeños reclutamientos de ovocitos de forma frecuente e intermitente.

La especie en estado natural no presenta hermafroditismo en estado adulto, comportándose claramente como un reproductor gonocórico en el que se observa bisexualidad juvenil en algunos ejemplares que no se manifiesta en estado adulto.

El efecto de las proteínas en las dietas no es significativo, no es así en el caso de los lípidos. En las dietas con un 14% de lípidos se alcanza un peso de 103,5 gramos mientras que en dietas con un contenido en lípidos del 17% se alcanza un peso de 87,8 gramos.

La mortalidad es del 30%, no existiendo diferencias entre dietas.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Comunidad Autónoma Cataluña:**

- **1994-95:** Plan experimental de cultivo de dentón (*Dentex dentex*) en jaula flotante en mar abierto en Casses d'Alcanar.
- **1999:** Plan integral de cultivo de dentón (*Dentex dentex*): reproducción, cultivo larvario, destete, preengorde y engorde.

#### **Comunidad Autónoma de Baleares:**

- **1993:** Proyecto de cultivo del dentón.
- **1994:** Proyecto cultivo del dentón.
- **1996:** Cultivo del dentón: continuación de los estudios de las necesidades nutricionales durante el periodo larvario y de los estudios encaminados a formular un pienso específico para el dentón.
- **1999:** Cultivo de dentón (*Dentex dentex*). Primeros estudios sobre el canibalismo de la especie en fase de destete y preengorde.

### COMENTARIOS FINALES.

Los objetivos propuestos para este proyecto han sido cumplidos adecuadamente, exponiéndose de forma clara los resultados. Los resultados han de considerarse como favorables.

Se están alcanzando conclusiones que favorecen el cultivo de forma intensiva del dentón, pues se están alcanzando todos los objetivos que hay que lograr para poder cultivar esta especie en cautividad.

### DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Publicación en la revista *Fish physiology and biochemistry*.

Publicaciones en el VI Congreso Nacional de Acuicultura, celebrado en Murcia los días 9, 10 y 11 de julio de 1997.

Comunicación en el congreso de Nutrición celebrado en Canarias con el título "Study of the (n-3) HUFA requirement and antioxidant status of *Dentex dentex* larvae at *Artemia* feeding stage".

Comunicación en el congreso de Nutrición celebrado en Canarias con el título "Relationships between antioxidants, antioxidants enzyme activities and lipid peroxidation products during early development in *Dentex dentex* eggs and larvae".

Comunicación presentada en el "Third international symposium on research for aquaculture: fundamental and applied aspects" celebrado en Barcelona del 24 al 27 de agosto de 1997 y titulada "First trials of growth of juvenile dentex (*Dentex dentex*) fed with four extruded diets varying protein and lipid levels. Preliminary results".

#### **4. PROYECTO: INSTALACIÓN DE JAULAS EXTERIORES DE APLICACIÓN AL ENGORDE DE DIVERSAS ESPECIES DE INTERES COMERCIAL.**

##### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1993

Finalización del plan: 1994

##### **OBJETIVOS:**

- La instalación de jaulas flotantes exteriores en aguas baleares, con la finalidad de fomentar la acuicultura marina en esta comunidad, que por interferencia con otras actividades ve limitado su desarrollo en aguas someras litorales.
- Realizar un seguimiento del engorde de diferentes especies de interés comercial en las instalaciones exteriores, ensayando diversas dietas comerciales.
- Estudiar el impacto ambiental causado por las instalaciones flotantes fondeadas en aguas profundas (> 20 metros) sobre el bentos.
- Estudiar el estado sanitario de las diferentes especies en cultivo comparándolo con los datos que se conocen de aguas interiores.

##### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Consejería de Agricultura y Pesca del Gobierno Balear.

Centro: Estación de Acuicultura del Port d'Andratx.

Departamento: Dirección General de Pesca Marítima y Cultivos Marinos.

##### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Elena.

Apellidos: Pastor Gracia.

##### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

Agua exterior del Puerto de Andratx donde la profundidad alcance un mínimo de 20 metros.

##### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS.**

###### **Metodología:**

Para el estudio de las técnicas de cultivo en las jaulas exteriores, se seleccionará entre las diferentes especies en función de la disponibilidad de juveniles.

Las especies que se utilizan son dorada y dentón, y los resultados obtenidos, tanto los estudios histopatológicos como los bacteriológicos, se describen en los correspondientes informes de Planes Nacionales de Cultivos Marinos.



## 5. PROYECTO: CULTIVO DEL DENTÓN (*Dentex dentex*): PRIMEROS ESTUDIOS SOBRE EL CANIBALISMO DE LA ESPECIE EN FASE DE DESTETE Y PREENGORDE.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 1999

### OBJETIVOS:

- 1- Estudio del canibalismo en la fase de destete y preengorde.
- 2- Seguimiento sanitario de la explotación. Prevención y tratamiento de posibles patologías.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Dirección General de Pesca Marítima y Cultivos Marinos.

Centro: Estación de Acuicultura del Port d'Andratx.

Departamento: Recursos Marinos y Acuicultura.

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Elena

Apellidos: Pastor Gracia

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto tiene lugar en la Estación de Acuicultura del Puerto de Andratx en Mallorca.

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

#### Metodología:

#### *Estudio del canibalismo en la fase de destete y preengorde.*

Durante tres semanas se ensayan tres frecuencias de alimentación distintas en alevines de dentón previamente clasificados por tallas. Los alevines pesan inicialmente una media de  $1,3 \text{ g} \pm 0,28$  (59 días de edad). Los ensayos se realizan por duplicado en tanques de 400 l troncocónicos con renovación continua de agua a temperatura ambiental (25,6-26,7 °C). Se estabulan 50 alevines por tanque que se alimentaron con pienso extrusionado comercial de destete óptimaminil 1 (Proaqua). Las frecuencias de alimentación ensayadas son las siguientes:

- 1- Alimentación distribuida 24 horas/día con comedero automático a intervalo de 4 minutos bajo condiciones de iluminación artificial continua de 1000 lux.
- 2- Alimentación distribuida 14 horas/día con comedero automático bajo condiciones de iluminación natural (18 horas luz: 6 horas oscuridad).
- 3- Alimentación manual a saciedad 3 veces al día. Iluminación natural.

Diariamente se sifonaron los tanques, contabilizándose las bajas. Semanalmente se hace un recuento bacteriano de cultivo en medio TCBS.

### ***Seguimiento sanitario de la explotación.***

Durante todo el cultivo, a partir de que los alevines alcanzaron los 30 días de edad, se realizaron tratamientos profilácticos con Cloramina T, con objeto de prevenir la aparición de enfermedades. Dichos tratamientos se suministran con una periodicidad de 7 días.

Una vez comenzada la prueba de evaluación del efecto de la frecuencia de alimentación, se realizaron semanalmente contajes de UFC para conocer el nivel de contaminación bacteriana en cada uno de los tanques.

### **Resultados:**

#### ***Estudio del canibalismo en la fase de destete y preengorde.***

No se observan diferencias significativas en supervivencia en las diferentes modalidades de alimentación ensayadas, siendo en todas las supervivencias altas.

Si se tiene la precaución de clasificar los ejemplares por talla, no hay bajas debidas a canibalismo.

En cuanto a los resultados de crecimiento, se obtienen diferencias significativas tanto en peso como en talla entre los sistemas de alimentación manual (peores resultados) y automática (mejores resultados), no encontrándose diferencias significativas de crecimiento entre las dos frecuencias de alimentación automática, aunque sí se obtienen mejores resultados de crecimiento con alimentación forzada las 24 horas e iluminación continuada sin observarse influencias negativas en la supervivencia, las cuales sí han sido señaladas en la fase larvaria.

### ***Seguimiento sanitario de la explotación.***

Durante todo el cultivo del dentón no se detectó ningún brote de enfermedad que causara mortalidades importantes.

Durante el tiempo que dura la prueba de alimentación en tanques de 400 l, los contajes de UFC son bajos y del mismo orden de magnitud en todos los tanques por lo que no se producen mortalidades producidas por *Vibrio*.

### **Conclusiones:**

En fase de preengorde, el dentón es una especie que puede ser sometida a alimentación forzada 24 horas al día, con buenos resultados de crecimiento y supervivencia, lo cual disminuye de forma considerable la duración de este periodo.

Si se toma la precaución de seleccionar convenientemente los ejemplares por talla, los efectos del comportamiento agonístico son despreciables durante el preengorde, obteniéndose altas supervivencias en todos los sistemas de alimentación ensayados y buenas conformaciones corporales.

No se produce ninguna infección a lo largo de todo el ensayo.

## OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

### **Comunidad Autónoma de Cataluña:**

- **1994-95:** Plan experimental de cultivo de dentón (*Dentex dentex*) en jaula flotante en mar abierto en Casses d'Alcanar.
- **1999:** Plan integral de cultivo de dentón (*Dentex dentex*): reproducción, cultivo larvario, destete, preengorde y engorde.

### **Comunidad Autónoma de Baleares:**

- **1993:** Proyecto de cultivo del dentón.
- **1994:** Proyecto cultivo del dentón.
- **1995:** Cultivo del dentón. Aspectos reproductivos, mejora del cultivo larvario y diseño de dietas artificiales específicas para su engorde.

## COMENTARIOS FINALES.

En este estudio queda claro que con una adecuada densidad de población en la fase de preengorde, los problemas de canibalismo desaparecen.

## **6. PROYECTO: MAPA ZOOSANITARIO DE LOS CULTIVOS BIVALVOS (*O. edulis*, *M. galloprovincialis* y *V. verrucosa*) EN EL PORT DE MAÓ (MENORCA)**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1999  
Finalización del plan: 1999

### **OBJETIVOS:**

Realización de un mapa zoosanitario global de las enfermedades que afectan a las principales especies cultivadas en el Port de Maó (escupiña, mejillón y ostra plana) para de esta manera, conocer la prevalencia y la estacionalidad de las principales alteraciones patológicas que afectan a los cultivos de bivalvos de la zona y poder plantear medidas de lucha sanitaria contra las enfermedades observadas.

Identificar la especie de *Perkinsus* que afecta a las ostras planas y a las escupiñas del Port de Maó, siguiendo criterios morfológicos.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Dirección General de Pesca Marítima y Cultivos Marinos.  
Centro: Estación de Acuicultura del Port d'Andratx.  
Departamento: Recursos Marinos y Acuicultura.

### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Elena  
Apellidos: Pastor Gracia

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

Zona de protección o mejora BAL1-01 del Port de Maó.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología:**

Se toman 30 ejemplares de cada una de las especies objeto de estudio (escupiña grabada, mejillón y ostra plana), mensualmente desde octubre de 1999 a diciembre del 2000 en la zona de producción y protección o mejora BAL1-01 con la finalidad de detectar con un 95% de confianza las enfermedades que se encuentren presentes con una prevalencia del 10% o superior.

En todos los meses en los que se dispone de muestras y, después de su examen macroscópico, se siembran porciones de branquia de escupiña grabada y de ostra plana en un medio fluido de tioglicolato.

Durante el otoño de 1999, primavera y otoño del 2000 se envían al Centro de Investigaciones Mariñas (Xunta de Galicia) muestras de ostra plana y escupiña grabada sembradas en medio fluido de tioglicolato; también se envían ejemplares vivos para su procesamiento en ese centro. (Estudios al M.E.T.).

**Resultados:**

Las muestras obtenidas fueron las siguientes:

- Escupiña grabada: 30 ejemplares mensuales desde octubre de 1999 a diciembre de 2000 (con excepción de noviembre de 2000).
- Mejillón: 30 ejemplares mensuales correspondientes a los meses de diciembre de 1999, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y diciembre de 2000. La razón de que no se obtengan muestras a lo largo de todos los meses es debido a que no se trata de un cultivo continuo.
- Ostra plana: 30 ejemplares mensuales correspondientes a los meses de octubre y noviembre de 1999, enero, febrero, abril, mayo, junio, agosto, octubre y diciembre de 2000. La razón de que no se obtengan muestras a lo largo de todos los meses es debido a que no se trata de un cultivo continuo.

Del análisis histológico se obtienen los siguientes resultados preliminares:

- Se observa la presencia, en el epitelio estomacal de ostra plana y de mejillón, de estados iniciales de *Marteilia refringens* a lo largo de todo el año. Los estados esporádicos se desarrollan de septiembre a febrero en glándula digestiva de ambas especies. Este parásito no se detecta en escupiña grabada.
- *Perkinsus sp* se detecta en ostra plana y escupiña grabada principalmente en otoño, aunque también en primavera. No se observa en mejillón.
- Esporocistos y cercarias de *Bucephalus haimeanus* has sido observados exclusivamente en ostra plana durante los meses de invierno, principalmente en diciembre y enero.
- Se ha observado el copépodo *Mytilicola intestinalis* en intestino de mejillones a lo largo de todo el año, sin aparentes signos de enfermedad.
- Se han observado también metacercarias enquistadas de trematodos en el pie de mejillones durante el invierno.
- Se han observado protozoos ciliados en glándula digestiva de ostra plana durante los meses de invierno, sin detectarse lesiones asociadas.

De las siembras en medio fluido de tioglicolato se obtienen los siguientes resultados:

El tamaño de muestra fue de 30 ejemplares por especie en cada muestreo. La observación de las muestras se realiza de modo rutinario al microscopio óptico, evidenciando la presencia de prezoosporangios mediante tinción de lugol. Los resultados obtenidos muestran que:

- En el caso de la ostra plana, la prevalencia es, en todos los casos, inferior a 0,1, con excepción de la muestra del 07/10/99 que fue de 0,68. La incidencia ponderada, es decir el nivel de infección, fue en la mayoría de los casos de 0, con excepción de la citada muestra del 07/10/99 que alcanzó un valor de 1,03.
- En el caso de la escupiña grabada, la prevalencia fue baja en todos los casos, al igual que la incidencia ponderada cuyo máximo valor es de 0,36 y se alcanzó el día 01/08/00.

En cuanto a los estudios al M.E.T., los estudios morfológicos al MO y ultraestructurales, se observaron diferencias de morfología con el tubo de descarga de *P. atlanticus*, tanto en grosor como en longitud, diferencias que constituyen uno de los criterios de clasificación de género.

#### **Conclusiones:**

A partir de los resultados obtenidos de las siembras en medio fluido de tioglicolato, se puede concluir que la incidencia de parasitación en los ejemplares analizados es baja.

En cuanto a los estudios al M.E.T. se concluye que la especie de *Perkinsus* ubicada en el Mediterráneo se trata de una nueva especie.

#### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

##### ***Comunidad Autónoma de Andalucía:***

- **1997:** Desarrollo de un método de diagnóstico molecular para *Perkinsus atlanticus*.

##### ***Comunidad Autónoma de Cataluña:***

- **1997:** Mapa zoonitario de *Perkinsus sp.* en Cataluña.

#### **COMENTARIOS FINALES.**

Se alcanzan los objetivos planteados llegando a la conclusión de que los ejemplares que se encuentran en esta zona presentan un estado óptimo de salud.

## 7. PROYECTO: MEJORAS PRÁCTICAS EN EL PREENGORDE DE DORADA: CULTIVO EN JAULAS (Proyecto coordinado con la CA de Andalucía)

### AÑO:

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 2000

### OBJETIVOS:

El objetivo de este trabajo es determinar los crecimientos y supervivencias en el preengorde de doradas entre 0,5 y 20 g en jaulas de 15-50 m<sup>3</sup> de capacidad en las siguientes condiciones:

- Preengorde de dorada en jaulas de 50 m<sup>3</sup> en un puerto o abrigo en la costa. Alimentación en continuo durante las horas de luz mediante comederos automáticos de reloj. (Estación de Acuicultura del Puerto de Andratx; Dirección General de Pesca del Gobierno Balear).

- Preengorde de dorada en jaulas flotantes de 15 m<sup>3</sup> dentro de estanques de tierra. Alimentación en continuo durante las horas de luz. (C.I.C.E.M. El Toruño, Andalucía).

- Preengorde de dorada en corrales de 50 m<sup>3</sup> de capacidad en estanques de tierra. Alimentación en continuo durante las horas de luz. (C.I.C.E.M. El Toruño, Andalucía).

- Siembra directa en estanque de tierra de 1.000 m<sup>3</sup> de capacidad. Alimentación en continuo durante las horas de luz (C.I.C.E.M. El Toruño, Andalucía).

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Dirección General de Pesca Marítima y Cultivos Marinos.

Centro: Estación de Acuicultura del Port d'Andratx.

Departamento: Recursos Marinos y Acuicultura.

Organismo: Consejería de Agricultura y Pesca, Delegación Provincial Cádiz.

Centro: Centro Investigación y Cultivo Especies Marinas "El Toruño".

### COORDINADOR DEL PLAN BALEARES:

Nombre: Elena

Apellidos: Pastor Gracia.

### COORDINADOR DEL PLAN ANDALUCÍA:

Nombre: Alfonso

Apellidos: Sánchez de Lamadrid Rey.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

La parte del proyecto desarrollada en Baleares tiene lugar en las jaulas pertenecientes a la Estación de Acuicultura y fondeadas en el Puerto de Andratx en Mallorca.

La parte del proyecto desarrollada en Andalucía tiene lugar en las instalaciones de "El Toruño".

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología seguida en Baleares:**

El preengorde se realiza en jaulas en el mar. En el Puerto de Andratx se tienen 4 jaulas circulares de 5,5 m de diámetro con una bolsa de red de 2 m + 1 m, con volumen de 50 m<sup>3</sup>. Los diámetros de malla utilizados son crecientes y adecuados al tamaño de los peces (4'5, 7'5, 15 mm de diámetro) cambiándose las bolsas de red cuando es necesario para permitir una buena renovación de agua. Las jaulas, se cubren con una red antipájaros para evitar los efectos de estos predadores.

Se mide diariamente el oxígeno disuelto, la temperatura, la salinidad y el pH de lunes a viernes a las nueve de la mañana. La salinidad se mantiene constante en torno a los 37 g/l y el pH en torno a 8,3-8,4.

El pienso utilizado es de la marca ProAqua de los tipos Óptima 1, Mini 1, Mini 1,5 y Mini 2. Según la tabla de alimentación recomendada por la marca de pienso y según el tamaño de los peces, se calcula la cantidad de pienso diario a distribuir teniendo en cuenta la temperatura del agua, el número de peces y su peso medio. El pienso se distribuye diariamente mediante el uso de comederos de cuerda de forma continuada durante 12 horas.

Se realiza un muestreo de un máximo de 100 individuos cada 15 días. Una vez pesados, son devueltos al lugar donde habían sido capturados.

Se utilizan 12.598 alevines de entre 0,72 y 1 g, que se reparten, según su peso, en cuatro jaulas denominadas J4.c, J5.c, J6.c y J7.c:

- En dos jaulas 4.895 peces de 0,72 g/pez. Introducidos el 20/04/1999.
- En dos jaulas 1.179 peces de 1 g/pez. Introducidos el 05/05/1999.

A todos los peces se les pretende llevar a un peso de 20 g.

#### **Metodología seguida en Andalucía:**

##### Primera fase CICEM:

Se desarrolla entre los meses de Marzo y Julio del 2000. En esta fase se prueban diferentes densidades de peces y diferentes sistemas de cultivo, a fin de preparar la segunda fase del experimento:



- Tres corrales denominados C2a (5.794 peces de peso inicial 1,5 g), C3a (2.521 peces de peso inicial 6,2 g) y C4a (2.521 peces de peso inicial 3,1 g).
- Dos jaulas denominadas J1.a (3.600 peces de peso inicial 4,5 g) y J2.a (3.600 peces de peso inicial 0,86g).
- Un estero denominado E5.a donde se introdujeron 4.040 peces de peso inicial 3,6 g.

En esta fase se cultivan alevines hasta que alcanzan los 20 g de peso.

#### Segunda fase CICEM:

Comienza el 1 de agosto de 2000, a partir de los datos obtenidos en la fase previa se pasa al diseño de la segunda fase. Se utilizan 15.000 peces de 1,12 gramos, repartidos entre tres corrales (denominados C2.b, C3.b y C4.b) y tres jaulas (denominadas J1.b, J2.b y J3.b), utilizando la misma carga de siembra en todos, 3.275 alevines en cada corral y 1.725 alevines en cada jaula.

El pienso utilizado es de la marca ProAqua de los tipos Óptima 1, Mini 1, Mini 1,5 y Mini 2 Según la tabla de alimentación recomendada por la marca de pienso y según el tamaño de los peces, se calcula la cantidad de pienso diario a distribuir teniendo en cuenta la temperatura del agua, el número de peces y su peso medio. El pienso ha sido distribuido diariamente mediante el uso de comederos de cuerda de forma continuada durante 12 horas.

Se realiza un muestreo de un máximo de 100 individuos cada 15 días. Una vez pesados, son devueltos al lugar donde habían sido capturados.

Se mide diariamente el oxígeno disuelto, la temperatura, la salinidad y el pH de lunes a viernes a las nueve de la mañana. La salinidad se mantiene constante en torno a los 40,02 g/l y el pH en torno a 8,4.

#### **Resultados:**

Es el estero el que presenta una menor tasa de crecimiento (0,238), mientras el corral C3.b presenta la mayor tasa de crecimiento (0,39). No se tienen en cuenta los datos de la jaula J1.a ni del corral C3.a por no ser los datos fiables por una posible fuga de peces.

Se consiguen Índices de Conversión de hasta 0,7 en jaulas en puerto (J7.c) mientras que la conversión mínima se ha alcanzado en la jaula J3.b con un índice de 7,5, debido a que se alimentan a pesar de un escape de peces producido por la turbidez de las aguas. Los valores oscilan en corrales entre 0,96 en el corral C3.b y 2,9 en el corral C3.a.

En cuanto a mortalidad se refiere, se comprueban elevadas mortalidades en los primeros días tras la siembra. En el caso de Baleares, se cuantifican las mortalidades iniciales, siendo éstas variables según el tipo de jaula. La supervivencia de doradas es superior al 80% en jaulas circulares, mientras que en jaulas próximas a la costa es extremadamente baja, no superando en ningún caso el 30%.

En el caso de Andalucía, en la jaula J1.b se observa una mortalidad directa de 40 individuos en el momento de la siembra y un número mucho mayor en los días siguientes. La supervivencia en las jaulas y corrales en estero está entre el 50 y el 60%. Los alevines sembrados directamente en el estero muestran una supervivencia del 87%.

La siembra directa en estero es la que más días requiere para alcanzar la talla de 20 g (97 días). Las jaulas en puerto, sembradas con peces de 0,72 g en abril utilizan 18 días más que las otras estructuras de cultivo en puerto y en estero (63 días de utilización media). Esto es debido al menor peso que se utiliza para la siembra de las jaulas en puerto y a las bajas temperaturas en abril en las aguas del puerto de Baleares.

### **Conclusiones:**

El estero muestra la *menor tasa de crecimiento* debido a que, por un lado se tardaron más de 30 días en ver ejemplares comiendo en el lugar de la alimentación, así como por el hecho de que al sembrarse al final de marzo las temperaturas del agua fueron menores que para los otros sistemas utilizados.

En las jaulas en estero se obtiene una *mayor tasa de crecimiento*, lo que se puede observar por el menor tiempo de uso de las instalaciones. Además, se observa que disminuye la tasa de crecimiento conforme aumenta la carga con el crecimiento de los peces.

El hecho de que los *índices de conversión* salgan elevados puede ser debido a la sobreestimación del número de peces en los diferentes experimentos; sólo en Baleares, con una baja mortalidad a lo largo del experimento, se han conseguido índices de conversión bajos.

Las supervivencias son mayores en jaulas en puertos que en jaulas en estero. En éstas hubo una menor supervivencia debido al estrés de la siembra y a la presencia de aves ictiófagas que fueron capaces de cazar peces a pesar de la presencia de redes. Es destacable la menor densidad de carga en las jaulas en puerto con respecto a los cultivos desarrollados en el C.I.C.E.M. en Cádiz. Ésta alta densidad ha originado problemas de canibalismo. Se llega a la conclusión de que el tamaño ideal para comenzar éste tipo de preengorde debe estar en tamaños mayores al gramo de peso.

En cuanto al manejo:

- El sistema más engorroso y con el que resulta más difícil trabajar es el estero, debido al elevado número de personas que han de intervenir, y a la cantidad de horas que se emplean en el despesque.
- No hay diferencias destacables entre los corrales y las jaulas, ya que prácticamente emplean el mismo número de personas y se tarda aproximadamente el mismo tiempo en la realización del despesque, aunque en la jaula se tarda algo menos. Es aconsejable en las jaulas, realizar ésta operación rápidamente, debido al estrés que sufren los peces.

## OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

### **Comunidad Autónoma de Canarias:**

- **1997:** Evaluación del empleo de fuentes proteicas de diverso origen en piensos de engorde de dorada (*Sparus aurata*).
- **1998:** Evaluación del empleo de fuentes proteicas de diverso origen en piensos de engorde de dorada. (Continuación de años anteriores).
- **1999:** Evaluación del empleo de fuentes proteicas de diverso origen en piensos de engorde de dorada. (Continuación de años anteriores).

### **Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1997:** Evaluación a escala piloto de una dieta inerte microencapsulada para el cultivo larvario de peces marinos (dorada y lenguado) desde la primera semana de vida hasta el uso de piensos comerciales.
- **1997:** Optimización y mejora del cultivo semiintensivo de dorada (*Sparus aurata*) en granjas marinas de San Fernando (Cádiz).
- **1997:** Estudio de alimentación y manejo de dorada (*Sparus aurata*) en estanque en régimen semiintensivo.
- **1999:** Mejoras prácticas en el preengorde de dorada. Cultivo en jaulas. (Proyecto coordinado con la Comunidad Autónoma de Baleares).

## COMENTARIOS FINALES.

Se observa un crecimiento rápido, obteniendo en menos de dos meses la talla de 20 g en la mayor parte de los casos a partir de alevines de 1 g de peso (corrales y jaulas en estero y algunas jaulas en puerto): Solo se produce retraso en el crecimiento en la siembra directa en el estero y las jaulas en puerto sembradas en abril, totalizando los tres meses de cultivo. En estos casos, el retraso se debe a que son lotes que se sembraron antes, con menores temperaturas en el medio. Además, en la siembra directa, se observa un retraso importante relacionado con la localización del lugar de alimentación.

Respecto a las supervivencias, con la siembra directa, se demuestra que usando peces de 6 g, habiendo erradicado previamente los predadores, y utilizando protección contra las aves, éstas son altas. En los otros sistemas la mortalidad es también baja aunque variable dependiendo de la ubicación y forma de la jaula en el puerto.

Se recomienda a las empresas interesadas en utilizar jaulas y corrales en estero para el preengorde, peces de al menos 2-3 g, que pueden aguantar mejor las operaciones de transferencia a los sistemas de preengorde en el medio natural.

## 8. PROYECTO: CULTIVO DE LA CORVINA (*Argyrosomus regius*). PROYECTO COORDINADO CON LA CA DE ANDALUCÍA.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 2001

### OBJETIVOS:

- Determinación de las tasas de crecimiento en engorde en jaulas de alevines provenientes del medio natural con diferentes dietas y su adaptación a ellas (pescado triturado, pienso semihúmedo OMP 10:10:1, pienso extrusionado comercial). Se realizará en Baleares (en la Estación de Acuicultura del Puerto de Andratx, Dirección General de Pesca-Gobierno Balear).
- Determinación de las tasas de crecimiento en tanques de preengorde y estanques de tierra de juveniles provenientes del medio natural con diferentes dietas y adaptación a ellas (pescado triturado, pienso semihúmedo OMP 10:10:1, pienso extrusionado comercial). Se realizará en Andalucía (en el CICESM "El Toruño", Dirección General de Pesca – Junta de Andalucía).
- Crear un futuro stock de reproductores con los juveniles utilizados para las pruebas de engorde para poder plantear, en un futuro, pruebas en cautividad, tanto en Baleares como en Andalucía.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Dirección General de Pesca Marítima y Cultivos Marinos.

Centro: Estación de Acuicultura del Port d'Andratx.

Departamento: Recursos Marinos y Acuicultura.

Organismo: Consejería Agricultura y Pesca, Delegación Provincial Cádiz.

Centro: Centro Investigación y Cultivo Especies Marinas "El Toruño".

### COORDINADOR DEL PLAN EN BALEARES:

Nombre: Elena

Apellidos: Pastor Gracia

### COORDINADOR DEL PLAN EN ANDALUCÍA:

Nombre: Alfonso

Apellidos: Sánchez de Lamadrid Rey.

## UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La parte del proyecto desarrollado en la CCAA de Baleares, tiene lugar en las jaulas flotantes de la Estación de Acuicultura del Puerto de Andratx en Mallorca.

La parte del proyecto desarrollada en Andalucía tiene lugar en las instalaciones de “El Toruño”.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

Los juveniles necesarios para realizar el estudio se capturan en la desembocadura del Guadalquivir. Tras la captura, los peces pasarán una cuarentena de aproximadamente 10 días de duración en las instalaciones de “El Toruño”, tras la cual, la mitad de los peces serán transportados hacia Baleares para el inicio de las pruebas.

En el Puerto de Andratx el lote de corvina se divide en dos, estableciéndose en dos jaulas cuadradas de 2,5 m de lado y 12 m<sup>3</sup> de volumen.

La alimentación se realiza “ad libitum” con pescado y calamar fresco o congelado, suplementado en un principio con vitamina C y posteriormente con un premix vitamínico de la casa TROUW.

El seguimiento se realiza mediante el muestreo de los dos lotes cada 30 días, determinándose el peso y la talla del 50% de la población previa anestesia con MS222. Se calcula el índice de conversión del alimento (I.C.) y la tasa instantánea de crecimiento en peso (Gp).

### Resultados:

El comienzo del proyecto se vio retrasado un año debido a la escasez de corvinas en los canales de riego de la marisma del Guadalquivir, lugar donde se había previsto capturarlos. La escasez de corvinas tiene lugar debido a las condiciones meteorológicas de la primavera de 1999, que provocan una bajada de salinidad en la zona y por lo tanto una ausencia de corvinas.

Debido a la falta de ejemplares para el comienzo de la experiencia, tiene lugar la captura de corvinas mediante pesca de arrastre en la desembocadura del Guadalquivir. Se capturan un número considerable de corvinas, aún así la experiencia tiene resultados negativos al presentarse una mortalidad del 100% de los ejemplares causada por la hiperinflación de la vejiga natatoria durante su captura. Gracias a estas corvinas muertas, se puede determinar la alimentación de esta especie en el medio natural que se basa fundamentalmente en boquerones y gambas. Los pesos de los mismos oscilan entre los 12 y los 126 g.

En otoño del 2000 se consiguieron pescar 109 juveniles de corvina y 2 adultos en los canales de riego de la empresa Pesquerías Isla Mayor. Tras la pesca de los mismos, se mantienen en un tanque en cautividad sin alimentación y sin ningún tratamiento. En noviembre del 2000 son trasladados a las instalaciones de “El Toruño”, manteniéndose dos lotes, el de juveniles y el de adultos. Son sometidos a una cuarentena y a tratamientos profilácticos a base de formol. Se va adaptando a los peces a la alimentación en cautividad con pescado fresco (boquerón), calamar y cangrejo. A los juveniles el alimento se les da triturado.

Se llevan a cabo dos muestreos de las corvinas, observándose que los pesos medios eran de 186,9 g en enero y 193,8 g en marzo en los juveniles. Los adultos pesan 4.160 g y 6.270 g en marzo, observándose una mayor dificultad a la aclimatación a la cautividad.

El 28 de marzo del 2001 muere la corvina adulta (hembra madura), de menor tamaño, observándose por el estómago vacío y el bajo índice hepatosomático (0,6%) una caquexia por falta de adaptación al alimento.

En abril del 2001 el lote se divide en dos y 50 individuos de peso medio 111,8 g se trasladan a Baleares para el inicio del engorde en jaulas flotantes. Los individuos llegan al Puerto de Andratx en perfectas condiciones.

Los resultados obtenidos por los dos lotes muestran que tanto el I.C. (Índice de Conversión) como el Gp (tasa instantánea de crecimiento en peso) son bastante similares.

En la jaula P7 se obtiene un incremento de peso de 232,5 g en apenas tres meses (29/03/01-21/06/01), peso ligeramente inferior al conseguido en la jaula P8, 255,4 g, en ese mismo periodo. Por el contrario, para ese mismo periodo de tiempo el incremento de talla de los individuos pertenecientes a la jaula P7 (114 mm) es ligeramente superior a la talla alcanzada por los individuos pertenecientes a la jaula P8 (88,3 mm).

Los peces se han adaptado perfectamente a las condiciones de estabulación en jaulas flotantes, no habiéndose producido por el momento, ninguna baja.

#### **Conclusiones:**

Resta un largo tiempo para que los peces actualmente estabulados alcancen la talla de reproductores.

#### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

##### ***Comunidad Autónoma de Andalucía:***

- **1993:** Formación de un banco de reproductores de tres especies autóctonas de interés comercial (hurta, corvina y rombo).
- **1999:** Cultivo de la corvina.

#### **COMENTARIOS FINALES.**

Las pruebas realizadas en Cádiz, en el CICEM "El Toruño" han demostrado que las corvinas soportan condiciones desfavorables (hasta 45 ppt y 26 °C).

No existe bibliografía con respecto al mantenimiento en cautividad de ejemplares adultos y juveniles de corvina, salvo una experiencia realizada en 1997 por Calderón *et al* en la que se concluye con éxito el crecimiento de juveniles, no siendo así en reproductores.



## CAPÍTULO VII: C.A. CANARIAS

### 1. PROYECTO: ESTUDIO SOBRE RENDIMIENTO E IMPACTO AMBIENTAL DE UNA INSTALACIÓN DE JAULAS FLOTANTES PARA PRODUCCIÓN DE PECES MARINOS EN EL ARCHIPIÉLAGO CANARIO.

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1994  
Finalización del plan: 1996

#### OBJETIVOS:

El presente proyecto incluye el estudio de dos aspectos diferenciados relativos a las instalaciones de jaulas flotantes oceánicas:

- 1- Rendimiento del sistema, orientado al asesoramiento de posibles inversores sobre la idoneidad de estas instalaciones en Canarias con los siguientes objetivos:
  - 1.1-Evaluar el rendimiento biológico de las especies cultivadas, comparándolo con sistemas basados en tierra.
  - 1.2-Estudiar la viabilidad de las instalaciones desde el punto de vista de diseño e ingeniería y su adecuación a las características del sitio elegido.
- 2- Impacto ambiental, orientado tanto a las decisiones de la Administración sobre licencias, concesiones, etc, como al sector privado, sobre repercusiones de la producción. Incluye dos aspectos:
  - 2.1-Conocer el impacto ambiental que un cultivo de peces podría producir, en cuanto a características físico - químicas de la zona y comunidades biológicas del ecosistema.
  - 2.2-Profundizar en el conocimiento de las características hidrológicas y limnológicas de la zona.

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.  
Centro: Facultad de Ciencias del Mar.  
Departamento: Departamento de Biología. Equipo de diversidad biológica y equipo de acuicultura.

Organismo: Consejería de Educación, Cultura y Deportes.  
Centro: Instituto Canario de Ciencias del Mar.  
Departamento: Fitobentos (Área del Medio Litoral).

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: José Manuel.  
Apellidos: Vergara Martín.



### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Las jaulas flotantes se fondean en la Bahía de Melenara (Telde, Gran Canaria), a una profundidad media de anclaje de 20 metros. El polígono donde quedan fondeadas las jaulas flotantes es de coordenadas:

A: 15° 22' 05" W	27°59'1,3" N
B: 15° 22' 1,1" W	27°59'1,6" N
C: 15° 22' 1,4" W	27°59'1,1" N
D: 15°22' 0,9" W	27°59'0,9" N

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

#### Metodología:

*Crecimiento de los peces en las jaulas. Retención y descarga de nitrógeno y fósforo por los peces. Calidad de las aguas. Estudios de adherencias ("fouling"). Estudios de sedimento. Estudios de corrientes marinas en la zona. Estudios de comunidades bentónicas y poblaciones pelágicas en zonas adyacentes a las instalaciones.*

Se realizan muestreos mensuales de un número significativo del stock de peces (doradas) de las jaulas, que son pesados y medidos para estimar rendimientos biológicos (crecimientos).

Se recogen datos semanales sobre el deterioro y mantenimiento de los materiales que componen las instalaciones, así como muestreos mensuales de las adherencias sobre las redes de las jaulas (fouling). También se recogen datos hidrológicos diarios (oxígeno disuelto, temperatura, mareas, altura de olas y velocidad y dirección de las corrientes) para estudiar la respuesta del diseño de las instalaciones a las características de la zona.

Para evaluar el estado de las comunidades bentónicas del área de influencia de las jaulas, se realizan muestreos bimensuales, tanto para las comunidades animales como vegetales. Utilizando equipos de buceo autónomo se reconocen las comunidades presentes en el área, tomando muestras mediante técnicas de censos visuales. El estudio de las comunidades vegetales se centra principalmente en el seguimiento de los sebales que se encuentran bajo las jaulas así como a lo largo de los transectos con dirección NW y SW. El estudio de las comunidades faunísticas se encuentra dirigido hacia las comunidades de peces, además de seguir la evolución de ciertas especies de invertebrados que pueden ser utilizadas como bio-indicadores.

#### *Estudio del impacto costero.*

Se realizan inmersiones en la bahía de Melenara – Salinetas con el fin de determinar las zonas en las que se pueden llevar a cabo los transectos. Los parámetros que se consideran importantes a la hora de elegir dichos transectos son:

- Pendiente del tramo.
- Facilidad de acceso a la zona.
- Ubicación con respecto a la posición de las jaulas.
- Presencia de un emisario submarino en la zona.

## Resultados. Rendimiento del sistema:

### *Crecimiento de los peces en las jaulas. Retención y descarga de nitrógeno y fósforo por los peces.*

El crecimiento de doradas en una de las jaulas estudiadas a lo largo de un ciclo de cultivo (14 meses) es de unos 635 g, es decir, se parte de un peso medio inicial de 70 g y se alcanza un peso medio final de 705 g. El valor medio de la tasa de conversión alimentaria es de 1,5.

Los resultados medios de retención de nitrógeno (18,8 %) por parte de las doradas, resultan inferiores a los generalmente publicados para otras especies de peces (25-28%), mientras que los resultados medios de retención de fósforo (31,4%) resultan superiores (17-30%).

### *Calidad de las aguas.*

No se aprecian diferencias significativas en los valores de temperatura del agua, concentración de oxígeno y pH entre los diferentes puntos y profundidades de muestreo. Lo mismo puede decirse para los valores de amonio, silicatos, nitritos, nitratos y fosfatos.

### *Estudios de adherencias (“fouling”).*

Las adherencias se estudian mediante un sistema de bastidores y redes diseñado para muestreos mensuales acumulativos y estacionales. Es de destacar la aparición de macroalgas rodofitas filamentosas (*Polysiphonia harveyi*) a partir de los 15 días. En general, la diversidad y biomasa se incrementan con el tiempo, siendo las rodofitas el grupo más abundante a una profundidad de 2 metros, mientras que a 7 metros de profundidad predominan colonias de ascidias.

### *Estudios de sedimento.*

La comparación de sedimentos entre distintas zonas de influencia de las jaulas muestra pocas diferencias granulométricas, si bien se observa una tendencia a la disminución del grano más fino en la zona situada inmediatamente bajo las jaulas. Tampoco se encuentran diferencias significativas en cuanto al porcentaje de materia orgánica ni en el fósforo, pero sí en el contenido en nitrógeno entre las diferentes zonas estudiadas.

### *Estudios de corrientes marinas en la zona.*

Se aprecia que las direcciones predominantes de las corrientes incidentes en las jaulas son las de componente Norte y componente Sudoeste, coincidiendo con las direcciones esperadas en función de los ciclos de marea en la zona.

La máxima velocidad de corriente registrada es de 45 cm/seg, que está por debajo de la recomendada como máxima para no producir una excesiva deformación de las redes y someter a los componentes del fondeo a un desgaste indeseable (100 cm/seg).

Las velocidades mínimas medias (10 cm/seg) se consideran suficientes para permitir una buena renovación de agua y oxígeno en las jaulas y una buena dispersión de los sólidos en suspensión producidos por la instalación.

### **Estudio del impacto costero.**

Los transectos se fijan en los puntos A, B y C y sus características son las siguientes:

A: Pasada la playa de Salinetas (dirección sur). Se coloca un muerto a la profundidad de 5 m, midiendo una distancia superficial de aproximadamente 50 m.

B: Punta saliente entre las playas de Melenara y Salinetas. Cabe destacar a lo largo de este transecto la presencia de la *Cystoseira abis-marina*, cuya presencia es claramente dominante hasta los 8 metros de profundidad.

C: Zona intermedia entre el espigón del muelle y la playa de Melenara. Se coloca un muerto a la profundidad de 5 m, midiendo una distancia superficial de aproximadamente 45 m.

### **Estudios de comunidades bentónicas y poblaciones pelágicas en zonas adyacentes a las instalaciones.**

Es significativo el incremento en la concentración del poliqueto *Diopatra neopolitana* en la zona más próxima a las jaulas (0-10cm), particularmente en la dirección más somera y próxima a la costa de dos transectos con orientación N – S.

Se aprecia una disminución drástica en la densidad de haces de seba (*Cymodocea nodosa*) en estas zonas de máxima influencia, siendo esta disminución y también apreciable en las restantes zonas de influencia a lo largo de los dos transectos (80 y 150 m).

La mayor densidad de peces se observa en la inmediata proximidad de las jaulas, con un valor medio de 150 individuos por cada 20 m<sup>2</sup>, produciéndose una disminución paulatina al alejarse de la instalación a lo largo de los mismos transectos.

Las especies pelágicas más representativas son *Boops boops*, *Scomber japonicus* y *Engraulis encrasicolus*. Las especies bentónicas más representativas son *Trachinus draco*, *Bothus podas* y *Xyrichthys novacula*.

### **Conclusiones. Rendimiento del sistema:**

El crecimiento de dorada que se obtiene bajo un régimen de temperaturas del agua muy uniforme (17-24 °C) difiere de forma significativa del obtenido cuando esta especie se cultiva en áreas Mediterráneas.

Los resultados de los análisis de muestras de sedimentos sugieren que durante el periodo de estudio, y debido al régimen de corrientes de la zona, no se puede apreciar un efecto de acumulación de sedimentos orgánicos en las distintas zonas de influencia de las jaulas, apreciándose una tendencia a la recuperación de los valores iniciales de nitrógeno y fósforo en el sedimento con carácter estacional.

Existe una fuerte y directa atracción en torno a las jaulas para diversas poblaciones de peces, tanto pelágicas como bentónicas. Ésta es producida por la concentración de cardúmenes de especies de peces que se alimentan de los residuos de la dieta de los peces enjaulados.

No se evalúan repercusiones negativas en las poblaciones bentónicas de peces.

## OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

### ***Comunidad Autónoma de Baleares:***

- **1993-94:** Proyecto de instalación de jaulas exteriores de aplicación de engorde de diversas especies de interés comercial.
- **1999:** Mejoras prácticas en el preengorde de dorada: cultivo en jaulas. (Proyecto en coordinación con la CCAA de Andalucía).

### ***Comunidad Autónoma de Andalucía:***

- **1995, 96 y 98:** Cultivo de vieira en sistemas flotantes en mar abierto.
- **1999:** Mejoras prácticas en el preengorde de dorada: cultivo en jaulas. (Proyecto en coordinación con la CCAA de Baleares)

### ***Comunidad Autónoma de Valencia:***

- **1999:** Mejora de la eficiencia de alimentación en los sistemas de producción de peces en jaulas flotantes.

### ***Comunidad Autónoma de Cataluña:***

- **1994-95:** Cultivo de peces (dentón) en jaulas flotantes.

## COMENTARIOS FINALES.

Los diversos muestreos y análisis de sedimentos parecen indicar que, si bien existe una acumulación de materia orgánica (procedente de heces fecales y pienso no comido), esta acumulación desaparece debido a que la zona está expuesta a la acción del oleaje y corrientes de marea que hacen que la columna de agua ponga en movimiento estos sedimentos periódicamente.

En cuanto a la flora y fauna bentónica inmediatamente subyacente a las jaulas, perteneciente a zonas de influencia, no se detecta ninguna incidencia especial.

## 2. PROYECTO: ESTUDIO SOBRE LA REPRODUCCIÓN Y EL CULTIVO LARVARIO DEL BOCINEGRO (*Pagrus pagrus*), COMO NUEVA ESPECIE SUSCEPTIBLE DE CULTIVO.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1994

Finalización del plan: 1996

### OBJETIVOS:

- 1- Obtención y estudio de la reproducción en cautividad del bocinegro.
  - 1.1. Capturar un stock de ejemplares salvajes y estabularlo en condiciones adecuadas que permitan la maduración sexual en cautividad (ICCM, COC).
  - 1.2. Realizar el estudio histológico del desarrollo de las gónadas durante el proceso de maduración sexual (ICCM).
  - 1.3. Obtener puestas que permitan desarrollar una serie de experiencias posteriores y desarrollar técnicas de incubación (ICCM, COC).
  - 1.4. Determinar el comportamiento reproductor: fertilidad, pauta y secuencia de emisión de huevos, calidad de puesta y variación en el tiempo (COC).
  - 1.5. Determinar la proporción de sexos óptima (COC).
  - 1.6. Realizar el estudio del desarrollo embrionario (ICCM).
- 2- Desarrollo de técnicas de cultivo larvario del bocinegro.
  - 2.1. Establecer los parámetros óptimos de cultivo larvario y estudiar las tasas de supervivencia y crecimiento larvarios (ICCM).
  - 2.2. Realizar el estudio histológico durante el desarrollo larvario (ICCM).
  - 2.3. Obtener datos de base para conocer las necesidades nutritivas de las larvas mediante el estudio de la composición bioquímica de las gónadas, huevos y larvas en distintos estadios de desarrollo (FCM).
  - 2.4. Establecer los requerimientos nutricionales básicos de larvas (ácidos grasos poliinsaturados, lípidos, proteínas y relación proteína / energía. (FCM).
  - 2.5. Realizar el paso a alimentación inerte (destete) de los ejemplares que superen la fase de cultivo larvario (ICCM, FCM).

**DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.  
Centro: Facultad de Ciencias del Mar.  
Departamento: Departamento de Biología. Equipo de diversidad biológica y equipo de acuicultura.

Organismo: Consejería de Educación, Cultura y Deportes.  
Centro: Instituto Canario de Ciencias del Mar.  
Departamento: Fitobentos (Área del Medio Litoral).

Organismo: Instituto Español de Oceanografía.  
Centro: Centro Oceanográfico de Canarias.  
Departamento: Departamento de Cultivos Marinos.

**COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: José Manuel.  
Apellidos: Vergara Martín.

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El proyecto se realiza en las instalaciones de cultivo del Centro Oceanográfico de Canarias (COC) en Santa Cruz de Tenerife y en las instalaciones del Instituto canario de Ciencias del Mar (ICCM) en Gran Canaria.

**RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS;  
METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.****Metodología para la obtención y reproducción de bocinegro en cautividad:**

Los ejemplares que se capturan en el medio natural con ayuda de pescadores profesionales, se mantienen estabulados en las instalaciones de cultivo en condiciones adecuadas para conseguir la maduración sexual en cautividad.

La alimentación consiste inicialmente en pescado de bajo valor comercial, realizándose una adaptación progresiva al pienso comercial utilizado en otras especies de características biológicas similares.

Se realizan muestreos periódicos de la talla y peso de los peces vivos estabulados.

Con el total de ejemplares reproductores se forman varios lotes de los que se obtienen puestas que se incuban hasta la eclosión larvaria.

Mediante el control de todas las puestas naturales emitidas se determina la fertilidad, así como la pauta y secuencia de puestas a lo largo de todo el periodo de freza.

Se realiza la incubación de todas las puestas determinando la calidad de la puesta en función de las supervivencias obtenidas (% de fecundación, viabilidad de huevos y tasa de eclosión larvaria), y la posible variación a lo largo de la temporada de puesta.

La disposición de varios lotes de reproductores con un número variable de hembras/machos, permite determinar la "sex-ratio" óptima en función de la cantidad y calidad de las puestas obtenidas en cada lote.

Se recogen y conservan muestras de huevos en las distintas etapas de desarrollo, procediendo a su estudio histológico y análisis bioquímico.

#### **Resultados de la obtención y reproducción de bocinegro en cautividad:**

La captura de reproductores salvajes se lleva a cabo mediante tres campañas (diciembre de 1994, noviembre de 1995 y mayo de 1997) en el Buque Oceanográfico Taliarte y, la compra de ejemplares a pescadores de la isla de Gran Canaria.

Un total de 330 ejemplares se mantienen en jaulas flotantes pertenecientes al ICCM para su adaptación progresiva de alimentación natural a pienso comercial, y trasladados periódicamente a tanques interiores en la época de puesta (enero - mayo).

Otros 160 ejemplares son estabulados de forma permanente en tanques interiores de puesta pertenecientes al COC para su adaptación progresiva a pienso inerte. En éste caso los peces experimentan un incremento de peso de 385 g/año.

No se presentan patologías de tipo infeccioso. La mortalidad (23%) se concentra en el mes siguiente a la captura y traslado de ejemplares, como consecuencia de las heridas sufridas durante el transporte y manejo de los peces. La adaptación a pienso seco es totalmente satisfactoria.

Tanto en el ICCM como en el COC, los ejemplares permanecen en cautividad durante tres temporadas de freza, correspondientes a 1995, 1996 y 1997.

Las primeras puestas naturales en el ICCM se obtienen entre el 29 de enero y el 22 de abril de 1996, con un total de 71 puestas y algo más de siete millones de huevos totales emitidos. En 1997 se vuelven a obtener puestas naturales a partir de enero.

En el COC, en la temporada de puesta de 1995 no se obtienen puestas debido a las condiciones del stock disponible, un único lote de 60 ejemplares, de bajo peso, capturados recientemente y sometidos a un escaso periodo de adaptación a la cautividad. En 1996 se dispone de un total de 125 ejemplares con los que se forman 3 lotes de puesta, obteniéndose puestas espontáneas en los tres, aunque el número de huevos obtenido y el porcentaje de fecundación son bajos. En la temporada de 1997, se obtienen excelentes resultados.

El estudio realizado en el COC, sobre dos temporadas de puesta indican que el bocinegro es un hermafrodita proteroginos, muy similar a la dorada. Las puestas del bocinegro son espontáneas, no siendo necesario inducción hormonal. La maduración de las gónadas es asincrónica, emitiendo la hembra diariamente un número de huevos maduros que son fecundados por el macho en el propio tanque de cultivo. Los huevos tienen de una a tres gotas de grasa, siendo su desarrollo embrionario y larvario en las fases iniciales algo más rápido que en la dorada.

En el año 1997, en el COC, la puesta se inicia de forma simultánea en los tres lotes el 12 de enero, finalizando a principios de mayo. Las características de los huevos son las siguientes:

<b>Puesta</b>	<b>Nº total de huevos</b>	<b>% Fecundados</b>	<b>% Eclosionados</b>
1995	0	0	0
1996	1,9 millones	55,8	Despreciable
1997	29,6 millones	87,5	58,9

En la determinación de proporción óptima de sexos llevada a cabo en el COC, se han encontrado dificultades. El método de determinación del sexo mediante presión abdominal no es el adecuado para el bocinegro pues los machos maduros no responden a la misma. Por lo tanto no se puede conocer con exactitud la cantidad de machos y hembras estabulados en cada tanque.

El desarrollo embrionario es detalladamente estudiado mediante técnicas fotográficas aplicadas a todas las fases del mismo. El tiempo de eclosión oscila entre 38 y 41 horas, para una temperatura de incubación que oscila entre los 18,9 y los 21,4 °C.

En el COC se realiza una experiencia preliminar de cultivo de larvas de bocinegro en régimen de cultivo semiintensivo, obteniendo prometedores resultados.

#### **Metodología para el desarrollo de técnicas de cultivo larvario de bocinegro:**

Se realizan experiencias de cultivo larvario, mediante el empleo de técnicas básicas habituales con otras especies, estableciendo su aplicabilidad y obteniendo una base para determinar las nuevas técnicas requeridas.

Todas las experiencias que se realicen, se harán utilizando tres réplicas con la siguiente metodología:

Las larvas recién eclosionadas se sitúan en varios tanques con condiciones idénticas de cultivo, difiriendo sólo en el parámetro estudiado. El cultivo tiene una duración aproximada de 30 días y durante el mismo se mide:

- Talla y el peso de las larvas (inicial, cada 3 días de cultivo y final).
- Temperatura, salinidad, oxígeno y pH.
- Cantidad y tipo de alimento.
- Supervivencia.

Se toman periódicamente muestras de huevos y larvas recién eclosionadas, para llevar a cabo su caracterización bioquímica. Las muestras se guardan en bolsas plásticas etiquetadas para congelarlas a -80°C hasta el momento de su análisis.

Se realizan cultivos larvarios en inanición para analizar la composición proximal y de ácidos grasos de las larvas, estimando el patrón de pérdida o conservación de nutrientes durante la inanición, lo cual aporta información sobre los requerimientos nutricionales de las fases larvarias.



Se realizan pruebas de cultivo larvario en las que se suministra a las larvas una serie de dietas diseñadas de acuerdo con los resultados obtenidos en los anteriores análisis y basadas en el diferente enriquecimiento del alimento vivo. El cultivo tiene una duración de 30 días tomándose durante el mismo los siguientes parámetros: talla y peso de las larvas, temperatura, oxígeno y pH y cantidad de alimento.

Se toman y conservan muestras de larvas en las distintas etapas del desarrollo, procediendo a su estudio histológico con especial atención al desarrollo del sistema digestivo.

Se trata de conseguir el destete o paso a alimentación inerte de las larvas que hayan superado la fase de cultivo empleando diferentes dietas comerciales.

### **Resultados para el desarrollo de técnicas de cultivo larvario de bocinegro:**

Todos los experimentos llevados a cabo para la obtención de técnicas de cultivo larvario, han sido realizadas por el ICCM y el FCM.

Se realizan experiencias que incluyen siembras de distintas densidades (100, 150 y 200 huevos / litro). Se ensayan diferentes enriquecedores (aceites comerciales, selco, fitoplancton, huevo de tiburón, etc). Se emplean diferentes concentraciones de rotíferos (5, 7 y 10 rotíferos/ml en tanques de cultivo larvario).

Las condiciones idóneas para el cultivo larvario del bocinegro son siembras de 100-150 huevos/l, aportes de rotíferos con aceites comerciales o huevos de tiburón, y concentraciones de 5 rotíferos/ml.

Se ensayan rotíferos, nauplios y metanauplios de *Artemia* junto con una microdieta comercial, en diferentes concentraciones, registrándose crecimiento y supervivencia larvarias:

La supervivencia larvaria no se ve afectada por los distintos tratamientos, obteniéndose mayor crecimiento de larvas cuando se alimentan entre los 11 y los 18 días de edad con rotíferos en combinación con nauplios de *Artemia*. No hay diferencias de crecimiento cuando las larvas son alimentadas entre los 19 y los 26 días de edad con nauplios o con metanauplios de *Artemia*. La combinación de la microdieta comercial y rotíferos no ofrece resultados satisfactorios entre los días 19 y 26 de vida larvaria.

Larvas de 10, 16, 20, 25 y 30 días de edad de muestran para el estudio histológico de los cartílagos y huesos que se forman en los primeros estadios del desarrollo larvario. A partir del día 10 de vida, se aprecia el esbozo de un cartílago en la parte dorso-anterior de la cabeza de las larvas, a partir del día 16 de edad aparece completamente desarrollado. La osificación de las larvas se completa entre los días 20 y 25. El estudio histológico se completa con larvas muestreadas diariamente a lo largo de toda esta fase de vida, quedando descrita la organogénesis y posterior evolución de las larvas de ésta especie.

Se recogen muestras de gónadas, huevos y larvas (alguna de ellas en ayunas) de bocinegro en diferentes estadios de desarrollo que son analizadas para determinar su composición bioquímica.

Se siembran lotes de larvas, alimentadas y en ayunas, recogándose muestras a los 3, 4, 5, 6 y 7º días de vida, y posteriormente son almacenadas a -80°C para su analítica.

Actualmente se dispone de dos grupos de juveniles provenientes de las diferentes puestas, que desde los 30 días de edad comienzan a ser alimentados progresivamente con dietas inertes de destete. El primer grupo lo integran unos 500 ejemplares nacidos en el invierno de 1996, y el segundo lo integran unos 400 individuos nacidos en el invierno de 1997. Ambas poblaciones se mantienen para su uso como reproductores en estudios futuros.

No se han establecido los requerimientos nutricionales básicos de larvas debido a las dificultades encontradas para obtener en el tiempo previsto datos fiables.

#### **Conclusiones generales:**

Excelente adaptación de ejemplares salvajes a cautividad, incluyendo su alimentación con piensos comerciales. Ausencia de patologías de tipo infeccioso. Obtención de larvas y su cultivo con técnicas hasta la obtención de alevines destetados y plenamente adaptados a alimentación inerte, con aplicación de técnicas similares a las de la dorada, así como la utilización de técnicas de cultivo semiintensivo.

#### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

##### **Comunidad Autónoma de Canarias:**

- **1997-99:** Estudio sobre la fase de engorde del bocinegro (*Pagrus pagrus*) como nueva especie candidata para la acuicultura.
- **1998-99:** Estudio comparativo del engorde de bocinegro en dos sistemas diferentes de cultivo: jaulas oceánicas y tanques de tierra.

##### **Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1998:** Estudio del proceso productivo de nuevas especies (mero y pargo)

#### **COMENTARIOS FINALES.**

Los resultados obtenidos permiten considerar al Bocinegro como una especie con grandes posibilidades de cultivo comercial. Los ejemplares salvajes se adaptan a la cautividad y aceptan alimento inerte con buenas tasas de crecimiento y supervivencia y ausencia de patologías infecciosas. Los adultos maduran sexualmente en condiciones de cultivo, lográndose buenos resultados de freza tras 2 años de aclimatación. La maduración de las gónadas es asincrónica y se obtienen puestas espontáneas entre enero y mayo. Se requiere una baja intensidad luminosa en los tanques de reproducción para lograr la puesta. Las técnicas de cultivo semiintensivo aplicadas permiten realizar el cultivo larvario y obtener alevines con muy buenos resultados.

#### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

“Experiencia preliminar de cultivo larvario de bocinegro (*Pagrus pagrus*) en régimen de cultivo semiintensivo (mesocosmos)” Actas VI Congreso Nacional de Acuicultura.

“Reproducción de bocinegro (*Pagrus pagrus*) en cautividad en las Islas Canarias” Actas VI Congreso Nacional de Acuicultura.

### 3. PROYECTO: EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE FUENTES PROTEICAS DE DIVERSO ORIGEN EN PIENSOS DE ENGORDE DE DORADA (*Sparus aurata*).

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1997  
Finalización del plan: 1999

#### OBJETIVOS:

El objetivo principal del proyecto es el estudio de posibles fuentes de proteína alternativas a la harina de pescado en piensos de engorde para dorada, con el fin último de avanzar en el conocimiento de la nutrición de esta especie y contribuir a la mejora en la calidad y el rendimiento de las dietas de engorde para la misma.

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Dirección General de Investigación en Acuicultura. Gobierno de Canarias.  
Centro: Instituto Canario de Ciencias Marinas.  
Departamento: Cultivos Marinos.

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Lidia Esther.  
Apellidos: Robaina Robaina.

#### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto se realiza en las instalaciones de cultivo marinos del Instituto Canario de Ciencias del Mar (ICCM) en Gran Canaria.

#### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

**Metodología del efecto de la inclusión de harinas de pescado de diferente calidad sobre el crecimiento y la utilización del alimento. Evaluación sobre la utilización y excreción de fósforo al medio:**

Doradas de 70 g de peso medio inicial son alimentadas hasta saciedad aparente durante seis meses, con siete dietas experimentales que contienen dos calidades de harina de pescado (baja y alta) combinadas con tres niveles diferentes de lípidos (14, 21 y 27%).

El nivel de inclusión de fósforo en las dietas oscila entre 1,0% y 1,3%. Al finalizar los seis meses de engorde, el experimento se continúa durante 3 semanas más con la finalidad de evaluar la digestibilidad del fósforo en las diferentes dietas usando  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  como marcador inerte.

Las características de las diferentes dietas son las siguientes:

<b>Dieta Nº</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6*</b>	<b>7*</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>% de har. pes. alta calidad</b>	43,9			48,1		52,2	
<b>% de har. pes. baja calidad</b>		43,9	48,1		48,1		52,2
<b>% de harina de soja</b>	22,0	22,0	17,0	17,0	17,0	12,0	12,0
<b>Aceite de pescado</b>	8,1	8,1	13,9	13,9	13,9	19,8	19,8
<b>Proteína</b>	49	49	48	49	49	48	48
<b>Lípidos</b>	14	14	21	21	21	27	27
<b>Carbohidratos</b>	27	27	21	22	22	16	16
<b>Energía Bruta (Mj/Kg)</b>	22	22	23	24	24	25	25

\* dietas peletizadas

Los análisis de P en peces, pienso y heces se realizan según la técnica de Strickland and Parsons; el cromo se analiza de acuerdo con Furukawa y Tsukamara.

La digestibilidad aparente del P se mide mediante la relación entre el marcador contenido en el pienso y el contenido en las heces. La retención de P se calcula mediante la diferencia entre el fósforo contenido en los peces al principio y al final del experimento en relación con el fósforo ingerido. Con todos estos resultados se calcula el P soluble como la diferencia entre el P ingerido, el P retenido y el excretado en forma sólida.

#### **Resultados del efecto de la inclusión de harinas de pescado de diferente calidad sobre el crecimiento y la utilización del alimento. Evaluación sobre la utilización y excreción de fósforo al medio:**

No se encuentran diferencias en el alimento ingerido para las diferentes dietas, oscilando los valores entre un 2,0% del peso corporal/día al comienzo del experimento y un 0,79% al final del mismo.

Los resultados del experimento de crecimiento tras alimentar a los peces durante seis meses con los diferentes tratamientos son los siguientes:

<b>Dieta Nº</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6*</b>	<b>7*</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>P<sub>inicial</sub> (g)</b>	69,87	70,60	70,04	69,95	70,04	69,48	71,19
<b>P<sub>final</sub> (g)</b>	379,7	372,2	377,7	397,1	368,1	399,1	394,4
<b>P<sub>inicial</sub> (%)</b>	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28
<b>P<sub>final</sub> (%)</b>	2,07	1,62	2,32	1,61	2,37	2,68	3,34
<b>Alim. Ing. (g)</b>	23951	22564	23404	23236	22952	23486	24175
<b>FCR</b>	1,52	1,55	1,41	1,39	1,48	1,37	1,48
<b>SGR</b>	0,97	0,94	0,88	0,97	0,92	0,98	0,97

\* dietas peletizadas

Existe una disminución de las tasas de conversión del alimento junto con un incremento en la retención de P al aumentar el porcentaje de lípidos en el pienso.

Comparando el crecimiento de las dietas peletizadas, se producen mayores crecimientos con harinas de pescado de alta calidad que con harinas de pescado de baja calidad.

Comparando el crecimiento de las dietas extrusionadas, se observan mayores crecimientos con dietas formuladas con harinas de pescado de alta calidad que con las de baja calidad, para cualquiera de los niveles de lípidos ensayados, encontrándose crecimientos significativamente superiores en aquellas dietas con niveles de lípidos más altos.

La retención de fósforo, tiene una clara relación con el crecimiento observado para los diferentes tratamientos, llegando a la conclusión de que la retención del mismo se ve incrementada por el aumento de contenido en lípidos del pienso.

Para las dos calidades de harina utilizadas, no se encuentra una relación entre la digestibilidad del fósforo y el contenido de lípidos en el pienso.

Las muestras que se utilizan en los estudios histológicos son fijadas por inmersión en formalina tamponada al 10% y pH 7

**Metodología de la evaluación de la sustitución de la harina de pescado por granos procedentes de la destilación alcohólica y algas procedentes de la industria extractora de agar en dietas para dorada (*Sparus aurata*):**

El estudio comienza una vez que los peces duplican su peso (100 días). Antes de comenzar el estudio se cogen al azar 18 peces del tanque de aclimatación, los cuales son sacrificados para obtener muestras iniciales. De ellos 6 peces se pesan y conservan a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis, 7 peces se utilizan para la toma de muestras de hígado y músculo y el resto de los peces se utilizan para realizar estudios histológicos de diferentes tejidos.

El resto de los peces se distribuyen al azar en tanques de experimentación alimentando a cada tanque con un determinado tipo de tratamiento o dieta experimental:

TRATAMIENTO	Control	DDG 10%	DDG 15%	DDG 20%	Algas 6%	Algas 12%
H. Pescado	65,49	63,32	58,73	53,30	63,16	58,30
DDG maíz		9,2	27,8	35,4		
H. Algas					8,0	24,0
Humedad	8,97	8,45	9,80	8,53	8,28	8,45
Proteínas	53,57	47,74	48,48	48,04	49,60	49,35
Lípidos	14,11	14,08	14,33	14,75	14,22	14,47
Ceniza	13,42	12,30	11,95	11,93	15,47	18,09
CH+Fibra	18,90	25,88	25,24	25,28	34,93	18,07

Una vez finalizada la experiencia, se cogen muestras para el análisis bioquímico e histológico de diferentes tejidos. Todos los hígados y digestivos extraídos se pesan para la determinación del índice vicerosomático y hepatosomático.

Para el ensayo de digestibilidad del pienso se reparten al azar 10 peces de 180 g de peso medio, alimentados hasta saciedad aparente, tres veces al día durante 14 días, con las diferentes dietas experimentales. Se toman datos del peso inicial y final de los peces, así como de la mortalidad observada y del alimento consumido por los animales. La prueba finaliza cuando se recojan heces suficientes para realizar los análisis de digestibilidad.

Para determinar el  $N-NH_4^+$  excretado al medio, los peces son alimentados cuidadosamente tras 24 horas de inanición, de forma normal, en única toma y hasta saciedad aparente a primera hora de la mañana. Con los datos que se obtienen se calcula el nitrógeno ingerido teniendo en cuenta la cantidad de pienso no ingerido. Los niveles de amonio excretado por los peces alimentados con las distintas dietas, se comienzan a medir inmediatamente después de la alimentación, en muestras de agua tomadas de cada uno de los tanques en intervalos de dos horas. El análisis se lleva a cabo mediante el método colorimétrico de indophenol.

**Resultados de la evaluación de la sustitución de la harina de pescado por granos procedentes de la destilación alcohólica y algas procedentes de la industria extractora de agar en dietas para dorada (*Sparus aurata*):**

La aceptación de todas las dietas es muy buena, no observándose mortalidades significativas durante el periodo experimental. Los porcentajes de alimentación tienden a disminuir a medida que los peces crecen, comienzan con un 3-3,5% para los tratamientos experimentales y un 2% para el tratamiento comercial al inicio del experimento y disminuyendo hasta aproximadamente un 1,5% al final de la prueba. Tanto las ingestas totales como las ingestas proteicas obtenidas para los distintos tratamientos son semejantes estadísticamente.

Los crecimientos obtenidos con todas las dietas expresados como peso final, %crecimiento y SGR se consideran normales. Destacan los mayores crecimientos de los peces alimentados con el tratamiento de Algas 6%, con respecto a los peces alimentados con el tratamiento control. Los peores crecimientos se alcanzan con las dietas control y DDG10%.

Los valores de la eficiencia alimentaria (FE) son semejantes para todas las dietas, si bien, la mejor eficiencia alimentaria es la que muestran los peces alimentados con el tratamiento Algas 6% y la peor la de aquellos peces alimentados con la dieta Algas 12%.

Los resultados de la eficiencia en la retención proteica, como relación entre la cantidad de proteína retenida con respecto a la ingerida, son significativamente mejores en las dietas DDG 15 y 10%, seguido del tratamiento Algas 6%.

El estudio del valor productivo de la proteína (PPV), entendida como la relación entre el nitrógeno retenido y el ingerido, únicamente revela diferencias estadísticas entre los tratamientos Algas 6 y 12% (mayor retención proteica en el tratamiento de Algas 6%).

No se obtienen diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en cuanto al índice vicerosomático (VSI) se refiere.

Cuando aumenta el contenido de algas en la dieta, disminuye de manera significativa el índice hepatosomático (HSI), indicando que disminuye el peso del hígado con respecto al peso total del individuo. Por el contrario, al aumentar el contenido en DDG en los piensos, aumenta el peso del hígado. Los valores del HSI del tratamiento control son intermedios entre los valores más bajos obtenidos con la inclusión de algas y los más altos obtenidos con la adición de DDG.

Con respecto a los índices de condición (CF), entendido como la relación entre el peso y la talla de los peces, únicamente se observan diferencias estadísticas entre los peces alimentados con Algas 12% y los peces alimentados con la dieta DDG 20%, existiendo una tendencia al aumento del CF a medida que aumenta la inclusión de harina de algas y disminuye la inclusión de destilados de maíz en los piensos.

La inclusión de materias primas vegetales no afecta de forma significativa a la composición corporal final de los peces respecto de aquellos peces alimentados con la dieta control. Sin embargo, los peces alimentados con la dieta Algas 6% tienen mayores contenidos en proteína y menores en lípidos con respecto al resto de los tratamientos; por el contrario, la dieta Algas 12% muestra los peores resultados.

Se determina la cantidad de ácidos grasos presentes en las diferentes dietas experimentales y presentes en los músculos de los peces. Los resultados obtenidos concluyen que la composición de los ácidos grasos de las dietas no difieren en gran medida y su influencia sobre la composición de los músculos no parece mostrar una tendencia clara.

Las curvas de excreción de amonio siguen una tendencia con el tiempo muy similar para todos los tratamientos ensayados, aumentan rápidamente tras la alimentación, con picos de excreción máxima entre 3 y 4 horas después de la alimentación y tras 12 horas después de la alimentación.

El  $\text{N-NH}_4^+$  total excretado muestra en general, valores semejantes para tratamientos de igual fuente de proteína alternativa ensayada. En el caso de la harina de algas, el amonio total excretado es similar al tratamiento control con harina de pescado únicamente, sin embargo la inclusión de DDG disminuye esta excreción, coincidiendo con los mejores PER PPV obtenidos. La excreción de amonio total en el caso del tratamiento comercial es el menor, por su mayor contenido energético y distinto procesado.

Los estudios histológicos se realizan principalmente en muestras de hígado, ya que los cambios hepáticos son indicadores del estado fisiológico del animal. Se compara la morfología del parénquima hepato-pancreático y del digestivo anterior de 6 peces alimentados con harinas vegetales (algas y DDG) con aquellos peces alimentados con la dieta control, mostrando diferencias significativas el grupo de las Algas con los grupos DDG y Control.

En cuanto a la morfología de los intestinos anteriores, se aprecian enterocitos alargados, con espacios intercelulares para el transporte de lípidos en todos los grupos, observándose cierta formación de vacuolas lipídicas supranucleares en el epitelio intestinal únicamente en los digestivos de los peces alimentados con harina de Algas.

Comparando la morfología del riñón de 6 peces para tratamientos de algas y control de harina de pescado, se observan túbulos nefríticos muy vacuolizados en los peces alimentados con Algas, relacionado con el alto contenido en cenizas de las algas, no así en los peces alimentados con el tratamiento control.

Los resultados obtenidos hasta el momento, muestran que tanto la harina de algas como los productos destilados de maíz son buenos subproductos para la sustitución parcial de la proteína de harina de pescado, proporcionando buenos crecimientos, eficiencias alimenticias y tasas de retención proteicas.

**Metodología de la evaluación de distintas combinaciones de distintas fuentes de proteína alternativas, con máxima sustitución de la harina de pescado en dietas para dorada (*Sparus aurata*):**

Se diseñan diferentes dietas en las que se intenta buscar una sustitución máxima de la proteína de pescado mediante combinaciones de las materias primas seleccionadas (soja, altramuz, gluten de maíz, destilados de maíz y harina de algas), de modo que se cubran todos los requerimientos en nutrientes de la dorada, sin olvidar el coste de las distintas combinaciones:

	C-	D1	D2	D3	C+	C++
H. Pescado		14	14	14	28	32,9
(L.T.)						
H.	28	14	14	14		32,9
Pescado (Agr)						
Ac. Pescado	10,57	10,57	11,09	10,02	10,27	11,32
Soja 48%	25	25	25	25	25	-
Altramuz	11,93	11,93	8,41	16,48	11,93	-
Gluten maíz	11,00	11,00	15,00	8,00	11,00	-
Destilados	9,00	9,00	8,00	8,00	9,00	-
Maíz						
Algas	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-
Vit. Mix	1	1	1	1	1	1
	C-	D1	D2	D3	C+	C++
Min. Mix	1	1	1	1	1	1
Almidón	-	-	-	-	-	20,86
TOTAL	100	100	100	100	100	99,99
PRECIO		62,11	63,47	62,29		

Como fuente de proteína de pescado se usa la combinación de harina de sardina y harina de pescado de alta calidad (LT) al 50:50. Tomando la dieta D1 como base se realizan dos controles, uno negativo, C-, en donde toda la harina de pescado es de sardina, y un control positivo, C+, donde toda la harina de pescado es de alta calidad. El fin de estos dos controles es determinar la influencia de las diferentes calidades de la harina de pescado sobre la combinación de fuentes de proteína. También se toma un control la dieta C++, donde la contribución proteica viene dada únicamente por las harinas de pescado estándar (sardina) y alta (LT), al 50:50, como referencia a las distintas combinaciones realizadas.

El peso medio inicial de los animales utilizados es de 60-80 g. La alimentación es "ad libitum" seis días por semana. Diariamente se anotan las mortalidades y los gramos de pienso consumidos por los peces en cada tanque.

**Resultados de la evaluación de distintas combinaciones de distintas fuentes de proteína alternativas, con máxima sustitución de la harina de pescado en dietas para dorada (*Sparus aurata*):**

Se aprecia una aceptación muy buena de todas las dietas, sin que se registren mortalidades significativas.

Las tasas de crecimiento observadas son bastante buenas, encontrándose crecimientos similares para todas las dietas excepto para el control con harina de pescado de buena calidad que resulta, como era de esperar, con crecimientos significativamente superiores.



### Conclusiones:

La inclusión creciente de harina de soja desengrasada en piensos para engorde de dorada viene acompañada por una disminución de las tasas de crecimiento de los peces que no es significativa para niveles de hasta un 22% de inclusión de esta harina en el pienso. Niveles superiores causan problemas histopatológicos a nivel de hígado, con alteraciones graves en la morfología y disposición de los hepatocitos.

El máximo nivel de inclusión de harina de soja en el pienso depende en gran medida tanto de la calidad del resto de los ingredientes como del procesado del pienso.

El crecimiento de los peces alimentados con harinas de pescado de alta calidad es mayor que el crecimiento de los peces alimentados con harinas de pescado de baja calidad. También en este tipo de dietas, niveles de lípidos superiores, producen crecimientos superiores, efecto que se hace todavía más evidente en el caso de piensos que contienen harinas de baja calidad.

La asimilación y excreción de fósforo al medio por los peces esta relacionada con el crecimiento de los mismos. Una menor excreción de fósforo se produce en dietas que contienen harinas de pescado de alta calidad y mayor contenido de lípidos.

La inclusión de DDG y Algas en los niveles ensayados no parecen afectar claramente a los parámetros sanguíneos estudiados, amonio y colesterol en sangre. Sí que se observan diferencias a nivel histológico como consecuencia de la inclusión de algas en el pienso, que ocasionan una mayor movilización de los lípidos ingeridos, y una mejor utilización de la proteína, lo cual queda reflejado en las altas tasas de crecimiento obtenidas con la inclusión de un 6% de esta harina en el pienso. Niveles superiores se ven aparentemente perjudicados por la cantidad de cenizas del subproducto utilizado.

### OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

#### **Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1997:** Evaluación a escala piloto de una dieta inerte microencapsulada para el cultivo larvario de peces marinos (dorada y lenguado) desde la primera semana de vida hasta el uso de piensos comerciales.
- **1997:** Optimización y mejora del cultivo semiintensivo de dorada (*Sparus aurata*) en granjas marinas de San Fernando (Cádiz).
- **1997:** Estudio de alimentación y manejo de dorada (*Sparus aurata*) en estanque en régimen semiintensivo.
- **1999:** Mejoras prácticas en el preengorde de dorada. Cultivo en jaulas. (Proyecto coordinado con la Comunidad Autónoma de Baleares).

#### **Comunidad Autónoma de Baleares:**

- **1999:** Mejoras prácticas en el preengorde de dorada. Cultivo en jaulas. (Proyecto coordinado con la Comunidad Autónoma de Andalucía).

### COMENTARIOS FINALES.

Las dietas experimentales ensayadas han sido producidas mediante técnicas de producción a escala industrial, con la finalidad de incrementar la aplicabilidad de los resultados obtenidos.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Dos trabajos en el VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Las Palmas de Gran Canaria, con resultados preliminares del presente proyecto.

Un trabajo en el VIII Congreso Internacional sobre Nutrición y Alimentación de peces celebrado en Las Palmas de Gran Canaria.

Un trabajo en el “The Ninth International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish” realizado en Mayo del 2000 en Japón, con el título de “Partial replacement of fish meal by corn distilled grains or an agar industry subproduct in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*).”

La publicación “Partial replacement of fish meal by corn distilled grains or an agar industry subproduct in diets for seabream (*Sparus aurata*)” para la revista Aquaculture.

#### **4. PROYECTO: ESTUDIO SOBRE LA FASE DE ENGORDE DEL BOCINEGRO (*Pagrus pagrus*), COMO NUEVA ESPECIE CANDIDATA PARA LA ACUICULTURA.**

##### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1999

##### **OBJETIVOS:**

El objetivo general de este proyecto es investigar la fase de engorde de bocinegro, desde el inicio de su alimentación con piensos preparados hasta la obtención de tallas comerciales. Se pretende establecer las técnicas básicas para el desarrollo de esta fase de cultivo intensivo, obteniendo la información necesaria para abordar el engorde comercial de esta especie, con el objeto de transmitirla al sector empresarial.

La investigación tratara dos aspectos fundamentales:

- 1- Requerimientos nutritivos básicos durante el engorde.
  - 1.1- Establecer el nivel mínimo de proteína en la dieta que proporcione mejores resultados de crecimiento y utilización de nutrientes, para dos tallas diferentes de engorde.
  - 1.2- Establecer la relación óptima de proteína: energía en la dieta que proporcione mejores resultados de crecimiento y utilización de nutrientes, para dos tallas diferentes de engorde.
  - 1.3- Establecer la digestibilidad de macronutrientes para diferentes fuentes de hidratos de carbono y tipos de procesado de pienso (peletizados vs. extruido), para dos tallas diferentes de engorde.
- 2- Influencia de varios parámetros de cultivo sobre el crecimiento.
  - 2.1- Determinar la influencia de la intensidad lumínica sobre el crecimiento para dos tallas diferentes de engorde.
  - 2.2- Determinar la influencia de la frecuencia alimentaria sobre el crecimiento para dos tallas diferentes de engorde.
  - 2.3- Determinar la influencia de la densidad de cultivo sobre el crecimiento para dos tallas diferentes de engorde.
  - 2.4- Estudiar las tasas de crecimiento a partir de 150g, comparando los resultados obtenidos con dieta comercial y experimental.

##### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Centro: Facultad de Ciencias del Mar.(FCM).

Departamento: Departamento de Biología.

Organismo: Consejería de Educación, Cultura y Deportes.  
 Centro: Instituto Canario de Ciencias del Mar. (ICCM).  
 Departamento: Fitobentos (Área del Medio Natural).

Organismo: Instituto Español de Oceanografía.  
 Centro: Centro Oceanográfico de Canarias. (COC).  
 Departamento: Departamento de Cultivos Marinos.

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Carmen María.  
 Apellidos: Hernández Cruz.

#### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto se realiza en las instalaciones de cultivo del Centro Oceanográfico de Canarias (COC) en Santa Cruz de Tenerife y en las instalaciones del Instituto canario de Ciencias del Mar (ICCM) en Gran Canaria.

#### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

##### Metodología: Óptimo nivel de proteína.

Se formulan seis dietas experimentales, con distintos niveles de proteína. Tanto los lípidos como la energía bruta de los tratamientos es similar para todos, así pues la única variación de un tratamiento a otro es una mayor inclusión de proteína para poder así determinar el óptimo requerimiento de proteína en dietas para alevines de bocinegro con una talla inicial de 2,7 gramos.

La composición de las dietas experimentales es la siguiente:

<b>Composición de las dietas experimentales</b>						
<b>% Peso seco</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Proteína	39,14	43,96	49,34	55,26	60,51	65,24
Lípidos	14,65	14,96	14,61	15,19	14,96	14,73
Ceniza	7,84	8,63	9,52	10,42	12,84	13,32
<b>Composición de las dietas experimentales</b>						
<b>% Peso seco</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Humedad	9,98	13,90	8,32	11,06	11,56	7,99
Energía bruta (MJ/Kg)	19,93	19,98	20,03	20,08	20,13	20,17
Energía digerible	17,58	18,00	18,30	18,79	19,03	19,33
P:E (g prot./MJ de energía digerible) <sup>3</sup>	17,56	20,02	22,47	24,90	27,32	29,75

Los alevines que se utilizan en esta prueba provienen de puestas naturales realizadas en el Instituto Canario de Ciencias Marinas. Se distribuyen en tanques de 100 l, 17 peces/tanque con un circuito de agua abierto.

##### Resultados: Óptimo nivel de proteína.

La aceptación de todas las dietas experimentales es buena desde el principio de la prueba, observándose en un principio una ingesta en torno a un 6,5 % del peso corporal por día, sin diferencias entre todos los tratamientos. Conforme progresa la prueba, se observa una disminución general del alimento ingerido expresado en peso corporal por día, con valores alrededor de 4,5 % a los 45 días y valores de 2,8 % al final de la prueba.

Todos los peces quintuplicaron al menos su peso a lo largo de la prueba, observándose a partir de los 45 días una separación entre los peces alimentados con los tratamientos 1 y 2, que son significativamente menores que en el resto de las dietas. Esta separación se pronuncia más al final del proyecto.

Se produce un rápido incremento de la tasa de crecimiento específico hasta la dieta 3 (1,4) y luego una estabilización de los mismos para las dietas con niveles altos de proteína dietética. Los valores de la tasa de incremento específico en las dietas 1 y 2 son significativamente menores que en el resto de las dietas.

El índice de conversión sufre una clara disminución conforme aumenta el nivel de proteínas en las dietas. Los valores del I.C. en las dietas 1 (1,66) y 2 (1,58) son significativamente mayores que aquellos obtenidos para las demás dietas (1,21, 1,2, 1,13, 1,05).

El valor más alto de utilización de proteína expresada por el coeficiente de eficacia proteica (PER) se obtiene en la dieta 3 (1,66), y que disminuyen los valores conforme aumenta el contenido de proteínas en las dietas 4 (1,51), 5 (1,46) y 6 (1,45), aunque sin diferencias significativas entre ellas.

#### **Conclusiones: Óptimo nivel de proteína.**

Se concluye que para bocinegros de una talla inicial de 2,7 gramos y al término con una talla final de 23 gramos, el óptimo requerimiento de proteína en las dietas es del 50%.

#### **Metodología: Óptima relación Proteína - Energía.**

Se pretende determinar el nivel de proteína y lípidos adecuado para un óptimo crecimiento de esta especie. Para ello, se formulan 8 dietas experimentales con diferentes rangos de proteína y lípidos, para así poder determinar una relación proteína – energía para esta especie. La composición de las dietas es la siguiente:

<b>Composición de las dietas experimentales</b>								
<b>% Peso seco</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Proteína	48,2	47,7	47,1	53,4	52,9	52,3	61,3	57,2
Lípidos	11,06	14,68	19,54	9,62	14,74	20,01	13,60	19,13
Ceniza	8,11	7,83	7,59	7,52	8,33	8,45	9,14	8,73
Humedad	8,28	7,82	7,52	8,66	9,11	8,95	7,49	8,70
Energía bruta (MJ/Kg)	21,29	22,13	23,23	21,39	22,38	23,51	22,50	23,57
NFE	32,63	29,79	25,77	29,46	24,03	19,24	15,96	14,94
P:E (g prot./MJ Edigerible) <sup>3</sup>	22,64	21,55	20,27	24,96	23,64	22,24	27,24	24,27

### Resultados: Óptima relación Proteína - Energía.

Las tasas de crecimiento, índices de utilización del alimento y bioquímica corporal para las diferentes dietas experimentales se muestran en la siguiente tabla.

<b>Dieta P/L en dieta (%)</b>	<b>1 45/10</b>	<b>2 45/15</b>	<b>3 45/20</b>	<b>4 50/10</b>	<b>5 50/15</b>	<b>6 50/20</b>	<b>7 55/15</b>	<b>8 55/20</b>
P <sub>inicial</sub> (g)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
P <sub>final</sub> (g)	60,2 <sup>ab</sup>	61,5 <sup>a</sup>	56,6 <sup>a</sup>	64,9 <sup>c</sup>	73,9 <sup>d</sup>	58,8 <sup>a</sup>	69,8 <sup>cd</sup>	66,5 <sup>b</sup>
SGR	1,6 <sup>ab</sup>	1,6 <sup>ab</sup>	1,5 <sup>a</sup>	1,8 <sup>bc</sup>	1,9 <sup>c</sup>	1,7 <sup>ab</sup>	1,8 <sup>bc</sup>	1,7 <sup>bc</sup>
PER	1,22	1,29	1,20	1,34	1,53	0,98	1,2	1,4
IC	1,8 <sup>b</sup>	1,6 <sup>ab</sup>	1,8 <sup>b</sup>	1,4 <sup>ab</sup>	1,2 <sup>a</sup>	2,0 <sup>b</sup>	1,4 <sup>ab</sup>	1,3 <sup>b</sup>
<b>Composición corporal (% peso seco)</b>								
Humedad	70,7	69,8	68,4	69,1	67,9	68,5	69,7	67,5
Proteína cruda	54,6	54,9	54,7	51,8	53,0	53,3	55,3	49,5
Lípidos	20,2 <sup>a</sup>	23,9 <sup>a</sup>	25,3 <sup>ab</sup>	24,0 <sup>ab</sup>	21,8 <sup>ab</sup>	21,2 <sup>ab</sup>	25,0 <sup>ab</sup>	27,1 <sup>b</sup>

### Conclusiones: Óptima relación Proteína - Energía.

Un aumento superior o igual a un 20% de lípidos en las dietas para bocinegros no es conveniente ya que empeora su crecimiento.

El mejor tratamiento es el que contiene un 50% de proteínas y un 15% de lípidos, es decir, la dieta 5.

### Metodología: Digestibilidad de Macronutrientes.

Se pretende establecer la digestibilidad de macronutrientes para diferentes fuentes de hidratos de carbono. Para ello se formulan 6 dietas experimentales, en las cuales se modifica o se cambia la fuente de hidrato de carbono.

Las fuentes de hidrato de carbono utilizadas son almidón de maíz, almidón extrusionado, pan rayado y salvado de trigo.

La formulación y composición de la dieta se muestra en las siguientes tablas:

<b>Formulación de las dietas experimentales</b>							
<b>Ingrediente</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	
Almidón maíz crudo	3,8	3,33	15,22	-	-	-	
Almidón extrusionado	maíz	11,42	9,99	-	15,22	-	
Pan rayado	-	-	-	-	15,22	-	
Salvado de trigo	-	-	-	-	-	15,22	

<b>Composición de las dietas experimentales</b>							
<b>% Peso seco</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	
Proteína	57,24	53,78	58,16	57,55	60,60	60,86	
Lípidos	13,75	13,42	12,99	13,25	13,70	14,40	
Ceniza	9,77	13,49	9,62	9,63	9,84	10,38	
Humedad	9,98	9,89	10,88	10,94	10,14	9,98	

### Resultados: Digestibilidad de Macronutrientes.

Las tasas de crecimiento e índices de utilización del alimento para las diferentes dietas experimentales se muestran en la siguiente tabla.

<b>Dieta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Proteína en dieta (%)</b>	<b>57,24</b>	<b>53,78</b>	<b>58,16</b>	<b>57,55</b>	<b>60,60</b>	<b>60,86</b>
P <sub>inicial</sub> (g)	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1
P <sub>final</sub> (g)	106,1 <sup>ab</sup>	104,1 <sup>a</sup>	111,9 <sup>a</sup>	117,5 <sup>d</sup>	118 <sup>ab</sup>	119,6 <sup>b</sup>
SGR	0,85 <sup>ab</sup>	0,69 <sup>d</sup>	0,90 <sup>b</sup>	0,93 <sup>b</sup>	0,86 <sup>ab</sup>	0,91 <sup>b</sup>
HSI	1,4 <sup>ab</sup>	1,2 <sup>a</sup>	1,3 <sup>a</sup>	1,5 <sup>ab</sup>	1,7 <sup>b</sup>	1,4 <sup>ab</sup>
VHI	92	93	93	93	92	93
FCR	1,36	1,72	1,18	1,45	1,32	4,37

### Conclusiones: Digestibilidad de Macronutrientes.

Los resultados indican que esta especie no tiene una buena aceptación a hidratos de carbono que no son muy digeribles. Normalmente los hidratos de carbono no son bien aceptados por especies carnívoras como la dorada y el bocinegro; pero al contrario que la dorada, el bocinegro parece ser capaz de digerir algunos hidratos de carbono que no son tan bien aceptados por otros espáridos.

### Metodología: Fuente alternativa de proteína

Se pretende saber si con la harina Krill, que es la fuente de proteína que más se asemeja al alimento natural del bocinegro, se proporciona un efecto sparing que no se obtiene en el estudio de "Óptima relación energía – proteína".

Se formulan seis dietas que contienen las siguientes proporciones de proteínas y lípidos (45/20, 50/15 y 50/20). Sólo se utiliza harina de pescado, sustituyendo en tres dietas las harinas de pescado por harina de krill.

También se observa la coloración de los animales, ya que es uno de los mayores problemas a los que se enfrenta en cultivo esta especie hoy en día. Los bocinegros de cultivo tienden a perder su coloración natural, que es un rojizo rosado, y volverse negros (coloración que no es comercial).

La formulación y composición de estas dietas experimentales es la siguiente:

<b>Ingrediente</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>(%P<sub>húmedo</sub>)</b>						
Harina de pescado	64,66	49,3	72,9	54,68	72,9	54,68
Harina de krill	-	18,68	-	20,75	-	20,75
Aceite de pescado	13,15	14,20	7,27	7,70	12,27	12,7
Almidón gelatinizado	17,69	22,69	15,33	12,37	10,33	7,37
Vitamina (mezcla)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Minerales (mezcla)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
CMC	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

### Resultados: Fuente alternativa de proteína

Las tasas de crecimiento para las diferentes dietas experimentales son las siguientes:

	1	2	3	4	5	6
P <sub>inicial</sub> (g)	215	215	215	215	215	215
P <sub>final</sub> (g)	398,8	387,3	391,5	409,4	396,6	376,5
SGR	0,78	0,73	0,76	0,82	0,74	0,74

Los peces alimentados con harina de krill se convierten en peces con una coloración rojiza similar a la de su coloración natural, sin embargo los que se alimentan con harina de pescado presentan una coloración oscura.

### Conclusiones: Fuente alternativa de proteína

La conclusión que se puede sacar de esta prueba es que los peces alimentados con harina de krill tendrán una mejor aceptación en el mercado ya que su coloración se acerca más a la coloración que poseen los bocinegros salvajes.

**Metodología: Determinación de la influencia de la intensidad lumínica sobre el crecimiento.**

360 ejemplares de 66,3 g de peso medio se reparten en 9 tanques de 500 l. Durante 4 meses se someten a tres intensidades de luz diferentes 25, 250 y 2.500 lux (cada tratamiento por triplicado). El alimento que se utiliza es pienso comercial de dorada.

240 ejemplares de 50 g de peso inicial, se reparten en 6 tanques de 1.000 l. Durante 4 meses se someten a dos intensidades de luz diferentes 5 y 375 lux (cada tratamiento por triplicado). El alimento empleado es pienso comercial de dorada.

### Resultados: Determinación de la influencia de la intensidad lumínica sobre el crecimiento.

El crecimiento de alevines de bocinegro bajo diferente intensidad de luz (25, 250 y 2.500 lux), cuando el número inicial de ejemplares es de 360, se muestra en la siguiente tabla:

Intensidad luz	25 lux			250 lux			2.500 lux		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Réplicas									
P <sub>medio inicial</sub> (g)	67,5	71,4	67,0	67,1	65,8	63,2	67,0	64,1	63,7
P <sub>medio final</sub> (g)	131,7	136,8	122,1	118,2	120,7	124,6	133,3	123,8	120,5
Incremento en peso	64,3	65,4	55,2	51,2	54,9	61,4	66,3	59,7	56,8
Media ± STD	61,63±5,6			55,83±5,2			60,96±4,9		

El crecimiento de alevines de bocinegro bajo diferente intensidad de luz (5 y 375 lux), cuando el número inicial de ejemplares es de 240, se muestra en la siguiente tabla:



<b>Intensidad luz</b>	<b>375 lux</b>			<b>5 lux</b>		
<b>Réplicas</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>
<b>P<sub>medio inicial</sub> (g)</b>	51,03	49,01	49,69	55,66	50,46	60,44
<b>P<sub>medio final</sub> (g)</b>	121,73	122,34	138,07	133,84	123,21	144,40
<b>Incremento en peso</b>	70,70	73,33	88,38	83,18	72,74	83,96
<b>Media ± STD</b>	77,47±7,78			79,96±5,11		

**Conclusiones: Determinación de la influencia de la intensidad lumínica sobre el crecimiento.**

En los 360 bocinegros repartidos en 9 tanques sometidos a diferente intensidad luminosa, no se presenta ninguna diferencia en cuanto a crecimiento se refiere, alcanzando un peso medio final de 125,8 g.

En los 240 bocinegros repartidos en 6 tanques sometidos a diferente intensidad luminosa, no se presenta ninguna diferencia en cuanto a crecimiento se refiere, alcanzando un peso medio final de 130,6 g.

**Metodología: Determinación de la influencia de la frecuencia de alimentación sobre el crecimiento.**

360 alevines de 5,7 g de peso medio se reparten en 9 tanques de 500 litros. Durante cuatro meses, los ejemplares se alimentan con pienso comercial para dorada, que se suministra con tres frecuencias diferentes: 4, 8 y 12 veces al día.

240 ejemplares de 90 g de peso inicial se reparten en 6 tanques de 1.000 litros. Por un periodo de cinco meses son alimentados con pienso comercial de doradas, que se administra con dos frecuencias diferentes, 2 y 8 veces al día.

**Resultados: Determinación de la influencia de la frecuencia de alimentación sobre el crecimiento.**

En el caso de los 360 alevines estabulados en 9 tanques, el peso medio final es de 55,3 g y no se aprecian diferencias significativas en el crecimiento de los diferentes grupos.

En la siguiente tabla se muestra el crecimiento de los alevines de bocinegro bajo diferentes regímenes de alimentación:

<b>Frecuencia alimentación</b>	<b>12 Tomas/día</b>			<b>8 Tomas/día</b>			<b>4 Tomas/día</b>		
<b>Réplicas</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B4</b>	<b>B5</b>	<b>B6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>
<b>P<sub>inicial</sub> (g)</b>	5,74			5,74			5,74		
<b>P<sub>1ª muestreo</sub> (g)</b>	13,85	12,7 2	12,6 2	13,6 6	12,7 1	11,6 6	12,7 1	13,3 1	13,9 0
<b>P<sub>final</sub></b>	54,65	55,5 9	57,2 9	52,0 0	51,3 5	55,9 7	59,9 5	53,5 8	57,3 5
<b>Incremento en peso</b>	40,80	42,8 7	44,6 7	38,3 4	38,6 4	44,3 1	47,2 4	40,2 7	43,4 5
<b>Media ± STD</b>	42,78±1,94			40,43±3,36			43,65±3,49		

En la siguiente tabla se muestra el crecimiento de los 240 alevines de bocinegro sometidos a dos frecuencias de alimentación.

Frecuencia alimentación	2 Tomas/día			8 Tomas/día		
Réplicas	A1	A2	A3	B4	B5	B6
P <sub>inicial</sub> (g)	90,86	91,72	92,19	91,53	93,50	91,39
P <sub>1ª</sub> muestreo (g)	129,66	123,0 6	126,6 0	124,9 7	135,4 0	126,40
P <sub>final</sub>	226,14	217,4 4	218,9 5	209,0 8	220,6 2	206,12
Incremento en peso	96,48	94,38	92,35	84,12	85,22	79,72
Media $\pm$ STD	90,40 $\pm$ 1,68			83,01 $\pm$ 2,37		

El crecimiento es significativamente superior en los tanques que reciben un menor número de tomas al día.

**Conclusiones: Determinación de la influencia de la frecuencia de alimentación sobre el crecimiento.**

El mayor crecimiento de los alevines que reciben un menor número de tomas al día se debe a la mejor respuesta de los mismos (mayor voracidad) ante el suministro de alimento cuando se ven sometidos a varias horas de ayuno entre tomas.

**Metodología: Estudio del crecimiento del bocinegro hasta los dos años de edad.**

Se lleva a cabo en dos años consecutivos. 1.000 alevines de 2,5 meses de edad se estabulan en un tanque cilíndrico de hormigón de 50 m<sup>3</sup> situado al aire libre y con suministro continuo de agua. Su alimentación consiste en pienso comercial para dorada.

Se realizan muestreos mensuales para estudiar los parámetros de engorde.

**Resultados: Estudio del crecimiento del bocinegro hasta los dos años de edad.**

El crecimiento de los bocinegros es similar al que se obtiene con doradas mantenidas en condiciones similares de cultivo. Si bien, durante la primera etapa de preengorde, las tasas de crecimiento son superiores, a partir de los 18 meses de edad, el crecimiento de los bocinegros se ralentiza en relación con el crecimiento de la dorada.

**Conclusiones: Estudio del crecimiento del bocinegro hasta los dos años de edad.**

En relación con el crecimiento del bocinegro, los resultados preliminares de otro proyecto desarrollado por el Centro Oceanográfico de Canarias, "Estudio sobre reproducción y cultivo larvario del bocinegro (*Pagrus pagrus*) como nueva especie susceptible de cultivo", muestran que los bocinegros estabulados en una jaula flotante de 50 m<sup>3</sup> presenta un crecimiento superior, con parámetros similares a los que se obtienen con dorada.

## OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

### **Comunidad Autónoma de Canarias:**

- **1994-96:** Estudio sobre la reproducción y cultivo larvario del bocinegro (*Pagrus pagrus*) como nueva especie susceptible de cultivo.
- **1998-99:** Estudio comparativo del engorde de bocinegro en dos sistemas diferentes de cultivo: jaulas oceánicas y tanques de tierra.

### **Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1998:** Estudio del proceso productivo de nuevas especies (mero y pargo)

## COMENTARIOS FINALES.

Se establecen las técnicas básicas aplicables al cultivo del bocinegro, lográndose la reproducción en cautividad, la cría larvaria y producción de alevines, el engorde hasta la talla comercial, y la estabulación y mantenimiento de ejemplares nacidos en cautividad hasta el momento de su primera maduración sexual (4 años).

Los buenos resultados obtenidos hasta la fecha, y su interés de mercado, confirman al Bocinegro como una especie con grandes perspectivas de cara a la acuicultura comercial.

Existen diversos aspectos que han de resolverse para que el bocinegro se pueda cultivar comercialmente de una forma rentable. Por un lado, es necesario mejorar las supervivencias obtenidas en el cultivo larvario y durante las primeras fases de engorde y por otro, es necesario solucionar el problema de la coloración externa de los ejemplares, ya que el pienso comercial para dorada no permite obtener el color rojizo que presenta la especie en el medio natural.

## DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

En el VII Congreso Nacional de Acuicultura se presentan los siguientes trabajos:

- "Requerimiento óptimo de proteína en dietas para alevines de bocinegro (*Pagrus pagrus*)"
- "Cambios en la coloración y textura post-mortem de ejemplares adultos de bocinegros (*Pagrus pagrus*) salvajes y cultivados".
- "Resultados preliminares de engorde de bocinegro".
- "Aspectos del cultivo larvario semiextensivo de bocinegro".

En el 9º Simposio Internacional de alimentación y nutrición de peces, celebrado en Japón, el trabajo "The effects of varying dietary protein and lipid levels on the growth, feed efficiency, protein utilization and body composition of red porgy fingerlings".

## **5. PROYECTO: *Fouling* EN UN SISTEMA DE CULTIVO DE PECES MARINOS *off-shore* E INTEGRACIÓN EN UN SISTEMA DE BIOFILTROS CON MACROALGAS.**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1999

### **OBJETIVOS:**

- 1- Evaluar el impacto ambiental del sistema sobre la calidad del agua y el poblamiento bentónico del sistema de cultivo (*fouling*).
- 2- Analizar y evaluar el fitobentos que se desarrolla en el sistema de cultivo en jaulas flotantes y su influencia sobre la instalación.
- 3- Estudiar la viabilidad de utilizar las macroalgas como biofiltros de un sistema integrado. Bioecología, biometría y calidad de las macroalgas.
- 4- Estudiar la utilización de las macroalgas biofiltradoras como suplemento en la dieta de *Sparus aurata* (dorada).

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Consejería de Educación, Cultura y Deportes.

Centro: Instituto Canario de Ciencias Marinas.

Departamento: Fitobentos (Área del Medio Litoral).

### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: M<sup>a</sup> Nieves.

Apellidos: González Henriquez.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El área de estudio se localiza al este de la Isla de Gran Canaria, en la bahía de Melenara y punta de Melenara en el término municipal de Telde. Los muestreos de las poblaciones naturales y de las del efluente se realizan en la Punta de Melenara. El material de biofouling recolectado de los tubos de PVC y redes procede de un sistema de jaulas flotantes "off-shore" situado en la Bahía de Melenara.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

#### *Estudio de biodiversidad*

Se utiliza un sistema compuesto por dos estructuras de madera enfibrada, provista de 12 bastidores donde se colocan tres cuadrados de madera con un hueco de 20x20 que sirven de soporte a los tramos de redes con luz de malla de 13 mm. Las estructuras se colocan separadas por cuatro metros de profundidad, estando la primera a 2 metros y la segunda a 6 metros. Los cuadrados se recogen mensualmente para observar la colonización estacional y la evolución de las comunidades bentónicas con el tiempo. También se estudia el recubrimiento y composición cualitativa y cuantitativa de las redes de las jaulas flotantes con el mismo sistema de recolección que el sistema de bastidores.

También se recolecta material de biofouling procedente de las redes de un sistema de jaulas flotantes "off-shore" compuesto por 6 jaulas flexibles de 8 m de profundidad con 900 m<sup>3</sup> y 6 jaulas de 8 m de profundidad y 1.600 m<sup>3</sup>, albergando 350 peces cada una fondeadas sobre un lecho marino arenoso de 20 m de profundidad media. Para los estudios cualitativos y de biomasa se eligen longitudes de 20 cm de cabo y 400 cm<sup>2</sup> en redes.

Todo el material recolectado se recoge en bolsas etiquetadas con su fecha, localidad y tipo de sustrato para pesarlo inmediatamente. También se estudia el recubrimiento y composición cualitativa y cuantitativa de los organismos encontrados dentro de las áreas elegidas.

#### *Estudio de biomasa*

Se recogen de forma periódica muestras de las especies seleccionadas, con el fin de conocer el mejor sustrato artificial o natural para una producción óptima de biomasa.

#### *Estudio de biología reproductiva*

Se considera como área mínima a la superficie más pequeña que puede dar una idea satisfactoria de la comunidad, el área es de 400 cm<sup>2</sup> en redes y costa, y en el caso de los cabos, se elige una longitud de 20 cm, para conocer su superficie.

Se observa que existe una relación directa entre la composición cualitativa y cuantitativa y el grado de contaminación de una determinada área. Así, el **índice C/F** sirve como indicador de la contaminación y permite comparar diferentes zonas entre sí y relaciona el número de algas verdes con el de algas pardas de una misma localidad.

#### *Cultivos experimentales de macroalgas*

El experimento de cultivo experimental de macroalgas se realiza con diferentes sistemas de cultivo, con el fin de conocer el comportamiento de estas macroalgas sobre sustrato artificial, su viabilidad en un sistema integrado de jaulas de cultivo off-shore para peces y su biomasa potencial. Para ello se desarrollan diferentes sistemas:

- Cultivo de fragmentos de talos.

Consiste en una estructura flotante cuadrada del que parten unos cabos con plomada, en los que son insertados talos del alga a cultivar distantes entre si 20 cm. Cada cuadrado se coloca a unos 50 cm de la estructura de la jaula flotante, y para evitar su hundimiento se le colocan boyas de flotación en cada esquina del cuadrado.

- Sistema de biofiltro en tanques.

Consiste en nueve tanques rectangulares, con una capacidad de 600 litros cada uno. Los tanques se encuentran colocados en serie, estando formada cada una de las series por tres tanques colocados en cascadas. El sistema de biofiltro posee una salida de aire en la base de estos para generar una corriente convectiva en la masa de agua y mover las algas.

- Sistema de cultivo en tanques.

Sistema muy parecido al de biofiltros excepto en su diseño en cascada. Este sistema está conectado directamente a un tanque de peces, del que sale el agua que va hacia tres tanques semicilíndricos de 1 m<sup>3</sup> de capacidad dispuestos en paralelo, con entrada y salida constante de agua y aireación desde su base.

### **Calidad del medio**

Durante el primer año, a lo largo de cada mes, se realizan muestreos de agua de mar para analizar los parámetros físico – químicos en cuatro puntos, dos en el sistema y otros dos en la zona de las jaulas de peces. Los parámetros tratados son: temperatura, oxígeno, amonio, nitritos+nitratos, fosfatos y silicatos.

Para comparar la concentración de nitritos + nitratos, amonio, fosfatos y silicatos, se toman muestras durante un periodo de tiempo de abril a mayo de 1998 a dos horas diferentes durante el día, que se denominan primera hora (9:30-10:30) y segunda hora (15:30-16:30), aproximadamente una hora después de la primera y segunda toma de alimentación.

### **Estudio fitoquímico de *Grateloupia* y *Ulva***

Se determina el contenido en:

- Humedad.
- Cenizas.
- Materia orgánica.
- Proteínas.
- Lípidos totales.
- Fibra.
- Hidratos de carbono.
- Contenido calórico.

- Contenido en pigmentos: Se determina la concentración de ficoeritrinas y ficocianinas en poblaciones naturales, poblaciones del efluente y poblaciones en jaulas.
- Contenido en carbono, nitrógeno e índice C/N: Se recolectan del medio natural ejemplares con dos morfotipos del género *Grateloupia*, con la finalidad de determinar si entre ambos morfotipos existen diferencias significativas en su contenido en carbono, nitrógeno, hidrógeno e índice C/N.

### **Experimento de suplemento de dieta con macroalgas para el cultivo de *Sparus aurata*.**

Se emplean seis tanques de fibra de vidrio circulares con una capacidad de 1.000 litros en instalaciones “*in door*” utilizándose la misma especie que se cultiva en las jaulas. Cada uno de los tanques tiene 30 peces con un peso inicial de 255 gramos y una biomasa por tanque de 7.680 gramos.

Diariamente se realiza un control de los parámetros ambientales (temperatura y concentración de oxígeno), además de la tasa de renovación y el índice de conversión.

En tres tanques se utiliza como alimento para el engorde de doradas pienso comercial “Mistral TM21, Olympic”, y se considera como control. En los restantes tres tanques, las doradas se alimentan con ese mismo pienso comercial enriquecido con algas procedentes de las jaulas “off-shore” de la bahía de Melenara, al que se denomina “pienso mezcla”.

Los parámetros que se analizan a la hora de determinar la calidad de los peces son:

- Contenido de humedad.
- Sales minerales.
- Materia orgánica.
- Grasa.
- Proteínas.
- Hidratos de carbono.
- Fibra.
- Valor energético.

### **Biometría y tratamiento estadístico**

Para realizar los muestreos mensuales algunos peces se colocan en un tanque con anestésico. Se realizan medidas del peso, de la longitud y del ancho del pez. Una vez pesados y medidos los peces son depositados de nuevo en sus respectivos tanques para su recuperación y seguir con éstos el ensayo.

Para el control del color, el estudio se centra en tres zonas concretas del cuerpo del pez, la zona frontal ocular, la zona branquial y la aleta caudal, ya que son las que presentan la coloración en el cuerpo de la dorada.

### Resultados:

La distribución vertical de los organismos que se desarrollan sobre las estructuras artificiales de la bahía de Melenara, Telde, está muy definida, sobre todo en las redes de las jaulas donde aparecen formando bandas casi monoespecíficas. En el sistema de bastidores, también se observa esta pauta y además una diferencia evidente en abundancia y cobertura en los cuadros situados a diferente profundidad.

La distribución de los organismos que viven asociados al sistema de jaulas flotantes sigue el mismo patrón para las 12 jaulas de explotación. El conjunto de factores medioambientales hacen posible el desarrollo de estas comunidades flotantes. Entre 0 y 2 metros se desarrollan la mayoría de las especies de macroalgas foliosas de gran porte. En esta zona el recubrimiento de especies como *Grateloupi* *doryphora* y *Ulva rigida* es cercana al 100% y se produce una biomasa de 7,5 Kg<sup>m</sup><sup>-2</sup>. A 2 metros de profundidad, la cobertura del fouling llega a ocupar más del 90%, siendo la fracción algal la mayoritaria, y las especies de talo filamentosas las que presentan un mayor desarrollo.

Desde el punto biológico y medioambiental el interés del biofouling en estos sistemas de cultivo naturales "asociados" es primordial, ya que según los datos obtenidos en los análisis químicos del agua y bioquímicos de las algas, el biofouling actúa como filtrador de materia orgánica e inorgánica generada por los peces de las jaulas, evitando de este modo una sobrecarga para la columna de agua circundante y una excesiva eutrofización del medio.

La fracción animal tiene una presencia constante y abundante. La acumulación de una gran cantidad de detritus sobre la malla es importante durante los 5 primeros meses, a partir de entonces las algas pasan a ser los organismos dominantes en los primeros metros y los ascidiáceos, en las zonas más profundas. El clímax del sistema de bastidores se manifiesta a los 5 meses de su colocación.

Las diferencias observadas entre las redes con tratamiento antifouling y sin él son evidentes y significativas. La composición cuantitativa y cualitativa es diferente, caracterizándose las primeras por un bajo número de especies, con un pequeño porte y situadas hasta los 3 primeros metros de profundidad. En las redes tratadas con antifouling no se observan las típicas bandas de *Ulva* y *Grateloupi* presentes en las redes sin este tratamiento.

Las especies que se han encontrado en los foulings son de las divisiones Rhodophyta, Phaeophyta, Chlorophyta y Cyanophyta.

	Rhodophyt a	Phaeoohyt a	Chlorophyt a	Cyanophyt a	TOTAL	C/F
Nº especies	67	21	18	11	117	0,86

El valor del índice C/F obtenido para la zona de estudio es de 0,86, lo que indica que la zona no está afectada por procesos de eutrofización. Esta característica está en concordancia con los valores de los parámetros físico – químicos, por lo que se puede decir que la calidad de las aguas en el sistema de cultivo de peces en jaulas oceánicas de la bahía de Melenara es buena y sin contaminación.



### **Bioecología de los géneros *Grateloupia* y *Ulva* en las zonas estudiadas.**

Sobre las redes de las jaulas flotantes se desarrolla una variada y abundante comunidad de organismos: *Grateloupia doryphora* (se encuentra entre los 0,5 y los 2,5m) y *Ulva rigida* (se desarrollan en una banda bien definida que se sitúa en la red de las jaulas en el límite de flotación de éstas) crecen junto a pequeñas algas filamentosas que se disponen en bandas prácticamente monoespecíficas y constituyen los organismos filtradores más eficientes junto a la ascidia colonial *Trididemnum tenerum* del sistema generado sobre jaulas flotantes.

En el sistema de cabos que se usan para la fijación de las jaulas flotantes de la bahía de Melenara se presenta una comunidad de fouling muy interesante destacando la presencia de especies algales biofiltradoras. La densidad de cobertura algal es del 100% durante todo el año hasta los 2,5 m de profundidad. Las especies dominantes son *Hincksia mitchelliae*, *Cladophora pellucida*, *Ulva rigida* y *Grateloupia doryphora*.

Las ventajas del sustrato artificial presente en los cabos son:

- Las bandas son prácticamente monoespecíficas.
- Libres de epibionetes.
- De manejo fácil a la hora de manipulación y cosecha.

Durante el primer semestre de esta parte del estudio, se realiza un seguimiento de la evolución de la biomasa de *Grateloupia doryphora* y *Ulva rigida* en diferentes medios y sustratos, con el fin de evaluar cuantitativamente lo recolectado.

#### **Valores medios de los promedios de biomasa en g de *Grateloupia doryphora***

<b>Efluente</b>	<b>Jaulas</b>	<b>Cabos</b>
48,596	20,93	229,5

De los datos obtenidos en el cultivo en tanques de *Ulva rigida* se observa que existe una variación estacional de la biomasa que coincide con su ciclo reproductivo. El máximo de biomasa se produce en los meses de primavera y verano, mientras que el mínimo ocurre en los meses de otoño.

### **Reproducción de *G. doryphora* y *U. rigida* salvajes en Canarias**

Las experiencias realizadas en las costas canarias han constatado que la fenología de *G. doryphora* no sigue una pauta estacional o anual, ya que se encuentran talos en estado reproductivo durante todo el año y en sus diferentes estadios en una proporción parecida. No se observan variaciones estacionales ni periodos de dormancia.

*U. rigida* presenta un ciclo reproductivo con un comportamiento estacional, a lo largo del estudio se observan individuos estériles en un alto porcentaje. Presenta, en poblaciones naturales, máximos de biomasa en primavera y verano, en otoño decae hasta valores mínimos que coinciden con el inicio del verano.

### **Cultivos experimentales de *G. doryphora***

Uno de los objetivos del presente estudio es la utilización de las algas como complemento en la dieta de los peces cultivados en jaulas flotantes. Para ello, es indispensable conocer el potencial de biomasa que se puede obtener en la recolección de las algas que crecen sobre las estructuras artificiales, y la viabilidad de un cultivo integrado con el fin de obtener una mayor cantidad de éstas en un periodo de tiempo mínimo. Los ensayos preliminares del cultivo de *G. doryphora* son realizados mediante la técnica de propagación vegetativa en el mismo ambiente en donde están situadas las jaulas flotantes.

El sistema de propagación vegetativa consiste en una estructura flotante del que parten unos cabos con plomada, en los que son insertados talos de alga a cultivar distantes entre sí 10 cm. Los resultados de este sistema no son positivos, ya que los talos no se desarrollan totalmente y su patrón de crecimiento es la formación de callos. La biomasa recolectada al cabo de tres meses es menor que la insertada inicialmente.

### **Datos físico – químicos del medio marino de las jaulas flotantes**

#### **Periodo 1997-1998**

La temperatura oscila a lo largo del periodo entre 17,5°C en febrero y 23,9°C en octubre. El oxígeno no presenta variaciones importantes entre los 4 puntos de muestreo ni en las diferentes profundidades.

El fósforo reactivo disuelto permanece a niveles bajos el tiempo de estudio, llegando a ser nulo en octubre de 1997.

Los silicatos presentan una estacionalidad relacionada con los crecimientos de biomasa planctónica de diatomeas en la zona, presentando valores más altos en primavera y otoño.

Para los nitratos + nitritos, los mínimos de concentración se producen en verano y los máximos en los meses de otoño. En cuanto al amonio, los cuatro puntos presentan una concentración mínima en invierno y verano y máxima en los meses de primavera y otoño.

#### **Periodo 1998-1999**

A continuación se detalla para cada punto las concentraciones obtenidas de cada uno de los nutrientes estudiados:

		Primera hora (9:30-10:30)		Segunda hora (15:30-16:30)	
		Mínimo ( $\mu\text{M}$ )	Máximo ( $\mu\text{M}$ )	Mínimo ( $\mu\text{M}$ )	Máximo ( $\mu\text{M}$ )
<b>Fosfatos</b>	<b>Punto 1</b>	0,0 14/04-10-20-22- 25/05	5,07 8/04	0,0 7/04	2,74 6/04
	<b>Punto 2</b>	0,0 14/04-20/05	5,1 24/04	0,0 7-13/04	0,1 8/05
	<b>Punto 3</b>	0,0 14-28/04 4-20/05	0,99 11/05	0,0 7/04	0,65 6/04

		Primera hora (9:30-10:30)		Segunda hora (15:30-16:30)	
		Mínimo ( $\mu\text{M}$ )	Máximo ( $\mu\text{M}$ )	Mínimo ( $\mu\text{M}$ )	Máximo ( $\mu\text{M}$ )
<b>Silicatos</b>	<b>Punto 1</b>	0,33 27/04	15,6 8/04	0,65 7/04	1,53 8/05
	<b>Punto 2</b>	0,28 11/05	12,04 24/04	0,54 7/04	1,97 8/05
	<b>Punto 3</b>	0,44 20/05	44,21 11/05	0,71 6/04	4,18 8/05
<b>Nitritos + Nitratos</b>	<b>Punto 1</b>	0,0 14/04	3,39 24/04	0,125 6/04	0,55 8/05
	<b>Punto 2</b>	0,01 27/04	1,58 10/05	0,02 6/04	0,37 7/04
	<b>Punto 3</b>	0,01 6/04	3,68 11/05	0,01 13/04	2,38 8/05
<b>Amonio</b>	<b>Punto 1</b>	3,71 27/04	35,14 15/04	16,58 28/04	24,05 20/04
	<b>Punto 2</b>	15,01 13/05	33,48 15/04	17,51 22/04	28,53 14/04
	<b>Punto 3</b>	12,4 13/05	31,7 15/04	15,58 6/04	28,22 8/05

### Estudio fitoquímico

En la siguiente tabla se muestra el estudio fitoquímico de *Grateloupia doryphora* en dos ambientes diferentes, un ambiente es el de las jaulas flotantes de cultivo de dorada y el segundo ambiente es en el efluente de la nave de cultivo del ICCM.

Calidad de <i>Grateloupia doryphora</i>					
Población	$P_h/P_s$	H	H	PSCL	P
<b>Jaulas</b>	4,54±0,17 <sup>a</sup>	78,8±2,3 <sup>a</sup>	5,37±0,3 <sub>a</sub>	94,63±3,2 <sub>a</sub>	3,2±0,01 <sup>a</sup>
<b>Efluente</b>	4,54±0,12 <sup>a</sup>	86,1±3,6 <sup>a</sup>	4,41±0,1 <sub>b</sub>	95,6±3,3 <sup>a</sup>	3,79±0,01 <sup>a</sup>

<b>Calidad de <i>Grateloupia doryphora</i></b>				
<b>Población</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>HC</b>	<b>E</b>
<b>Jaulas</b>	0,0±0,0 <sup>a</sup>	0,79±0,006 <sup>a</sup>	11,8±0,7 <sub>a</sub>	57,1±2,1 <sup>a</sup>
<b>Efluente</b>	0,0±0,0 <sup>a</sup>	0,66±0,002 <sup>b</sup>	5,0±0,1 <sup>b</sup>	33,9±1,7 <sup>b</sup>

Siendo:

- P<sub>h</sub>/P<sub>s</sub>: Relación peso húmedo / Peso seco.
- H: Humedad (%).
- C: Cenizas (%).
- PSLC: Peso seco libre de cenizas (%).
- P: Proteína total (g/100 g de muestra).
- G: Grasa total (g/100 g de muestra).
- F: Fibra (g/100 g de muestra).
- HC: Hidratos de carbono (g/100 g de muestra).
- E: Energía (Kcal).

Las poblaciones de *Grateloupia doryphora* recolectadas en las jaulas flotantes presentan mayor contenido en fibra, HC y E que las poblaciones recolectadas en el efluente de la nave de cultivo, lo que indica que las poblaciones de las jaulas flotantes son mejores candidatas como suplemento en la dieta de dorada.

En la tabla siguiente se compara el contenido de pigmentos entre *Grateloupia dichotoma* en ambientes naturales y *Grateloupia doryphora* en efluentes y jaulas.

<b>Contenido en pigmentos de <i>Grateloupia dichotoma</i> y <i>Grateloupia doryphora</i></b>		
<b>Población</b>	<b>FE</b>	<b>FC</b>
<b><i>G. dichotoma</i> (Naturales)</b>	0,14±0,01 <sup>a</sup>	0,004±0,0002 <sup>a</sup>
<b><i>G. doryphora</i> (Efluentes)</b>	0,78±0,05 <sup>b</sup>	0,21±0,03 <sup>b</sup>
<b><i>G. doryphora</i> (Jaulas)</b>	0,57±0,04 <sup>c</sup>	0,05±0,003 <sup>c</sup>

Siendo:

- FE: Ficoeritrinas (mg/g peso fresco).
- FC: Ficocianinas (mg/g peso fresco).

El contenido en FC en todas las poblaciones es inferior al obtenido en FE. Tanto el contenido de FC como el de FE son superiores en las poblaciones de *Grateloupia doryphora* en jaulas y efluentes que en las poblaciones de *Grateloupia dichotoma*.

Tomando como morfotipo 1 a *Grateloupia doryphora* (talo gelatinoso y laminar) y como morfotipo 2 a *Grateloupia dichotoma*, se comparan, en la siguiente tabla, el contenido de carbono, nitrógeno hidrógeno y el índice de C/N en poblaciones naturales.

<b>Composición Química de <i>Grateloupia</i></b>				
<b>Especie</b>	<b>Carbono (%)</b>	<b>Nitrógeno (%)</b>	<b>Hidrógeno (%)</b>	<b>C/N</b>
<b><i>G. doryphora</i></b>	34,36±0,07 <sup>a</sup>	4,84±0,01 <sup>a</sup>	5,67±0,06 <sup>a</sup>	8,31±0,03 <sub>a</sub>
<b><i>G. dichotoma</i></b>	32,36±0,14 <sup>b</sup>	4,74±0,01 <sup>b</sup>	5,67±0,02 <sup>a</sup>	8,13±0,07 <sub>b</sub>

Ambas especies presentan un índice C/N inferior a 10 lo que indica, por una parte que su ambiente de crecimiento es rico en nitrógeno y por otra parte, su capacidad de acumular nitrógeno. Por lo tanto, se pueden considerar como especies biofiltradoras.

Se realiza un estudio de calidad de las dos especies biofiltradoras con mayor biomasa, *Grateloupia doryphora* y *Ulva rigida*, que crecen de forma natural en las redes y cabos del sistema de jaulas flotantes en la bahía de Melenara. También se compara la calidad del “pienso comercial” y el “pienso mezcla”, realizándose un estudio de la composición química. En la siguiente tabla se muestran los resultados tanto de la composición fitoquímica de las dos especies biofiltradoras como de la composición química del pienso.

	<b>Humedad (%)</b>	<b>Sales Minerales (%)</b>	<b>Materia orgánica (%)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>HC (%)</b>	<b>Fibra (%)</b>	<b>Valor energético (Kj)</b>
<b>Pienso comercial</b>	9,30±0,11	10,66±0,06	89,44±0,06	21,77±0,88	48,64±0,4	7,92±0,57	1,07±0,01	848,85±4,83
<b><i>G. doryphora</i></b>	79,5±0,46	4,13±0,01	95,87±0,06	0,10±0,02	3,32±0,11	11,86±0,06	1,09±0,01	115,48±2,51
<b><i>U. rigida</i></b>	88,6±0,57	1,80±0,01	98,30±0,06	0,10±0,02	1,35±0,05	6,01±0,57	1,15±0,01	63,3±1,23
<b>Pienso mezcla</b>	5,90±0,11	12,29±0,06	87,71±0,06	21,10±0,57	44,0±0,57	15,91±0,57	1,81±0,02	832,86±4,32

### **Condiciones ambientales del experimento**

Diariamente se realizan medidas de temperatura (°C), concentración de oxígeno disuelto en el agua (mg/l) y tasa de renovación del agua (nº de veces al día).

La temperatura oscila entre los 18,9 y los 21,6°C. La concentración de oxígeno se mantiene constante en todo el experimento con un valor de 5,6 mg/l. La tasa de renovación es de 10 veces al día, de manera que el caudal de entrada de agua en el tanque se abre o cierra con la finalidad de mantener una tasa de renovación igual o constante en todos los tanques.

Se hace un muestreo del peso inicial y final de los peces expresados en gramos y los índices de conversión inicial y final:

<b>P<sub>inicial</sub> (g)</b>	<b>P<sub>final</sub> (g)</b>	<b>I.C.-inicial</b>	<b>I.C.-final</b>
255	448	89	21

Los pesos de los peces comparando los pesos iniciales y finales aumentan un 80%. De manera similar, sucede con el índice de conversión que aumenta en más de una unidad.

### **Características organolépticas**

Cuando se suministran en los últimos estadios de cultivo dietas enriquecidas con algas, momento en que los peces poseen una talla comercial, éstas ayudan a mejorar su aspecto y aumentan su metabolismo, lo que provoca una reducción de las grasas acumuladas y una mejora en las características organolépticas.

El contenido en humedad, materia orgánica, proteínas y fibra de los peces alimentados con “pienso comercial” y “pienso mezcla” son similares.

El contenido en hidratos de carbono de los peces alimentados con “pienso comercial” es superior al de los peces alimentados con “pienso mezcla”.

En la mayoría de los casos, el contenido en sales minerales de los peces alimentados con “pienso mezcla” es superior al de los peces alimentados con “pienso comercial”. Asimismo, el contenido en grasa de los peces alimentados con el “pienso mezcla” es superior al de los peces alimentados con “pienso comercial”.

El contenido en grasa de los peces alimentados con “pienso mezcla” se mantiene casi sin variaciones con respecto al inicial. Sin embargo, el contenido en grasa de los peces alimentados con “pienso comercial” es más variable durante el periodo de estudio.

En cuanto a su valor energético, en la mayoría de los casos al igual que sucede con el contenido en sales minerales y grasa, es superior en los peces alimentados con el “pienso mezcla”.

### **Color**

Se eligen tres zonas del pez con el fin de poder comparar cambios de coloración en las doradas alimentadas con pienso comercial y pienso enriquecido con algas. Los resultados empiezan a hacerse visibles en el tercer muestreo, con claras diferencias de tonalidades, colores que se diferencian altamente al final de este estudio. Las diferencias más patentes se localizan en la zona de la gran mancha negra, donde se observa una coloración rosa-amarillenta en aquellos individuos alimentados con pienso enriquecido con algas, así como en la aleta caudal que presenta en éstos una coloración mucho más oscura que en aquellos que son alimentados con pienso comercial.

### **Experimento del suplemento de dieta con macroalgas para el cultivo de *Sparus aurata*.**

Para poder estudiar desde un punto de vista estadístico los datos obtenidos a lo largo de este estudio, se realiza un análisis de los diferentes grupos de datos registrados, para ello se realiza el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para cada uno de los tanques y muestreos, con el fin de conocer si éstos son normales o no. El resultado es que todos ellos son normales.

Los estudios biométricos de peso (g), longitud (cm) y ancho (cm) de *Sparus aurata* muestran que no hay variaciones significativas entre los peces alimentados con pienso comercial y pienso mezcla enriquecido, cuando son cultivados en ambientes similares.

### Conclusiones:

Las concentraciones de nitritos+nitratos, fosfatos y amonio disueltas, evaluadas durante un año en diferentes puntos y profundidades del sistema de jaulas flotantes, situado en la bahía de Melenara, indican que éstas no superan los niveles permitidos según BOJA de 4 de marzo de 1997.

En cuanto a la ecología de los organismos que se desarrollan sobre las estructuras del sistema, aparecen con una distribución vertical muy definida en las redes de las jaulas, en donde las bandas algales son muy estrechas y prácticamente monoespecíficas.

Las diferencias observadas entre las redes con tratamiento antifouling y sin él son evidentes y significativas, ya que la composición cuantitativa y cualitativa es diferente, caracterizándose las primeras por un bajo número de especies presentes, con pequeño porte y situadas hasta los primeros metros de profundidad.

Las poblaciones naturales de las macroalgas *Grateloupia* y *Ulva* que crecen en la costa son dispersas y escasas, sin formar bandas compactas. Por lo que se descartan la recolección en estos ambientes para su uso como suplemento en la dieta de los peces.

La biomasa de *Grateloupia doryphora* recolectada en el efluente es alta aunque 5,7 veces menor que en las redes del sistema de jaulas.

La biomasa media de los cabos de las jaulas off-shore para peces de la bahía de Melenara es de  $1.147,5 \text{ gm}^{-1}$ .

El cultivo en cabos es el óptimo para *Grateloupia doryphora* y en tanques para *Ulva rigida*.

*Grateloupia doryphora*, en cuanto a su reproducción, no sigue una pauta estacional, se encuentran individuos fértiles de todas las fases de su ciclo biológico a lo largo del año. *Ulva rigida*, por el contrario, presenta un ciclo estacional, en donde los gametofitos y esporofitos se presentan en primavera.

En general, en cuanto a su contenido en materia orgánica se refiere, cualquier época del año es adecuada para la recolección de *Grateloupia doryphora* en las jaulas flotantes como fuente suplementaria en la dieta de dorada.

Los estudios de la composición química del “pienso comercial” y del “pienso mezcla” indican que éstos son similares en ambos piensos, sin embargo el contenido de hidratos de carbono del “pienso mezcla” es superior al del “pienso comercial”.

Los estudios biométricos realizados en dorada cultivadas en tanques en condiciones ambientales similares, durante un periodo aproximado de cuatro meses, no presentan diferencias apreciables entre los peces alimentados con “pienso comercial” y los “pienso mezcla”.

La calidad de los peces cultivados con “pienso comercial” y “pienso mezcla” es similar en cuanto al contenido de humedad, materia orgánica, proteínas y fibra, sin embargo, en la mayoría de los casos el contenido en sales minerales, grasa y el valor energético de los peces alimentados con “pienso mezcla” es superior al de los peces alimentados con “pienso comercial”. Igualmente, el contenido en hidratos de carbono de los peces alimentados con “pienso mezcla” es mayor al obtenido en los peces alimentados con “pienso comercial”.

## COMENTARIOS FINALES.

Siempre y cuando se produzcan las condiciones necesarias para el establecimiento de comunidades de fouling en jaulas, es posible el desarrollo de comunidades algales y faunísticas que sirvan de biofiltros y que a su vez puedan aprovecharse para enriquecer la dieta de los peces cultivados en las jaulas.

Los resultados obtenidos hasta el momento indican que el sistema de jaulas flotantes de cultivo de dorada en la bahía de Melenara presenta un equilibrio dinámico entre su explotación y el medio ambiente.

El interés de biofouling en los sistemas de cultivos asociados es primordial, ya que los datos obtenidos en los análisis bioquímicos de las algas y químicos del agua, indican que actúan como biofiltradores de materia orgánica e inorgánica generada por los peces en las jaulas, evitando de este modo una sobrecarga para la columna de agua circundante y una excesiva eutrofización del medio.

## DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

En el VII Congreso Nacional de Acuicultura han tenido lugar las siguientes publicaciones:

- “Jaulas “off-shore” para engorde de peces en la Bahía de Melenara: un ejemplo de ecosistema flotante”.
- “Crecimiento de *Trididemnum tenerum* en las redes de una instalación de jaulas flotantes en la isla de Gran Canaria. Implicaciones en la operación de la granja”.
- “Primeros trabajos de evaluación de impacto medioambiental de acuicultura en Canarias”.

Publicación de Ciencias Marinas:

- “Environmental impact in marine off-shore cages: water quality and sediments”.

Publicación del XIII Simposio de Botánica Criptogámica:

- “Biosistemática del género *Grateloupia* C.Ag. (Halymeniaceae, Rhodophyta), en Canarias”.

Grabación de un vídeo divulgativo:

“Anillos integrados”.

Environmental Coastal Regions III:

“Preliminary studies on environmental impact of cages aquaculture in Canary Islands”.



## **6. PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS NECESIDADES LIPÍDICAS DEL SARGO (*Diplodus sargus*) MEDIANTE LA COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE PECES SALVAJES Y CULTIVADOS.**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1998

Finalización del plan: 2000

### **OBJETIVOS:**

El objetivo general del proyecto es estudiar las necesidades nutritivas de lípidos del sargo (*Diplodus sargus*), obteniendo información necesaria para el diseño de dietas adecuadas cuya utilización permita mejorar los resultados que se obtienen actualmente en el engorde y reproducción de esta especie.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Universidad de La Laguna.

Centro: Facultad de Biología.

Departamento: Departamento de Biología Animal.

Organismo: Instituto Español de Oceanografía..

Centro: Centro Oceanográfico de Canarias.

Departamento: Departamento de Cultivos Marinos.

### **DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:**

Nombre: Antonio.

Apellidos: Lorenzo Hernández.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El proyecto se realiza en la Planta Experimental de Cultivos del Centro Oceanográfico de Canarias en Santa Cruz de Tenerife.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología:**

El estudio se lleva a cabo comparando la composición bioquímica de ejemplares salvajes con la de ejemplares mantenidos en cautividad, para conocer las diferencias entre ambos, y las posibles deficiencias que presentan los sargos cultivados.

Los ejemplares de sargo necesarios para abordar los estudios se capturan del medio natural con ayuda de pescadores profesionales. Durante el primer mes de realización del proyecto se capturan 80 individuos con los que se forma un stock de peces que se estabula en la Planta Experimental de Cultivos del C.O.C. Además, a lo largo del primer año de ejecución, se capturan 12 peces mensuales, que se sacrifican 24 horas después de su pesca para la toma de muestras.

El lote de 80 sargos se mantiene estabulado en un tanque de hormigón de 8 m<sup>3</sup> con renovación de agua y suministro de aire, y sometido a fotoperiodo y temperatura naturales. Se alimentan con pienso comercial para dorada, en una cantidad que se ajusta al 1,5% de su biomasa/día.

Durante la época de freza se recogen e incuban las puestas obtenidas, emitidas de forma espontánea y fecundadas en el propio tanque de reproductores. Se estudian los porcentajes de fecundación y eclosión de todas las puestas emitidas.

De los sargos capturados mensualmente, se toman datos de talla, peso e índices gonado-somático y hepato-somático. Se recogen muestras de órganos (gónadas, hígado, músculo y tejido adiposo) para el análisis de lípidos, determinándose las cenizas, humedad, lípidos totales, neutros y polares y ácidos grasos, y de sangre para la medición de los niveles plasmáticos de 17βestradiol y 11cetotestosterona. Después de un año de mantenimiento en cautividad, se sacrifican los ejemplares estabulados en las instalaciones de cultivo, tomando los mismos parámetros y recogiendo las mismas muestras. También se toman muestras de huevos fecundados para realizar el análisis de lípidos.

### Resultados:

En la siguiente tabla se puede ver el contenido de lípidos totales, neutros y polares en los distintos órganos estudiados (gónada, hígado y músculo), en las épocas de pre-puesta, puesta y post-puesta:

	<b>Noviembre Pre-puesta</b>	<b>Marzo Puesta</b>	<b>Junio Post-puesta</b>
<b>Gónada</b>			
LT	3,00±0,25 <sup>b</sup>	16,49±0,76 <sup>a</sup>	2,66±0,38 <sup>b</sup>
LN	1,01±0,07 <sup>b</sup>	11,69±0,63 <sup>a</sup>	0,92±0,14 <sup>b</sup>
LP	1,99±0,18 <sup>b</sup>	4,79±0,13 <sup>a</sup>	1,74±0,25 <sup>b</sup>
<b>Hígado</b>			
LT	9,35±1,18 <sup>b</sup>	13,10±2,00 <sup>a</sup>	2,66±0,53 <sup>ab</sup>
LN	2,63±0,55 <sup>b</sup>	6,30±3,33	3,00±0,82
LP	6,72±0,63 <sup>b</sup>	6,80±1,33	7,74±0,85
<b>Músculo</b>			
LT	2,57±0,49 <sup>b</sup>	4,36±0,62 <sup>a</sup>	2,33±0,12 <sup>b</sup>
LN	0,87±0,31 <sup>b</sup>	2,03±0,67 <sup>a</sup>	0,56±0,09 <sup>b</sup>
LP	1,70±0,18 <sup>b</sup>	2,33±0,06 <sup>a</sup>	1,76±0,09 <sup>b</sup>

Estos resultados muestran que el contenido de lípidos totales en las gónadas, es máximo en el periodo de puesta, siendo más numerosos los lípidos neutros que los polares. En noviembre y junio, periodo de pre-puesta y post-puesta, el contenido es mínimo aunque más o menos semejante, si bien, en este caso el contenido de lípidos polares es algo mayor que el contenido de lípidos neutros.

El contenido de lípidos en el hígado, vuelve a ser máximo en el periodo de puesta, si bien en este caso, son ligeramente superiores los lípidos polares que los neutros. El mínimo contenido de lípidos se produce en la pre-puesta, siendo en este caso el número de lípidos polares también mayor que el de neutros.

En el caso del contenido de lípidos en los músculos, el máximo se vuelve a alcanzar en el mes de marzo, mes coincidente con la puesta, siendo más numerosos los lípidos polares que los neutros. El contenido de lípidos en la época de pre-puesta y post-puesta es muy similar, siendo el número de lípidos polares mayor que el número de lípidos neutros.

Se puede concluir que, el contenido de lípidos en los distintos órganos estudiados se hace máximo en la época de puesta, para luego descender hasta valores cercanos a los que se tenían en la época de pre-puesta.

La variación del índice gonadosomático, tanto en machos como en hembras, sigue una pauta muy similar. Desde noviembre comienza a aumentar hasta hacerse máximo en el mes de marzo (época de puesta) y comienza a disminuir en el mes de abril, hasta hacerse nulo en julio.

Lo mismo ocurre con la variación del índice hepatosomático en hembras y machos salvajes, comienza a aumentar en noviembre, haciéndose máximo en febrero para los machos y en marzo para las hembras. Después de hacerse máximo, comienza a disminuir hasta hacerse nulo en julio.

El contenido de ácidos grasos del lípido total de gónada e hígado en hembras de sargo salvaje y cultivado tomadas en el mes de febrero, indican que:

- Contenido de ácidos grasos saturados en gónada, músculo y cerebro es mayor en los sargos cultivados que en los salvajes, al igual que ocurre en el hígado, si bien, en este segundo caso, las diferencias no son tan marcadas.
- Por el contrario, el contenido de ácidos grasos saturados en el hígado es mayor en sargos salvajes que en sargos cultivados.
- El contenido de ácidos grasos de cadena larga altamente insaturados (20:5n-3, 20:4n-6) son mayores en todos los órganos analizados, gónada, hígado, músculo y cerebro, de los sargos mantenidos en cautividad que de los sargos salvajes.
- Por el contrario, el contenido de éstos ácidos grasos de cadena larga altamente insaturados (20:5n-3, 20:4n-6) son mayores en los huevos fecundados obtenidos a partir de hembras de sargo salvaje que de los huevos fecundados obtenidos a partir de hembras de sargo cultivados.

El contenido de ácidos grasos de lípidos totales en huevos fecundados, normalmente es mayor en los huevos procedentes de hembras de sargos salvajes que en los huevos procedentes de hembras de sargos cultivados.

### **Conclusiones:**

Los resultados indican la existencia de diferencias importantes en la composición lipídica y ácidos grasos entre sargos salvajes y cultivados, siendo estas diferencias atribuidas a la diferente composición de estos ácidos grasos en la dieta natural y el pienso comercial. Por esto, se pone de manifiesto que los piensos que se comercializan para el engorde de dorada empleados en este estudio, resultan inadecuados para el cultivo del sargo. Principalmente las proporciones de ciertos ácidos grasos esenciales como el icosanpentaenoico (EPA) y el araquidónico (AA) en el pienso de dorada parecen inadecuados. Considerando que estos ácidos grasos están implicados en un amplio rango de funciones fisiológicas, incluyendo crecimiento, reproducción, osmorregulación y control neural, la correcta proporción de los mismos en la dieta es un factor importante que debe ser tenido en cuenta a la hora de elaborar las dietas.

Teniendo en cuenta que el perfil de ácidos grasos de las gónadas y huevos es un reflejo del perfil de ácidos grasos de los lípidos de la dieta de reproductores, los resultados sugieren que la proporción de ciertos ácidos grasos en la dieta comercial de dorada, principalmente del 20:5n-3 y 20:4n-6, no es adecuada para la alimentación del sargo.

### OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

#### **Comunidad Autónoma de Murcia:**

- **1997:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Primer año.
- **1998:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Segundo año. (Continuación de años anteriores).
- **1999:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Segundo año. (Continuación de años anteriores).

### COMENTARIOS FINALES.

El sargo blanco, *Diplodus sargus*, es una especie omnívora apta para la acuicultura. Pero se debe buscar otro tipo de pienso para su alimentación, distinto al que se usa en la alimentación de las doradas ya que una proporción inadecuada de determinados ácidos grasos (20:5n-3 y 20:4n-6) afecta a la calidad de la puesta y al desarrollo larvario de esta especie.

### DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Comunicación presentada en el VIII Congreso Nacional de Acuicultura, celebrado en Santander: "Valoración de las necesidades lipídicas del sargo, *Diplodus sargus*, mediante el estudio comparado de gónadas de hembras salvajes y cultivadas".

Comunicación presentada en el AQUACULTURE EUROPE 2001 celebrado en Trondheim, Noruega: "Lipid and fatty acid composition of liver, gonads and muscle from wilder and farmed morocco white seabream (*Diplodus sargus cadenati*)".

Publicación para la revista AQUACULTURE, "Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of white seabream (*Diplodus sargus*)".

Trabajo presentado en el IX Congreso Nacional de Acuicultura "Valoración de las necesidades lipídicas del sargo (*Diplodus sargus*) mediante el análisis de la composición corporal de ejemplares salvajes".

## **7. PROYECTO: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ENGORDE DE BOCINEGRO (*Pagrus pagrus*) EN DOS SISTEMAS DIFERENTES DE CULTIVO: JAULAS OCEÁNICAS Y TANQUES DE TIERRA.**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1998

Finalización del plan: 1999

### **OBJETIVOS:**

El objetivo general del proyecto es aportar información sobre las técnicas de cultivo del bocinegro, *Pagrus pagrus*. Su finalidad es completar la información disponible sobre esta especie para la acuicultura, realizando y controlando la primera experiencia de engorde de bocinegro en jaulas flotantes. Se pretende además iniciar la transferencia de los resultados previos de investigación a las empresas del sector.

Los objetivos concretos que se persiguen con este proyecto son:

- Comprobar la viabilidad del crecimiento de bocinegro en jaulas flotantes oceánicas, estableciendo los parámetros de engorde de esta especie (supervivencia, crecimientos, índices de conversión del alimento, etc) desde la fase alevín (15 g) hasta la obtención de la talla comercial (300 g).
- Comparar el rendimiento biológico que se obtiene en el engorde de bocinegro con dos sistemas de cultivo: jaulas flotantes oceánicas y tanques de tierra.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Instituto Español de Oceanografía.

Centro: Centro Oceanográfico de Canarias.

Departamento: Departamento de Cultivos Marinos.

### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Juana Rosa.

Apellidos: Cejas Pullido.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El proyecto se lleva a cabo en dos lugares diferentes. La jaula oceánica se encuentra fondeada en las instalaciones de la empresa Cultivos Marinos Teide S.L. en Los Cristianos (Tenerife). Los tanques de tierra se encuentran situados al aire libre en las instalaciones del Centro Oceanográfico, en Santa Cruz de Tenerife.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

Se realizan experiencias de engorde de bocinegro por duplicado en dos temporadas sucesivas (1998-1999). En cada experiencia se utiliza una jaula fondeada en el mar y un tanque situado en tierra. Se estudia el crecimiento de los peces, controlando los parámetros de engorde (supervivencia, crecimiento, índices de conversión del alimento, etc) y comparando los resultados obtenidos en ambos sistemas de cultivo.

La producción de alevines de bocinegro se realiza en la Planta de Cultivos Marinos del Centro Oceanográfico de Canarias. En la época de puesta se recogen e incuban huevos fecundados procedentes de un lote de reproductores mantenido en las instalaciones desde 1995. Posteriormente se lleva a cabo el cultivo larvario aplicando técnicas semiextensivas desarrolladas en el mismo Centro, y se obtienen los alevines necesarios para realizar las experiencias del presente proyecto.

Cuando los ejemplares alcanzan los 60 g de peso, se seleccionan 3.000 peces, que se dividen en 2 lotes de 1.500, para ser estabulados en la jaula y en el tanque respectivamente.

La densidad inicial de las pruebas de engorde en ambos casos, jaula y tanque, es de 0,45 Kg/m<sup>3</sup>. Los ejemplares se alimentan con pienso comercial para dorada.

Mensualmente se realiza el muestreo de peces vivos bajo anestesia, empleando clorobutanol. Se toman datos de talla y peso de una muestra representativa de la población. Diariamente se toman datos de temperatura y se controla la ingesta de alimento. Se lleva un registro de la mortalidad, patologías y tratamientos aplicados.

### Resultados:

La **fase de cultivo larvario y preengorde** se lleva a cabo en la Planta de Cultivos del Centro Oceanográfico. La siembra de larvas de 1999 se realiza en febrero y la de 1998 en marzo. Sin embargo, los alevines producidos en 1998 alcanzan antes los 20 g de peso medio. La menor tasa de crecimiento que se observa en 1999 se atribuye a temperaturas excepcionalmente bajas que se registran este año durante el invierno, poco habituales en las playas de Canarias. Por otra parte, la mayor supervivencia durante esta fase de producción se registra en 1999.

La **primera etapa de engorde (5 a 60 g)** se realiza en los tanques situados al aire libre en la Planta de Cultivos Marinos del Centro Oceanográfico. Son los peces sembrados en 1998 los que alcanzan con mayor rapidez los 60 g de peso. El principal problema que afecta a esta etapa es la mortalidad debida al canibalismo. Cuando los peces alcanzan los 60 g se forman dos lotes que se estabulan en un tanque al aire libre y en una jaula flotante.

La **fase de engorde** se lleva a cabo con dos lotes, uno situado en un tanque al aire libre y otro situado en una jaula flotante oceánica. Se observa tanto en tanques de tierra como en jaulas flotantes, que los peces estabulados con 60 g de peso medio, alcanzan la talla comercial (350 g) en un periodo de 12 meses. El mayor crecimiento se obtiene en la jaula flotante en la experiencia realizada en 1998. Lamentablemente, estos resultados obtenidos no se pueden confirmar en 1999

porque la empresa colaboradora no pudo atender de forma satisfactoria la jaula en la que se encontraban estabulados los ejemplares por causas ajenas al proyecto. De todas maneras se puede decir que se han formulado dos ecuaciones, a raíz de los resultados de las experiencias llevadas a cabo, que relacionan la talla y el peso en el engorde del bocinegro según se encuentren en tanques o en jaulas:

Tanques:	$W = 0,0138T^{3,2524}$	$R^2=0,99$
Jaulas:	$W = 0,0235T^{3,0562}$	$R^2=0,98$

Comparando el crecimiento del bocinegro con la dorada hasta los 250 g de peso medio, se concluye, que este crecimiento es similar. A partir de este momento, el engorde de bocinegro se ralentiza de forma que tarda casi un mes en alcanzar la talla comercial. De la misma forma, la dorada alcanza los 600 g a los 24 meses de edad, mientras que el bocinegro no los alcanza hasta los 28 meses de edad.

### **Conclusiones:**

Un descenso de la temperatura durante el cultivo larvario se asocia a menores crecimientos y mayores supervivencias.

Los resultados de engorde de bocinegro se consideran satisfactorios, y son comparables a los que se obtienen con la dorada en condiciones similares de cultivo, al menos hasta los 250 g de peso medio.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Comunidad Autónoma de Canarias:**

- **1994-96:** Estudio sobre la reproducción y cultivo larvario del bocinegro (*Pagrus pagrus*) como nueva especie susceptible de cultivo.
- **1997-99:** Estudio de la fase de engorde del bocinegro (*Pagrus pagrus*) como nueva candidata para la acuicultura.

#### **Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1998:** Estudio del proceso productivo de nuevas especies (mero y pargo)

### **COMENTARIOS FINALES.**

Este proyecto se considera complementario de otros proyectos llevados a cabo sobre bocinegro. Aunque el conjunto de las investigaciones realizadas han permitido establecer las técnicas básicas aplicables al cultivo de esta especie, aún es necesario estudiar varios aspectos que pueden limitar las perspectivas de bocinegro de cara a su cultivo comercial.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Publicación en el VII Congreso Nacional de Acuicultura en Las Palmas de Gran Canaria en 1999: "Resultados preliminares de engorde del Bocinegro".

Publicación en el VIII Congreso Nacional de Acuicultura en Santander en 2001: "Resultados definitivos de engorde de bocinegro".

## CAPÍTULO VIII: C.A. CANTABRIA

### 1. PROYECTO: TÉCNICAS DE CULTIVO EN LA DIVERSIFICACIÓN DE ESPECIES: “APLICACIÓN AL BESUGO (*Pagellus bogarveo*) EN CANTABRIA”

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1995  
Finalización del plan: 1998

#### OBJETIVOS:

El objetivo principal de este proyecto es optimizar y ampliar las técnicas actuales sobre el cultivo de esta especie en sus aspectos de cría larvaria y engorde para su posible paso posterior a fase de explotación industrial.

En concreto se abordarán los siguientes objetivos:

#### 1- *Reproducción:*

- 1.1- Inducción a la puesta mediante manipulación en el fotoperiodo.
- 1.2- Determinar la temperatura límite máxima para la reproducción.

#### 2- *Cultivo larvario:*

- 2.1- Determinar el efecto de la densidad de presa y densidad larvaria en la supervivencia.
- 2.2- Determinar el efecto de microencapsulados a través de presas vivas o en situación de estrés.

#### 3- *Desarrollo de técnicas de preengorde / engorde:*

- 3.1- Determinación de una temperatura óptima en el preengorde de alevines.
- 3.2- Determinación de la densidad (carga) óptima de cultivo.
- 3.3- Diseño de dietas de preparación de piensos secos.

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Ganadería, Agricultura y Pesca.  
Centro: Dirección Regional de Pesca y Alimentación.  
Departamento: Servicio de Actividades Pesqueras y Lab. de Sanidad Animal.  
Organismo: Instituto Español de Oceanografía.  
Centro: Centro Oceanográfico de Santander.  
Departamento: Planta y Cultivos “El Bocal”



### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Carlos.  
Apellidos: Fernández Pato.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

Se dispone de las nuevas instalaciones de cultivos del Instituto Español de Oceanografía en El Bocal además de sus laboratorios y los propios de la Consejería de Ganadería, Agricultura y Pesca de Cantabria.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología:**

#### **Reproducción**

Basándose en fotoperiodos ensayados en otras especies (dorada, lubina, rodaballo), se prueban fotoperiodos alrededor de 16/8 horas de luz/oscuridad para comprobar el efecto sobre la maduración gonadal de los individuos y la puesta. Se utiliza como grupo de referencia un stock sometido a fotoperiodo natural regulado por fotocélula exterior, con la misma cantidad de luz con la que se han obtenido puestas viables hasta el momento y el mismo tipo de alimentación.

Simultáneamente, tres grupos próximos o al comienzo de la maduración gonadal son mantenidos, uno a temperatura ambiente (15/16 °C), otro entre 18/19 °C y el último a temperatura de 20/21 °C, comprobándose si se continúa la maduración gonadal y si se realizan puestas.

Se comprueban los porcentajes de las tasas de eclosión de viabilidad, y los porcentajes del número de huevos obtenidos.

#### **Cultivo larvario**

Basándose en densidades ya ensayadas y en secuencias alimentarias conocidas, se aumenta la densidad de larvas por litro, probando densidades que pueden ser 50 y 100 larvas por litro iniciales, tomando como grupo control una densidad de 25 larvas por litro. En cuanto a las densidades de presa, se utilizan densidades de artemia de 30 y 40 por ml con el fin de comprobar el efecto del canibalismo.

Se forman 12 grupos de ensayo contando con un replicado por grupo.

De los conocimientos que se han obtenido en experiencias anteriores sobre el uso de microencapsulados, éstos son ensayados en función de la disponibilidad de tamaños de particulados, como único alimento contra alimento vivo.

#### **Desarrollo de técnicas de preengorde / engorde**

Los rangos de temperaturas para selección de la más adecuada para el preengorde / engorde son en torno a los 16, 18, 20 y 22°C. Estas temperaturas a su vez son combinadas con distintas densidades de cultivo (10, 15 y 20 Kg/m<sup>3</sup>). Por lo tanto se forman 24 grupos y se toma como grupo de control aquel de menor densidad, en cualquiera de las temperaturas.

Tras la formulación de dietas y fabricación de los piensos correspondientes, éstas se valoran en orden a su respuesta al crecimiento.

#### Resultados año 1995:

Se efectúa la captura y adquisición de 600 ejemplares para estabularlos como reproductores. En este primer año se quiere comprobar como los ejemplares se acondicionan a la cautividad, por lo que se les somete a fotoperiodo natural regulado por fotocélula. Además, los ejemplares son alimentados una vez al día *ad libitum*, cinco días a la semana con el fin de evitar engrasamientos de órganos internos.

Por lo tanto, se establecen cuatro grupos de 150 individuos con una media de peso individual de  $23,1 \pm 9,8$  g que se instalan en sendos tanques de PRFV circulares de  $5 \text{ m}^3$  de volumen útil. A los 6 meses los individuos de los cuatro tanques alcanzan un peso medio cercano a los 95 g.

En la siguiente tabla se muestra la composición del pienso y de los individuos:

<b>Contenidos corporal y del pienso (% sobre peso seco)</b>		
	<b>Composición pienso</b>	<b>Composición corporal</b>
<b>Proteína</b>	66,52	71,74
<b>Grasa</b>	10,83	22,36
<b>Hidratos de carbono</b>	8,9	1,08
<b>Cenizas</b>	13,75	4,82
<b>Humedad</b>	40,25	71,88

#### Resultados año 1996:

##### *Reproducción*

Se constituye un stock de reproducción basado en capturas de ejemplares salvajes. El stock se somete a fotoperiodo en depósitos rectangulares de  $14$  y  $35 \text{ m}^3$  con renovación continua de agua e iluminación en superficie de  $500 \text{ lux}$ . La alimentación se basa en pescado y calamar troceados y mezclados con premix vitamínico mineral. Quince días al mes se suplementa el alimento con vitamina C en dosis de  $0,5 \text{ g/Kg}$  de peso vivo de pez como atenuante del estrés y para aumentar su resistencia inmunológica.

Se obtienen puestas espontáneas durante el periodo de abril – mayo, con una temperatura del agua de  $15 - 16^\circ\text{C}$ . Estas puestas son recogidas en superficie a través de un aliviadero. Los huevos viables son transparentes, isométricos con una gota de  $0,260 \pm 0,001 \text{ mm}$  de diámetro y  $1,1-1,2 \pm 0,001 \text{ mm}$ . El estado de fecundación que con mayor porcentaje se obtiene es el de mórula cuando los huevos son recogidos.

##### *Cría larvaria*

Las larvas al nacer, tras  $60^\circ\text{D}$  (resultado de multiplicar la media de la temperatura por el desarrollo en días), miden  $2,6 \pm 0,1 \text{ mm}$  y tienen un peso seco de  $0,06 \text{ mg}$ , al cabo de  $50^\circ\text{D}$  abren la boca con una talla de  $3,7 \text{ mm}$  y un peso seco de  $0,07 \text{ mg}$  comenzando a ingerir alimento exógeno (rotíferos).

Comienzan a ingerir *Artemia*, cuando las larvas tienen una talla de 5,5 mm, que se corresponden con 0,16 mg en peso seco a los 326°D. Se alcanza una talla de 7,3 mm y un peso seco de 0,3 mg a los 725°D, momento en el que comienza el destete.

### **Desarrollo de técnicas de preengorde / engorde**

Con el fin de valorar el posible efecto de la temperatura en el crecimiento en peso, durante el primer semestre del año 1997, se acondicionan 4 lotes de 30 individuos de besugo cada uno, con una media de peso de 60 g en depósitos circulares de 2500 l con renovación continua de agua y sometidos a diferentes temperaturas, 19°C, 21°C y 23°C todas ellas termorreguladas con una precisión de  $\pm 1^\circ\text{C}$  en un circuito de agua de mar calentada mediante un intercambiador de calor.

El cuarto grupo, grupo control, se mantiene a temperatura ambiente entre 14 y 19°C. El experimento finaliza en el momento en el que el grupo control alcanza los 19°C, oscilando la media de los pesos finales entre 180 y 225 g.

El grupo sometido a 19°C es el que presenta un mayor crecimiento en peso con un correspondiente mayor crecimiento específico, lo que sugiere que es ésta temperatura la más idónea. Temperaturas superiores a ésta, 21°C, arrojan peores resultados, empeorando aún más el crecimiento al alcanzar los 23°C. El grupo control muestra un incremento en el crecimiento específico que coincide con el periodo en que se alcanza esa temperatura en el agua.

El grupo control incrementa su crecimiento cuando la temperatura ambiente alcanza los 10°C; el grupo sometido a 19°C crece un 20,2% más que el control. El grupo de 21°C incrementa su peso en un 14,7% con respecto al control y sin embargo el grupo de 23°C crece un 30% menos que el grupo control.

En el segundo semestre se da comienzo una experiencia sobre alimentación de juveniles con cinco grupos de 150 individuos cada uno, con un peso medio de 150 g. Todos los grupos se alimentan con el mismo pienso base al cual se le adicionan los aminoácidos lisino, metionina y cistina y un núcleo vitamínico mineral. En la siguiente tabla se muestra la composición cualitativa y cuantitativa de las diferentes dietas:

	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 4</b>	<b>Grupo 5</b>
<b>Lisina</b>	2,69 % (Cb) <sup>2</sup>	3,64%	3,64%	Cb	Cb
<b>Metionina</b>	1,23% (Cb)	1,75%	1,75%	Cb	Cb
<b>Cistina</b>	4,42% (Cb)	5,18%	5,18%	Cb	Cb
<b>Zinc</b>	CbP <sup>3</sup>	CbP	CbP	CbP	CbP+20 mg
<b>Manganeso</b>	CbP	CbP	CbP	CbP	CbP+12 mg
<b>Selenio</b>	-	-	-	-	2 mg
<b>Ác. Fólico</b>	CbP	CbP	CbP+1 mg	CbP+1 mg	CbP
<b>Vitamina A</b>	CbP	CbP	CbP+5 g <sup>4</sup>	CbP+.5 g	CbP
<b>Vitamina E</b>	CbP	CbP	CbP+6 g	CbP+.6 g	CbP+.6 g
<b>Vitamina B<sub>12</sub></b>	CbP	CbP	CbP+.1 mg	CbP+.1 mg	CbP

Siendo:

Cb: Contenido basal en el pienso estándar.

CbP: Contenido basal del premix vitamínico mineral estándar.

1g = 1.000.000 U.I., expresadas en actividad de  $\beta$ -caroteno.

El objetivo de estas dietas experimentales es comprobar el efecto que puede tener un incremento de aminoácidos, vitaminas y minerales en la alimentación sobre el crecimiento y composición corporal del besugo.

Los resultados obtenidos en este año son muy preliminares y no permiten sacar conclusiones. Los piensos suplementados parecen mostrar un efecto positivo en el crecimiento, tanto en éste como en otros aspectos de pigmentación, anomalías, etc.

Los pesos medios alcanzados y la media de aquellos individuos que superan esa media (50% de la población) se muestran en la siguiente tabla:

	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 4</b>	<b>Grupo 5</b>
<b>Media peso (g)</b>	270	310	292	291	292
<b>Media 50% superior (g)</b>	310	350	328	325	344

Los ejemplares alcanzan en un periodo de 20 meses, desde el inicio del engorde, los 275 g de peso y los 24 cm de longitud; un 50% de la población alcanza una media de 210 gramos. La mortalidad acumulada en éste periodo es de un 5% considerando el factor de estrés que supone manipularlos para muestreos periódicos.

#### **Resultados año 1997:**

##### **Cultivo larvario**

Se obtienen puestas espontáneas a partir del mes de febrero con un volumen de puesta total de 8.200 cc, de los cuales la fracción de huevos fecundados es de 1.845 cc, es decir, un 22,4% de los mismos a los tres meses de puesta.

##### **Alevines - juveniles**

A partir del destete, los alevines son alimentados con un pienso fabricado a base de harina (45%), pescado (45%), calamar y crustáceos (10%), al que se le añade 2 gramos por kilo de pienso del complemento vitamínico – mineral PREMIX ESTÁNDAR.

Los crecimientos específicos que se obtienen son:

- De 0,5 a 3 gramos: 5,1% siendo su índice de conversión de 0,9:1.
- De 3 a 15 gramos: 2,12% siendo su índice de conversión de 1:1.
- De 15 a 60 gramos: 1,9% siendo su índice de conversión de 1,3:1.
- De 60 a 125 gramos: 1,3% siendo su índice de conversión de 1,7:1.

- De 125 a 250 gramos: 0,9% siendo su índice de conversión de 2:1.
- De 250 a 500 gramos: 0,7% siendo su índice de conversión de 2,6:1.

En 28 meses se alcanza desde 0,5 gramos una media de 460 gramos y una media de aquellos que más crecen ( $\pm 50\%$ ) de 650 gramos.

Se designan cinco grupos de 75 ejemplares cada uno, con sus correspondientes duplicados, con una media de peso de 125 gramos, todos ellos en iguales condiciones de cultivo a los que se les suministran las dietas reflejadas en la siguiente tabla:

Grupo	Pienso	AA	NB1 (g)	NB2 (g)	NM (g)	VIT. E (g)
1	Estándar	-	2,5	-	-	-
2	Estándar	Metionina lisina cistina	2,5	-	-	-
3	Estándar	Metionina lisina cistina	-	1	-	-
4	Estándar	-	2,5	-	1	-
5	Estándar	-	-	1	-	1.2

Siendo:

- AA: Aminoácidos.
- NB1 – NB2 – NM: Núcleos de vitaminas y minerales.

Los crecimientos específicos son:

- Grupo 1: 0,2%
- Grupo 2: 0,16%
- Grupo 3: 0,18%
- Grupo 4: 0,18%
- Grupo 5: 0,18%

Al final del periodo de 1997, se detecta una infección bacteriana generalizada en todos los tanques del tipo de las Gram +, estreptococo y estafilococo, que son atajadas aunque la infección produce muchas bajas.

#### **Resultados año 1998:**

##### **Cultivo larvario**

El periodo de puesta comienza a finales de marzo de 1999, con temperaturas de  $12,5 \pm 0,5$  °C, acabando a finales de mayo ( $16,8 \pm 0,5$  °C) siendo el volumen total de puesta 40% inferior al año anterior.

El amonio registrado a diario se mantiene en  $0,01 \pm 0,01$  mg/l, alcanzando en ocasiones picos de 0,3 mg/l, lo cual es causa de gran mortalidad larvaria. El contenido en oxígeno disuelto se mantiene en niveles de 80-90% y la temperatura del agua en  $18 \pm 0,5$  °C.

Se suministra alimento microencapsulado y microparticulado durante los periodos de renovación de agua desde el séptimo día de cultivo. El tamaño del microencapsulado varía de 80 a 800 micras.

La talla media de las larvas a la apertura de la boca es de 4,15 mm acabando la fase larvaria con 90 mg de peso (húmedo) y 19 mm; los alevines alcanzan un peso medio de  $36 \pm 16$  g.

### **Engorde**

Los alevines obtenidos en años anteriores se someten a una alimentación con una dieta semihúmeda estándar, presentando un peso medio de  $622,63 \pm 109,89$  gramos. Los individuos que tienen un crecimiento superior a este peso, alcanzan un peso medio de  $713,42 \pm 53,01$  g, y son los seleccionados como reproductores, esperando que realicen la puesta a lo largo del año 1999.

Se captura un grupo de ejemplares de besugo salvaje en el Mediterráneo, sometiéndoles a las mismas condiciones de cultivo con la misma alimentación. Al comienzo de la experimentación la media del peso de los individuos es de 24,45 gramos, mientras que el peso de los individuos nacidos en cautividad es de 23,6 gramos; los ejemplares que sobrepasan estos pesos, en uno y otro caso, alcanzan una media de 29,78 gramos y 30,27 gramos respectivamente. Ambos grupos alcanzan en el mismo periodo de tiempo 622,63 gramos y 559 gramos respectivamente.

A lo largo de este año, se prueba un pienso seco comercial en forma granulada, de la firma Trouvit que contiene un 6% de humedad. Los alevines admiten esta dieta alrededor de cuatro meses, habiéndola de reemplazarla por el alimento estándar (40% de humedad) del laboratorio, ya que rechazan la comida, presentando bajas conversiones y un mayor engrasamiento visceral.

Durante 1999 tienen lugar dos episodios infecciosos que causan elevadas mortalidades. La primera de las infecciones es causada por *Estreptococo* entre febrero y finales de abril, causando una mortalidad de un 23%. La segunda de las infecciones, es causada por *Pasteurella* en los meses de verano (de junio a agosto) debido a las elevadas temperaturas, causando una mortalidad que varía entre un 13% y un 6,8%.

### **Conclusiones:**

Se establece el crecimiento hasta la talla considerada como comercial a una temperatura ambiente.

El inicio de la puesta tiene lugar en el mes de Febrero con una temperatura de unos 12,8°C, interrumpiéndose al comienzo de Mayo con temperaturas de unos 15°C.

El crecimiento del besugo produce crecimientos muy semejantes independientemente del área geográfica de donde proceda; sin embargo, la temperatura sí que es un parámetro que afecta directamente al crecimiento, produciéndose los mejores crecimientos en el intervalo de temperatura comprendido entre los 16°C y los 19°C.

Es necesario la optimización del cultivo larvario de esta especie así como la nutrición de la misma en su fase de engorde.

Las patologías presentadas en el cultivo del besugo son desconocidas, por lo tanto su diagnóstico, descripción y tratamiento han sido de gran importancia.

#### **COMENTARIOS FINALES.**

La escasez de puestas, en cuanto a volumen se refiere y la baja proporción de óvulos fecundados, indica que el stock de reproductores debe ser aumentado, de la misma manera que debe ser aumentado el stock con ejemplares salvajes.

El Centro Oceanográfico de Santander ha sido el primero en introducir el besugo, *Pagellus bogaraveo*, como especie cultivable industrialmente.

#### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Póster presentado en el año 2000 en el Congreso "Aqua 2000" celebrado en Niza (Francia).

"Culture of Black Spot Seabream (*Pagellus bogaraveo*): Parameters of growth to market size. Effects of different temperature and diets". Publicado en el número 28 de la revista European Aquaculture Society.

## CAPÍTULO IX: C.A. CATALUÑA

### 1. PROYECTO: ESTUDIO DE LA BIOLOGÍA DEL MERO (*Epinephelus guaza*) y POSIBILIDADES DE CULTIVO

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1992  
Finalización del plan: 1995

#### OBJETIVOS:

- Evaluación de las poblaciones de diferentes lugares donde se está produciendo una nueva colonización natural (l'Emporda, Maresme, Baix Ebre y Montsià).
- Evaluación de las posibilidades de repoblación con ejemplares producidos (50 – 80 gr.). Preadaptación y seguimiento.
- Posibilidades de engorde de esta especie en cautividad hasta el tamaño comercial 1,5 – 2 Kg.

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Generalitat de Catalunya.  
Centro: Laboratorio de acuicultura.  
Departamento: Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: F.  
Apellidos: Castelló Orvay.

#### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Este proyecto se realiza en diferentes instalaciones que se irán enumerando a lo largo de la descripción de los distintos estudios que se realizan con el mero.

#### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

Se realizan varios estudios que a continuación se pasan a describir.

#### 1º- Biología en la naturaleza. Reproducción.

##### Metodología:

El estudio de reproducción del mero en la naturaleza se hace mediante cuatro métodos:

- 1.- Relación del índice hepatosomático con el gonadosomático.

Estos índices ayudan a conocer la época de puesta de los meros, pues en la época de puesta, el peso del hígado se reduce mucho porque todas las reservas acumuladas en este órgano pasan a formar parte de la reserva de los óvulos.



## 2.- Estudio histológico de las gónadas.

Se utiliza para conocer el estado gonadal después de la puesta y como afecta este estado a las hembras de diferente peso. A su vez, también se puede saber si la producción de óvulos se produce de una manera constante a lo largo del año o si por el contrario, se producen todos en la misma época.

## 3.- Estudio macroscópico de las gónadas.

La no existencia de óvulos en las gónadas femeninas y el tamaño reducido de las gónadas masculinas, es lo que nos determina la época de puesta del mero.

4.- Comparación del peso de ejemplares del estudio con el peso de ejemplares reproductores de la bibliografía.

### **Resultados 1992-93:**

Parte de los meros analizados en el laboratorio provienen de campeonatos de pesca submarina en Mallorca, Menorca, Almería y Cadaqués.

En Mallorca, el 90% de los peces capturados son potencialmente reproductores en función de las tallas alcanzadas. De estos un 10% son hembras (4-8 Kg), mientras que el restante 80% podrían ser indistintamente hembras, machos ya diferenciados o estadios intersexuados. En Menorca esta relación es de un 54% y un 25% respectivamente.

En Almería sólo hay un 13% de hembras y ningún macho.

En Cadaqués un 16% podría ser de un sexo o de otro ya que el 84% restante corresponde a individuos de tallas inferiores a las consideradas mínimas para la maduración sexual.

### **Resultados 1994:**

Se pescan un total de 36 meros de la especie que nos ocupa; 15 de 36 de estos individuos son potencialmente reproductores, 7 son potencialmente machos y 8 hembras.

### **Conclusiones:**

Los meros estudiados se capturan en el mes de octubre.

El valor del índice hepatosomático es mínimo, alrededor de 0,8 cuando el pez acaba de liberar sus gametos y comienza a aumentar después de la puesta. El valor del índice hepatosomático para un grupo de ejemplares hembras es 1,38, llegándose a estos valores dos o tres meses después de la puesta.

El valor mínimo que puede alcanzar el índice gonadosomático de esta especie es de 0,22, valor alcanzado dos o tres meses después de la puesta y que ha sido el valor obtenido.

El examen macroscópico de las gónadas concluye que los peces tienen una puesta estival en las costas mediterráneas ya que, todas las gónadas de las hembras aparecen sin óvulos en su interior y las gónadas de los machos son de tamaño muy reducido.

En conclusión, todos los métodos señalan de una manera definitiva que la época de reproducción de esta especie es finales de julio y agosto.

## **2º- Biología en la naturaleza. Biología alimenticia.**

### **Metodología:**

La biología alimenticia de los meros es de gran importancia debido a dos motivos:

- Conociendo la alimentación natural de los meros se pueden buscar los lugares más apropiados para buscar repoblaciones.
- Fabricación de piensos o alimentos para una posible producción.

El estudio de alimentación de esta especie resulta complicado debido a la rapidez que esta especie tiene en digerir los alimentos.

Los restos alimenticios encontrados en los estómagos de los meros han determinado que se alimentan mayoritariamente de otros peces, de crustáceos y de cefalópodos.

### **Resultados:**

De un total de 111 individuos examinados se han llegado a los siguientes resultados:

- Con una frecuencia de 17,1% aparecen estómagos vacíos.
- Con una frecuencia de 30,1% aparecen cefalópodos en los estómagos de los meros.
- Con una frecuencia de 32,5% aparecen peces en el estómago de los meros.
- Con una frecuencia de 20,3% aparecen crustáceos en los estómagos de los meros.

Según el individuo capturado es de mayor tamaño, aumenta el número de presas encontradas en su estómago.

### **Conclusiones:**

El mero es una especie depredadora, que ingiere las presas enteras y básicamente, su dieta está constituida por moluscos cefalópodos, crustáceos decápodos y diferentes especies de peces. Esto indica un régimen alimenticio con unos requerimientos energéticos altos.

## **3º- Biología en la naturaleza. Dinámica de las poblaciones.**

### **Metodología 1992 (Sector Maresme):**

Durante los meses de Febrero, Marzo y Mayo se realizaron salidas al Maresme al menos dos veces en semana.

En 1992 la recolección de alevines se realizó tanto en mar abierto, aprovechando los trabajos de extracción de los colectores de semilla de ostras, como haciendo inmersiones en el agua y también en el puerto de Premià.

Se capturaron 190 individuos que fueron anestesiados, pesados y medidos en el laboratorio, procediéndose a agruparlos por peso y talla.

#### **Resultados 1992 (Sector Maresme):**

Las capturas relativas al mes de **marzo** dan unos valores medios de 7,04 gr. de peso y 5,89 cm de talla.

La dispersión de pesos va desde un mínimo de 0,83 gr. hasta un máximo de 17,7 gr. siendo el peso más frecuente el de los alevines comprendidos entre los 5 y 6 gr.

La dispersión de tallas va desde un mínimo de 3,5 cm hasta un máximo de 7,75 cm, siendo la talla más frecuente la comprendida entre 5,25 y 5,5 cm.

Las capturas relativas al mes de **mayo** dan unos valores medios de 7,19 gr. de peso y 8,05 cm de talla.

La dispersión de pesos va desde un mínimo de 8 gr. hasta un máximo de 42 gr. siendo el peso más frecuente el de los alevines comprendidos entre los 14 y 16 gr.

La dispersión de tallas va desde un mínimo de 6,5 cm hasta un máximo de 11,5 cm, siendo la talla más frecuente la comprendida entre 7,75 y 8,25 cm.

#### **Conclusiones 1992 (Sector Maresme):**

- Las poblaciones de alevines del Maresme que se han estudiado son ejemplares de edad entre 6 y 8 meses.
- Los alevines capturados pertenecen a la misma generación.
- La presencia de individuos de pesos inferiores a los 5 gr. y de poco más de 5 cm hacen dudar de la pronta inmigración a las costas norte africanas como único lugar de reproducción del mero.

#### **Metodología 1993 (Sector Maresme):**

Se han realizado tres campañas en Premià, la primera de ella en los meses de mayo y junio, consistente en sacar los rollos de las estructuras y subirlos a la superficie para observar la aparición de meros. No apareció ningún mero por lo que la técnica se abandono.

La segunda campaña se hizo en julio, intentándose la captura de meros con anestésicos, salabardos y nasas, capturándose 9 meros con anestésicos y 3 con nasas.

La tercera campaña se realizo en septiembre y octubre, creándose 30 pequeñas nasas para la captura de meros pequeños. No se capturó ningún mero.

### **Resultados y conclusiones 1993 (Sector Maresme):**

El número de meros capturados es muy bajo debido principalmente a los métodos que se utilizan para capturarlos.

No se han sacado conclusiones debido a que los resultados no fueron satisfactorios.

### **Metodología 1994 (Sector Maresme):**

La campaña de captura de alevines fue durante los meses de marzo y abril aprovechando los trabajos de extracción de los colectores de semilla de ostra.

### **Resultados y conclusiones 1994 (Sector Maresme):**

Después del examen de 200 estructuras sólo se encontraron 5 meros. La razón de captura de un número tan bajo de meros hay que buscarla en el método de extracción de estructuras.

Los resultados obtenidos no han sido satisfactorios debido a que no permiten realizar ningún análisis estadístico.

### **4º- Experiencias en cautividad. Crecimiento y eficiencia alimenticia.**

#### **Metodología:**

El experimento se realizó a lo largo de 450 días divididos en tres periodos consecutivos de 90, 162 y 198 días en los cuales, se utilizaron stocks de ejemplares de mero diferentes.

En cada periodo el stock se dividió en dos réplicas similares en cuanto al número de individuos y peso total.

En el primer periodo el número inicial de peces fue de 56 con un peso medio de 7,1 gr.

En el segundo periodo el número de peces inicial fue de 48 con un peso medio de 25,2 gr.

En el tercer periodo el número inicial de peces fue de 44 con un peso medio inicial de 96 gr.

Se distribuyó a los peces alimento seco granulado (EWOS S.A.) *ad libitum*, a razón de una vez al día, excepto el día antes de la muestra. El nivel de proteína en el pienso era del 49% y la humedad máxima del 13%.

Los peces fueron estabulados en tanques de 500 l, en circuito cerrado y filtrado a razón de 880 l/h por tanque. Cada 15 días se producía la renovación completa del agua.

Todas las muestras estuvieron sometidas a un fotoperiodo de 15 hL:9hO, la temperatura del agua era de  $24 \pm 1,9$  °C. La salinidad fue mantenida en 35.

Cada 15 días se anestesian a los peces para tomar el valor del peso, longitud estándar, longitud cefálica, altura cefálica y altura máxima.

**Resultados:**

El incremento de peso en estos tres periodos fue de 7 a 25 gr, de 25 a 96 gr y de 96 a 458 gr, por lo que la curva de crecimiento del mero sigue una función exponencial.

El coeficiente de conversión se mantuvo a lo largo de toda la curva de crecimiento con valores muy similares, siendo su valor de 1,3 al comienzo y de 1,21 al final.

La tasa de ingestión va disminuyendo a lo largo de los 450 días.

La eficiencia proteica es mayor a medida que los peces aumentan de tamaño.

La eficiencia alimentaria se acerca al 98% al final de la experiencia.

**Conclusiones:**

El crecimiento y eficiencia alimenticia del mero presentan unos resultados positivos para su cultivo industrial.

La velocidad de crecimiento del mero es un poco más lenta que la velocidad de crecimiento de la dorada, pero este hecho puede estar influido por el tamaño de los tanque y el estrés derivado de la manipulación.

**5º- Experiencias en cautividad. Crecimiento con diferentes fuentes de alimento.****Metodología:**

Se estudia el efecto que tienen los diferentes tipos de alimentación (piensos EWOS S.A., pulpo y mezcla de pulpo y mejillón) sobre el factor de conversión, la ingestión diaria y la eficacia de la proteína (P.E.R.).

Se capturan alevines salvajes del Maresme y se someten a una experiencia que dura 90 días.

Se utilizan 12 acuarios de 100 l y 9 depósitos de 500 l. Se aclimata a los individuos durante tres semanas en tanques con una temperatura de 18 °C y 36 g/l de salinidad. El fotoperiodo se mantiene 15 hL:9hO. Se alimenta a los alevines dos veces al día *ad libitum*, excepto el día de la toma de datos.

**Resultados:**

Si se compara la alimentación con pienso con la alimentación con pulpo, se constata que, a partir del día 82, el crecimiento se ve afectado tanto cualitativa como cuantitativamente en el caso de una alimentación basada exclusivamente en pulpo. El índice de crecimiento tanto de peso como de talla son claramente mejores en la alimentación artificial.

En el caso de peces alimentados con pulpo y mejillón, la tasa es inferior en términos relativos porque presentan etapas de crecimiento más avanzadas.

**Conclusiones:**

La adaptabilidad del mero al alimento seco es muy positiva, con un coeficiente de conversión aceptable y parecido al de la lubina o la dorada en cautividad.

El comportamiento social del mero en engorde intensivo no presenta problemas pero puede convertirse en un factor importante a estudiar en etapas posteriores.

**6º- Experiencias en cautividad. Crecimiento comparativo con y sin escondites artificiales.****Metodología:**

Con este experimento se trata de determinar su comportamiento en referencia a su territorialidad.

Para la prueba se utilizaron depósitos, la mitad de los cuales estaban provistos de estructuras - refugios (tubos de PVC o ladrillos) que proporcionan escondites para cada uno de los peces estabulados.

**Resultados:**

A los 90 días de experiencia no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las poblaciones "con estructuras" o "sin estructuras".

**Conclusiones:**

El comportamiento social del mero en engorde intensivo no presenta problemas, habiéndose de estudiar su comportamiento con densidades mayores o con una temperatura del agua más elevada.

**7º- Experiencias en cautividad. Efecto de la temperatura sobre el crecimiento y eficiencia alimenticia.****Metodología:**

Se estudia en cautividad el crecimiento y eficacia alimenticia en función de la temperatura.

Se utilizan 47 juveniles de mero con los que se experimenta durante 60 días. Se somete a los peces a dos condiciones de temperatura distintas,  $25,9 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$  y  $20,4 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ . La salinidad se mantuvo siempre constante en 36‰. El alimento se suministro *ad libitum* diariamente, excepto la noche en que se tomaron las muestras, en la que se los dejó en ayunas.

**Resultados:**

Los resultados muestran un mejor rendimiento de la alimentación y un mejor crecimiento (talla y peso) a una temperatura media superior.

**Conclusiones:**

El efecto del aumento de la temperatura sobre el crecimiento en cautividad de la especie estudiada es positivo.

El mero es capaz de soportar temperaturas de hasta 29°C a 36‰ de salinidad y 4,6 ppm de oxígeno disuelto durante cortos periodos de tiempo (inferiores a 24h).

### **8º- Experiencias en cautividad. Efecto de la salinidad sobre el ritmo de crecimiento y eficiencia alimenticia.**

#### **Metodología:**

Determinar cuál es la salinidad óptima de una especie, y conocer el valor de salinidad en el cual el pez consume un mínimo energético para regular su presión osmótica interna, es fundamental para conseguir un ahorro en la cantidad de alimento a suministrar y, a la vez, un crecimiento máximo, al ser aprovechada la energía alimenticia en síntesis muscular más que en funciones osmoreguladoras.

Se somete a los meros a condiciones de salinidad altas, medias y bajas, a lo largo de 30 días.

#### **Resultados:**

Los individuos sometidos a valores medios de salinidad presentan un crecimiento más grande, a la vez que un mejor coeficiente de conversión del alimento. La Mortalidad es baja.

#### **Conclusiones:**

Respecto a la salinidad, presentan una marcada estenohalinidad a diferencia del comportamiento eurihalino de dorada, lubina y lenguado.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1998:** Estudio del proceso productivo de nuevas especies (mero y pargo).
- **1999:** Estudio de parámetros bioquímicos relacionados con la producción del mero (*Epinephelus guaza*). (Continuación de años anteriores).

### **COMENTARIOS FINALES.**

El mero, dado los resultados obtenidos en el presente estudio, es una especie que se adapta con relativa facilidad a su cultivo en cautividad.

## 2. PROYECTO: ENGORDE DE EQUINODERMOS: ERIZOS DE MAR (*Paracentrotus lividus*)

### AÑO:

Comienzo del plan: 1993

Finalización del plan: 1994

### OBJETIVO DEL PROYECTO:

1º- Desarrollar una técnica de cultivo de erizos en su medio natural, captando la semilla con colectores, realizando un preengorde de los alevines de erizo en suspensión, y realizando diversas pruebas de engorde de individuos adultos en el fondo.

2º- Contribuir a la diversificación en la producción acuícola respecto de especies que hasta estos momentos no han sido explotadas y que puedan contribuir a mejorar el sector de la acuicultura en Cataluña y en España.

3º- Determinación de costes unitarios con el fin de ver si el cultivo es económicamente viable o no lo es.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Esta experiencia se ha realizado en la bahía de Cadaqués, en una concesión administrativa otorgada para el policultivo de moluscos bivalvos, según Orden Ministerial del 13-4-92 (M.O.P.T.M.A.).

La zona de realización del proyecto se encuentra señalizada en superficie por medio de cuatro boyas. La profundidad media es de 18 m, siendo la máxima de 22 m y la mínima de 13 m.

El fondo se encuentra constituido por un banco de arena. El fondo arenoso de la concesión limita al norte y al este con una pradera de *Posidonia oceanica*. Por el sur limita con unas rocas que dan lugar a unos islotes llamados "Es Furallons". Por el oeste limita con una amplia zona de sustrato fangoso desprovista de vida vegetal.

En invierno predominan los vientos de componente norte, mientras que en otoño predominan los vientos procedentes del sur y del este provocando fuertes temporales.

Todas las estructuras de captación, preengorde y engorde para realizar los estudios con los erizos fueron instalados en la zona de confluencia de las rocas con la pradera de posidonia, donde abunda la especie *Paracentrotus lividus*.

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

#### Metodología:

Las experiencias de cultivo de erizos se realizan en la bahía de Cadaqués y la técnica de cultivo se divide en tres fases:



- *Captación de alevines del medio natural.*

Se tiene en cuenta que la larva de los equinodermos es pelágica durante una etapa de su vida, por lo que es posible su captación en el momento de fijarse, por medio de la instalación de colectores.

Al no existir colectores específicos para captar equinodermos se utilizan colectores destinados a la captura de ostras.

- *Preengorde de los alevines en suspensión.*

Para engordar alevines se utilizan cestas de plástico, comúnmente llamadas "cubanitos". Los alevines colocados sobre bandejas denominadas cuarterones se ubican en los recipientes interiores existentes en estas cestas, variando el número de individuos para cada uno de estos recipientes y verificando datos de crecimiento y mortalidad.

Para una misma densidad de cultivo se comprobarán las diferencias de crecimiento y de mortalidad según se cultive a una profundidad u otra.

- *Engorde de adultos en el fondo.*

Se utilizan tres técnicas de engorde:

1- Engorde en "poche cassier" sobre mesas fijadas en el fondo.

Utilizando esta técnica se estudia el engorde de los erizos a diferentes densidades. Se comprueban los datos de crecimiento y mortalidad cada dos meses.

2- Engorde de parque sembrado de erizos directamente sobre el fondo.

El parque consta de vallas verticales y los erizos se siembran directamente sobre el sustrato. Utilizando esta técnica se estudia el engorde de los erizos a diferentes densidades, comprobándose los datos de crecimiento y mortalidad.

3- Engorde en parque sembrando los erizos sobre malla plástica de cobertura fijada en el fondo.

El parque consta de vallas verticales y de una malla de plástico horizontal de cobertura fijada en el fondo sobre la que se siembran los erizos. Utilizando esta técnica se estudia el engorde de los erizos a diferentes densidades, comprobándose los datos de crecimiento y mortalidad.

**Metodología: Captación de erizos con distintos tipos de colectores ya instalados en el año 1993.**

Se utilizan dos tipos de colectores utilizados habitualmente para la captación de ostras:

1- Sombreros chinos en suspensión, fabricado por la empresa PLÁSTICOS DE GALICIA, S.A.

Consisten en una lámina plástica circular de color anaranjado de 14 cm de diámetro. En la zona central, cada colector presenta un encaje que permite montarlos unos encima de otros formando una columna. Todo

ello tiene un orificio central que permite enhebrar el cabo por toda la columna. La parte inferior del cabo va sujeta a un peso muerto, mientras que la parte superior se amarra a un flotador que mantiene el conjunto en suspensión.

- 2- Rollos de malla verdes, fabricado por la empresa NORTENE ESPAÑA, S.A.

Malla plástica de 4 x 1 m que se enrolla formando un cilindro.

Los dos tipos de colectores se instalaron en la primavera de 1993 en cantidades industriales a una profundidad que oscila entre los 12 y los 18 metros y, fueron sacados del agua entre los meses de marzo, abril y mayo de 1994.

#### **Resultados: Captación de erizos con distintos tipos de colectores ya instalados en el año 1993.**

En los dos tipos de colectores se constató la presencia de las siguientes especies de erizos:

- *Paracentrotus lividus*.
- *Arbacia lixula*.
- *Psammechinus sp.*

La principal especie captada fue *Paracentrotus lividus*, con un tamaño medio en torno a los 10 mm.

Las especie *Psammechinus sp* apareció en aquellos colectores ubicados en las proximidades de la pradera de Posidonia.

La especie *Arbacia lixula* únicamente apareció en los colectores más cercanos a la zona de fondo rocoso. Siendo el número de individuos aparecido muy escaso.

En conclusión, los datos obtenidos en este muestreo se consideran como meramente orientativos, ya que la profundidad a la que se encontraban los captadores era excesiva para que el reclutamiento pudiese ser aceptable. Sin embargo, estos resultados sirvieron para preparar mejor las experiencias a realizar con colectores instalados en el año 1994.

#### **Metodología: Instalación de colectores de erizos a distintas profundidades y/o variando la época de extracción de los mismos.**

De los erizos que se obtengan se destinará una parte a la instalación de cultivos en tierra de Port de la Selva donde se harán pruebas de engorde en tanques de cultivo y el resto se utilizará para realizar pruebas de preengorde y engorde en el mar, en la bahía de Cadaqués.

Se utilizan tres tipos de colectores:

1- Sombreros chinos en suspensión, fabricado por la empresa PLÁSTICOS DE GALICIA, S.A.

Se instalan a dos profundidades diferentes, 5 y 10 m, sobre fondo rocoso. Serán sacados del agua en distintas épocas del año para determinar si existen diferencias significativas en la captación de semillas.

2- Rollos de malla verdes, fabricado por la empresa NORTENE ESPAÑA, S.A.

Se instalan sobre fondo rocoso en mesas ortícolas y a dos profundidades, 5 y 10 m. Serán sacados del agua en distintas épocas del año para determinar si existen diferencias significativas en la captación de semillas.

3- Colectores de tipo "SPAT".

Se trata de dos tiras de malla metálica con recubrimiento plástico de 0,2 m x 4 m. La tira exterior es lisa y la interior ondulada con una lámina plástica de medidas similares en el exterior de las dos. Este complejo se enrolla formando una espiral de 20 cm de altura y 45 cm de diámetro.

Se colocaron sobre fondo rocoso en mesas ortícolas a profundidades de 5 y 10 m durante el mes de junio de 1994. Serán sacados del agua en distintas épocas del año para determinar si existen diferencias significativas en la captación de semillas.

Los colectores instalados se retirarán en diferentes épocas a fin de observar si hay diferencias significativas en la captación de alevines.

**Resultados: Instalación de colectores de erizos a distintas profundidades y/o variando la época de extracción de los mismos.**

Se hicieron doce pruebas para comprobar la captación de erizos con los tres tipos de colectores descritos con anterioridad, sumergidos en la misma época (junio 1994) a dos profundidades distintas (5 y 10 m) y sacándose del agua en dos épocas diferentes (agosto y noviembre 1994).

De los resultados obtenidos se sacan las siguientes conclusiones:

- **Colector:**

El mejor captador ha sido el colector conocido por el nombre de sombrerito chino con el que se ha llegado a la captación máxima de casi 14 individuos por captador. Los otros dos tipos de colectores han de ser descartados.

- **Profundidad:**

Se llega a la conclusión de que los colectores han de ser colocados a 5 m de profundidad en lugar de a 10 m, ya que los resultados son mejores.

- **Época de retirada:**

En cuanto a la época en que los colectores deben de ser retirados, es mejor a lo largo del mes de agosto pues el número de individuos captados es mayor.

- **Mortalidad:**

El acceso de depredadores a los colectores es diferente según el modelo, siendo el modelo de sombrerito chino el que menor protección ofrece a los erizos ante la depredación de los peces, sin embargo como ventaja, no se encuentra presencia de ninguna estrella de mar (depredador muy voraz de erizos).

**Metodología: Preengorde de los alevines en suspensión.**

Al comenzar las experiencias de preengorde en el año 1994, y no disponer de semilla procedente de colectores de 1993, se tuvieron que obtener individuos alevines y juveniles recolectándolos directamente del medio natural.

El material y forma de utilización han sido descritos en la metodología.

**Resultados: Preengorde de los alevines en suspensión.**

Dos estudios diferentes, en el primero la variable es la profundidad (5 y 10 m) y en el segundo es la densidad de cultivo (5, 10, 25, 35 y 40 individuos por cuarterón).

Profundidad:

A mayor profundidad, tamaño y peso es menor, mientras que la mortalidad es mayor.

Densidad de cultivo:

A mayor densidad, se produce un mayor descenso de tamaño y peso.

**Metodología: Engorde de adultos en el fondo**

El material y forma de los estudios han sido descritos en la metodología; se realizan tres estudios, cada uno de ellos relacionado con una de las técnicas de engorde en el fondo.

**Resultados: Pruebas de engorde de adultos de erizo de mar en poche-cassier sobre mesas fijadas al fondo.**

*Densidad*

A mayor densidad se producen individuos de menor tamaño y con menor peso. Por el contrario, en lo que a mortalidad se refiere, la tendencia es la contraria, es decir, hay un descenso de la mortalidad a medida que aumenta la densidad de cultivo.

**Resultados: Pruebas de engorde de adultos de erizo en parque sembrando los erizos directamente sobre el fondo.**

*Densidad*

Hay un aumento de peso y de tamaño para todas las densidades de cultivo. En cuanto a lo que a mortalidad se refiere, los mejores resultados, es decir, la mortalidad más baja, se ha obtenido con densidades intermedias.

**Resultados: Pruebas de engorde de adultos de erizo de mar en parque sembrando los erizos sobre malla plástica de cobertura fijada al fondo.**

*Densidad*

Hay un aumento de peso y de tamaño para todas las densidades de cultivo. En cuanto a lo que a mortalidad se refiere, los mejores resultados, es decir, la mortalidad más baja se ha obtenido con las densidades más bajas.

Comparando las técnicas de cultivo “parque sembrando los erizos directamente sobre fondo” y “parque sembrando los erizos sobre malla plástica de cobertura fijada al fondo”, los resultados obtenidos son claramente mejores en parque sembrando directamente los erizos sobre el fondo.

**Conclusiones.**

- La captación de erizos mediante colectores del tipo “Spat” y con rollos de malla plástica, no es viable.
- El sistema de sombreritos chinos podría ser viable, pero habría que realizar más pruebas.
- El coste unitario calculado para la captación de un erizo se interpreta con reservas; son necesarias más pruebas.
- No son viables las técnicas utilizadas para el preengorde, pues los alevines se ven sometidos a falta de alimento.
- Las pruebas de engorde en poche-cassier han obtenido resultados negativos. Inviabiles.
- Los resultados obtenidos en el engorde con parques, unidos a la baja mortalidad, hacen pensar que este método es viable.

## **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

### ***Comunidad Autónoma de Galicia:***

- **1993:** Anteproyecto de cultivo de erizo de mar en laboratorio y seguimiento en el medio natural.
- **1994:** Cultivo de erizo de mar en laboratorio y seguimiento en el medio natural

## **COMENTARIOS FINALES.**

Es necesario continuar con las pruebas de captación con colectores de tipo sombrerito chino, pues los resultados serían mejorables si se instalarán, a 5 m de profundidad, en el periodo de junio a agosto.

### 3. PROYECTO: PLAN EXPERIMENTAL DE CAPTACIÓN Y ENGORDE DE PECTÍNIDOS.

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1993

Finalización del plan: 1994

#### OBJETIVOS:

Programa experimental destinado a evaluar las posibilidades de la pectinicultura en aguas de la zona norte del litoral de Cataluña, en especial de la especie *Pecten jacobaeus*. Los objetivos son:

- Captación de juveniles del medio natural.
- Evaluación del engorde de la semilla captada.
- Evaluación de posibles patologías de los ejemplares de cultivo.

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Generalitat de Cataluña.

Centro: Dirección General de Pesca Marítima.

Departamento: Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca.

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: V.

Apellidos: Riera Aragón.

#### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

En el año 1993 el estudio se realizó en Pineda del Mar a una profundidad de 33-38 m, y en el año 1994 en Malgrat de Mar a una profundidad de 23-28 m.

#### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

##### Metodología año 1993:

En el mes de marzo, se fondeó una long-line de 50 m de longitud a una profundidad entre los 33 y los 38 m. En ella se instalaron un total de 400 bolsas colectoras en 20 columnas o líneas diferentes, a razón de 20 bolsas / columna.

En el mes de julio se realizó un muestreo de una línea con 20 bolsas.

En el mes de octubre una embarcación destrozó prácticamente toda la instalación.

##### Resultados año 1993:

Del muestreo de una línea con 20 bolsas colectoras que se llevo a cabo en julio del 93 se extrajeron:

- 286 individuos de *Pecten jacobaeus*.

- 1.083 individuos de *Chlamys opercularis*.
- 22 individuos de *Chlamys varia*.

Se capturaron aproximadamente, un promedio de 14-15 individuos de *Pecten jacobaeus* por bolsa, y la profundidad a la que se capturaron mayor número de ellos, en concreto 67, fue de 35,5 m.

#### **Metodología año 1994:**

Se instalaron 350 bolsas colectoras en 35 columnas diferentes, a razón de 10 bolsas / columna. Los primeros colectores se fundearon en el mes de marzo, 16 columnas con 160 bolsas; entre abril y mayo se fundearon 11 columnas y 110 bolsas y por último en junio, se fundearon 8 columnas con 80 bolsas.

Todas las columnas fueron retiradas en septiembre.

#### **Resultados año 1994:**

Del muestreo de una línea con 10 bolsas colectoras que se tomaron de muestreo, se extrajeron:

- 39 individuos de *Pecten jacobaeus*.
- 61 individuos de *Chlamys opercularis*.
- 240 individuos de *Chlamys varia*.

Se capturaron aproximadamente, un promedio de 4 individuos de *Pecten jacobaeus* por bolsa, y la profundidad a la que se capturaron mayor número de ellos, en concreto 13, fue de 25 m.

#### **Conclusiones generales:**

Los resultados de fijación de semilla, en el año 1993 han sido muy positivos, no pudiéndose continuar el estudio debido a la pérdida de la estructura.

Aunque los resultados son positivos, no son representativos de la experiencia.

La profundidad a la que son capturados los diferentes pectínidos juega un papel importante en cuanto a la fijación de las distintas especies.

Otros factores que pueden influir en la captación de semilla son las condiciones del medio (temperatura, alimento disponible, salinidad, época de fondeo de los colectores, etc).



### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### ***Comunidad Autónoma de Andalucía:***

- **1995:** Cultivo de vieira en sistemas flotantes en mar abierto.
- **1996:** Cultivo de vieira en sistemas flotantes en mar abierto.
- **1998:** Cultivo de vieira en sistemas flotantes en mar abierto.

### **COMENTARIOS FINALES.**

Los resultados obtenidos de este programa experimental son muy esperanzadores en lo que respecta al futuro de la pectinicultura en Cataluña.

#### **4. PROYECTO: PLAN EXPERIMENTAL DE CULTIVO DE DENTON (*Dentex dentex*) EN JAULA FLOTANTE EN MAR ABIERTO EN CASSES D'ALCANAR**

##### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1994

Finalización del plan: 1995

##### **OBJETIVOS:**

- Desarrollar una tecnología de engorde en jaulas flotantes. Obtención de una curva de engorde.
- Definir un pienso idóneo.
- Evaluar las posibilidades de crecimiento y posibilidades de manipulación de los ejemplares.
- Disminución de las tasas de mortalidad.

##### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Generalitat de Catalunya.

Centro: Centro Nacional de acuicultura.

Departamento: Dirección General de Pesca Marítima del departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya.

##### **DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:**

Nombre: J. Víctor.

Apellidos: Fernández Colomé

##### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El programa experimental de engorde de dentón se desarrolla en un polígono experimental de jaulas flotantes de la D.G.P.M. ubicado en el término marítimo de Les Cases d'Alcanar (Monsià). El punto de ubicación está a una distancia aproximada de una milla del puerto, en las coordenadas 0° 33'39" E / 40° 32'39".

La zona presenta una profundidad de 11,5 m. El sustrato de abajo está formado por arena con fangos sin renovación con una capa oxidada de 0,5-10 cm, el relieve es permanente con formas suaves que evidencia un escaso efecto del oleaje sobre el fondo.

##### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

###### **Metodología:**

El método de trabajo consiste en la introducción en jaulas flotantes, de 400 ejemplares procedentes de la Estación de Acuicultura de Port d'Andras (Comunidad Autónoma Balear), adaptación durante aproximadamente un mes y posterior evaluación de la aceptación de la alimentación con pienso.

Se realiza un muestreo mensual de peso y talla de un número de ejemplares obtenidos mediante captura aleatoria.

Para la alimentación del dentón, al inicio de la experiencia, se suministraba alimento fresco (pescado triturado) mezclado con el pienso, reduciéndose de forma progresiva el alimento fresco hasta conseguir que los dentones acepten sólo el pienso como dieta única.

Se utilizan varios piensos a lo largo de la experiencia, pienso extruido de rodaballo, primero Rodabex- Elite (TRUW ESPAÑA, S.A.), y posteriormente TB-SP2-LT (EWOS). Las dietas siempre han ido acompañadas por un complejo vitamínico, Premix Antiestrés (DIBAQ-DIPROTES, S.A.) que se mezcla con pienso con aceite de hígado de bacalao (ACOFARMA).

El estudio realizado se basa básicamente en comprobar la aceptación que tiene un pienso extruido de rodaballo en la alimentación del dentón, así como el crecimiento que se produce en esta especie con este tipo de alimentación.

#### **Resultados obtenidos:**

Durante los 368 días que ha durado la experiencia de engorde se ha observado un incremento de peso medio de 438,02g.

La mortalidad total registrada ha sido del 75% del lote de peces inicial, produciéndose la mayoría de las bajas en el intervalo en el que la temperatura del agua era inferior a 17°C.

#### **Conclusiones:**

Se plantea esta especie como una futura e importante opción al engorde en jaula flotante de dorada y lubina.

Crecimiento importante y esperanzador.

Significativa adaptación a la alimentación exclusiva de pienso.

#### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

##### ***Comunidad Autónoma de Cataluña:***

- **1999:** Plan integral de cultivo de dentón (*Dentex dentex*): reproducción, cultivo larvario, destete, preengorde y engorde.

##### ***Comunidad Autónoma de Baleares:***

- **1993:** Proyecto de cultivo del dentón.
- **1994:** Proyecto cultivo del dentón.
- **1995:** Cultivo del dentón. Aspectos reproductivos, mejora del cultivo larvario y diseño de dietas artificiales específicas para su engorde.
- **1996:** Cultivo del dentón: continuación de los estudios reproductivos. Aproximación a las necesidades nutricionales durante el periodo larvario y mejoras en las dietas artificiales específicas para su engorde.
- **1999:** Cultivo de dentón (*Dentex dentex*). Primeros estudios sobre el canibalismo de la especie en fase de destete y preengorde.

#### **COMENTARIOS FINALES.**

El dentón es una especie que se puede adaptar a la producción en jaulas flotantes llegando a obtener altos rendimientos.

## 5. PROYECTO: ADAPTACIÓN A LA CAUTIVIDAD Y REPRODUCCIÓN DE LENGUADOS (*Solea senegalensis*, *Solea solea*).

### AÑO:

Comienzo del plan: 1994

Finalización del plan: 1994

### OBJETIVOS:

El seguimiento de dos stocks de especies diferentes de lenguado, *Solea solea* y *Solea senegalensis*, en cautividad persigue los siguientes objetivos:

- Destetar los peces con pienso artificial.
- Establecer un manejo de alimentación adecuado para el destete y primeras fases del preengorde.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Dirección General de Pesca Marítima.

Centro: Centro Nacional de Acuicultura.

Departamento: Departamento de Biología celular y fisiología. Universidad Autónoma de Barcelona.

Departamento de producciones agrarias. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona.

### DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:

Nombre: Rosa.

Apellidos: Flos

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El estudio se ha realizado en las instalaciones que el Centro Nacional de Acuicultura dispone en Les Cases d'Alcanar, consistentes en seis tanques rectangulares de 100 cm x 80 cm x 53 cm y un tanque circular de 3,5 m de diámetro.

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

#### Metodología:

Se trabaja con dos stocks de especies distintas que no son comparables porque no son de la misma edad, no tienen el mismo peso y sus antecedentes de origen son completamente distintos; la especie *Solea solea* vino de Conwy (Gales) en el mes de julio de 1994 y la especie *Solea senegalensis* vino de Huelva en octubre de 1994, teniendo este último stock problemas durante su transporte al centro.

Se procede a un periodo de destete en el que, en un principio se suministra artemia (enriquecida con superselco para aumentar su calidad) como presa viva, y pienso. Según pasan los días se va reduciendo de forma paulatina el suministro de artemia y se va aumentando el suministro de pienso.

Los piensos que se van a utilizar son dos experimentales (A: contiene aroma de bivalvo y B: contiene betaina) y uno comercial (C). En la experiencia con *Solea senegalensis* los tres piensos se recubren con aroma sintético de bivalvo.

Para realizar el seguimiento del crecimiento de los lenguados se han de tomar las siguientes medidas:

- Peso total en mg.
- Longitud total en cm.
- Longitud estándar en cm.

Los lenguados son una especie de hábitos nocturnos y con un comportamiento alimentario lento.

### ***Solea solea***

Los peces fueron colocados en tres tanques sin fondo de arena, con diferentes densidades. El agua de los tanques procede directamente del mar y se mide su temperatura dos veces diarias, una por la mañana y otra por la noche. La salinidad del agua se encuentra entre los 35 y los 38 ‰ y el pH varía entre 7,9 y 8,4.

Administración alternante de pienso y *Artemia* (nauplios) durante el día, empezando siempre por pienso.

### ***Solea senegalensis***

La introducción de arena en los tanques se realizó sólo en una parte. La limpieza se llevaba a cabo a diario en los tanques rectangulares, tanto en las zonas con arena como sin arena y en el tanque circular sólo a diario la parte sin arena y quincenalmente la totalidad del tanque.

Después del destete, para conseguir la localización del alimento en un punto concreto del tanque limpio de arena, se diseñó un sistema de embudo semisumergido en el que se obligaba a circular agua de forma helicoidal con el fin de evitar que las partículas de pienso quedasen adheridas a las paredes, pero también para garantizar el que llegaran al fondo localizadamente y en estado de hidratación adecuado.

Los lenguados se encuentran distribuidos con diferentes densidades en seis tanques rectangulares y uno circular.

### **Resultados:**

#### ***Solea solea***

No hubo ningún problema en el uso de tanques sin fondo de arena, a pesar de los numerosos cortes de suministro de agua. Manejo laborioso con limpieza diaria y administración lenta del pienso durante el día.

#### ***Solea senegalensis***

En esta experiencia la mortalidad es mucho más baja que en la anterior pudiéndose deber a que las temperaturas a las que se ven sometidas son más bajas.

El crecimiento ha sido diferente según el tipo de pienso que ha sido suministrado:

- El pienso que ha dado mejores resultados ha sido el B, seguido del C y después el A.
- Los peces que han estado en el tanque circular y alimentados con el pienso tipo B, han tenido una mortalidad menor que el resto.
- Analizando la evolución en el tiempo de los diferentes tipos de pienso, las diferencias entre estos no aparecen de manera inmediata, sino que el crecimiento experimenta modificaciones que no aparecen por igual ni simultáneamente en los diferentes lotes.
- El estado de las colas de los peces es satisfactorio, habiendo un alto porcentaje de peces que no presenta deformaciones en la cola.

#### **Conclusiones generales:**

La mortalidad observada en el seguimiento de las dos especies ha sido muy diversa por lo que no podemos asegurar que una de las dos especies sea más resistente que la otra.

La supervivencia de la especie *Solea senegalensis* es mucho más elevada que la de la especie *Solea solea*, pero es difícil de determinar si es una característica propia de dicha especie o se ha visto favorecida por los factores ambientales.

Los lenguados presentan mortalidades diferentes según el tanque sea rectangular o circular. La diferencia entre los dos tipos de tanques es el régimen hidráulico, la densidad y la posibilidad de que accedan ciertos alimentos naturales.

Los crecimientos obtenidos en los presentes ensayos han sido muy variables y dependientes del tipo de pienso, lo que significa que sigue siendo un objetivo prioritario el avanzar en la comprensión de los requerimientos de los lenguados así como en su comportamiento alimentario.

#### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

##### ***Comunidad Autónoma de Andalucía:***

- **1993:** Desarrollo del monocultivo semiintensivo del lenguado en estanques de tierra.
- **1994:** Desarrollo del monocultivo semiintensivo del lenguado en estanques de tierra.
- **1998:** Desarrollo del cultivo intensivo de larvas y alevines en estero utilizando microdietas inertes.

### COMENTARIOS FINALES.

El cultivo del lenguado desde siempre ha despertado un gran interés, debido a que es una especie que se puede adaptar a novedosas instalaciones en tierra.

El cultivo del lenguado se puede hacer de forma intensiva o semiextensiva, siendo un punto fundamental en ambos casos el buscar una solución al destete.

*Solea solea* y *Solea senegalensis* pueden ser consideradas como especies alternativas a cultivos ya establecidos en determinado tipo de instalaciones.

La calidad de las larvas es más importante que la edad o el peso en el que se realiza el destete. Se ha demostrado que la calidad del alimento vivo tiene una clara influencia sobre la aceptación de los piensos de destete.

## 6. PROYECTO: DESARROLLO DE EXPERIENCIAS ENCAMINADAS A LA CRÍA EXPERIMENTAL DE PULPO (*Octopus vulgaris*) HASTA EL TAMAÑO DENOMINADO “POPET”

### AÑO:

Comienzo del plan: 1996

Finalización del plan: 1997

### OBJETIVOS:

El mantenimiento de dos stocks de progenitores de pulpo común (*Octopus vulgaris*) y la puesta a punto de los materiales y técnicas adecuadas para su cultivo larvario tiene dos objetivos:

- Determinar las posibilidades de cultivo larvario de esta especie para la explotación en acuicultura de sus fases juveniles denominadas “popet” o “pulpito”.
- Analizar la viabilidad de la alimentación de la fase larvaria mediante una presa viva de uso estandarizado en acuicultura, como artemia, enriquecida con diferentes ácidos grasos.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Generalitat de Catalunya.

Consejo Superior de Investigaciones Marítimas.

Centro: Instalaciones del Instituto de Ciencias del Mar.

Instalaciones del Centro Nacional de Acuicultura.

Departamento: Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya.

Instituto de Ciencias del Mar perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Marítimas.

### DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:

Nombre: Roger.

Apellidos: Villanueva.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Un stock de pulpo común fue mantenido en las instalaciones del Instituto de Ciencias del Mar en Barcelona.

El segundo stock de pulpo fue mantenido en el Centro Nacional de Acuicultura en Sant Carles de la Ràpita (Tarragona).



## **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

### **Metodología con el stock de progenitores mantenidos en las instalaciones del Instituto de Ciencias del Mar (ICM):**

La recolección de progenitores tuvo lugar mediante capturas de un pesquero de arrastre comercial del puerto de Barcelona.

Se capturaron 26 ejemplares a lo largo de 3 semanas, seleccionándose los individuos de talla superior a 1Kg de peso fresco y en una proporción de 1 macho por cada 4 hembras.

Las capturas comienzan a realizarse a principios de septiembre. El mismo día de la captura se depositan en tanques de cultivo del ICM.

Estos tanques se caracterizan por ser tanques rectangulares de hormigón con unas medidas de 300 cm x 150 cm y mantienen el nivel de agua en 75 cm. El circuito de agua es abierto con un caudal de 1.000 – 1.200 l/h por lo que se produce una renovación del agua de los tanques de 8 veces al día. La temperatura del agua de los tanques oscila entre los 17 y los 20 °C.

Los progenitores son alimentados diariamente en exceso con dieta basada en cangrejos vivos, conservados congelados y pescados congelados.

Los restos de alimentos y los excrementos de los progenitores se limpian diariamente.

Se mantiene el fotoperiodo natural.

### **Resultados con el stock de progenitores mantenidos en las instalaciones del Instituto de Ciencias del Mar:**

El rango de pesos de los individuos ha sido de 1.675 g de peso fresco / individuo al tratarse de hembras, y de 1.950 g de peso fresco / individuos al tratarse de machos.

Resultados obtenidos inicialmente:

- Adaptación óptima con alimentación normal pasados 2-3 días de su captura.
- No se observan mortalidades posteriores a las capturas.
- Se observaron cópulas entre machos y hembras.

Pasados 40 días, comienza una mortalidad de causas desconocidas que acaba en tres semanas con todos los individuos, por lo que se desestima continuar manteniendo a los progenitores en instalaciones del I.C.M.

### **Metodología con el stock de progenitores mantenidos en las instalaciones del Centro Nacional de Acuicultura (C.N.A.):**

Se recogen 14 progenitores con peso superior a 1 Kg, 4 machos y 10 hembras, desde comienzos de febrero hasta comienzos de mayo de 1997. Esta recolección se realiza mediante pesquerías artesanales de pulpo común del puerto de Les Cases d'Alcanar (Tarragona) mediante cadups.

Una vez recogidos se trasladan a las instalaciones del C.N.A. Este centro dispone de cinco tanques de vidrio de forma rectangular, de 630 l de capacidad y con unas medidas de 180 cm de longitud x 52 cm de altura x 70 cm de anchura.

El circuito de agua de estos tanques esta equipado con un filtro de sílex, refrigerador, esterilizador UV, ozonizador y espumizador de proteínas. La temperatura media del agua es de 22 °C, lo cual acelera el proceso somático y de maduración gonadal.

Los progenitores son alimentados diariamente y en exceso con una dieta basada en cangrejos vivos y pescados congelados.

Los restos de alimentos y los excrementos de los progenitores se limpian diariamente.

Durante las seis primeras semanas el fotoperiodo es natural, mientras que a partir de la 6ª semana se mantiene el cultivo en condiciones de semioscuridad con el fin de acelerar la maduración del ovario.

### **Resultados con el stock de progenitores mantenidos en las instalaciones del Centro Nacional de Acuicultura (C.N.A.):**

Inicialmente:

- Se adaptan de forma óptima a las condiciones de mantenimiento, teniendo una normal alimentación a los 2-3 días de captura y obteniendo una mortalidad de 1 individuo.
- Se observan cópulas entre machos y hembras.
- La concentración media de amonio es de 0,023 ppm, mientras que la de los nitritos es de 0,08 ppm.
- El pH oscila entre 7,9 y 8,3.
- Los niveles de oxígeno mínimos son del 67%, mientras que la media es de 88,7%.

Transcurridos tres meses:

- Únicamente sobreviven dos hembras.
- La principal causa de mortalidad es la fuga de los acuarios.
- Se obtuvo una puesta a finales de abril de 1997, pero al fallecer la hembra por causas desconocidas, no se pueden aprovechar los huevos de las puestas.

**Conclusiones generales:**

- No ha sido posible la obtención de larvas de pulpo común.
- En las instalaciones del I.C.M. la principal causa de mortalidad masiva ha sido la calidad del agua del circuito abierto.
- En las instalaciones del C.N.A. la principal causa de mortalidad ha sido la fuga al exterior de los tanques de cultivo de los individuos.
- En ambos stocks, mantenimiento y alimentación de los individuos ha sido correcto.

**OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.****Comunidad Autónoma de Cataluña:**

- **1997:** Cultivo larvario y juvenil del pulpo. *Octopus vulgaris*.
- **1999:** Cultivo integral del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) en el Mediterráneo: reproducción y cultivo larvario. (Proyecto en coordinación con la Comunidad Autónoma de Murcia).

**Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1999:** Aclimatación y engorde de pulpo (*Octopus vulgaris*) y sepia (*Sepia officinalis*) en distintas condiciones de cultivo. Obtención de puestas y producción de paralarvas.

**Comunidad Autónoma de Murcia:**

- **1999:** Cultivo integral del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) en el Mediterráneo: reproducción y cultivo larvario. (Proyecto en coordinación con la Comunidad Autónoma de Cataluña).

**COMENTARIOS FINALES.**

Ha de mejorarse la calidad de las aguas.

Se proponen nuevos tanques de cultivo que impidan la huida de los individuos y que sean de fácil acceso y de fácil limpieza.

Se ha realizado la puesta a punto de los cultivos auxiliares, materiales y métodos necesarios para el cultivo larvario en circuito cerrado de *Octopus vulgaris* mediante el empleo de *Artemia*, a la espera de la obtención de larvas de pulpo común. Por ello, se estimula a continuar la investigación, a la vez que, se anima a utilizar diferentes piensos de destete y engorde juvenil.

## 7. PROYECTO: MAPA ZOOSANITARIO DE *PERKINSUS SP.* EN CATALUÑA.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1998

### OBJETIVOS:

- Establecer la prevalencia de parásitos en la población estudiada.
- Evaluar el grado de parasitación.
- Realizar el del mapa zoonosanitario del litoral catalán.
- Estudiar la posibilidad de declarar alguna zona libre de parásitos.
- Evaluar la conveniencia o no de adoptar medidas de lucha contra la parasitosis.
- Ampliar los conocimientos de la epizootiología, el ciclo biológico y la patogenia del parásito.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Generalitat de Catalunya.

Centro: Centro Nacional de Acuicultura.

Departamento: Dirección General de Pesca Marítima del departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya.

### DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:

Nombre: María Mercè.

Apellidos: Santmartí i Miró.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La recogida de muestras de organismos ha tenido lugar en:

- La bahía de "Els Alfacs".
- La bahía de "El Fangar".
- Zona Barcelona.
- Zona Santa Margarita.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

La perkinsiosis es una infección letal el tejido conjuntivo causada por protozoos parásitos del Phylum Apicomplexa, del género *Perkinsus*.

El método utilizado para la diagnosis de la perkinsiosis se basa en la tendencia a engrosar y a transformarse a prezoosporangios que presentan los merontes de *Perkinsus sp.* en un medio de cultivo con tioglicolato.

Se abren los moluscos que se han recogido, se diseccionan las láminas branquiales de uno de los lados del cuerpo y se introducen en un tubo de ensayo donde siguen el proceso de preparación.

Los tubos se incuban en la oscuridad a temperatura ambiente durante tres días pasados los cuales, se recuperan las láminas branquiales y se observan con microscopía óptica de bajo aumento.

En el caso de que las branquias contengan merontes de *Perkinsus sp.*, éstos se han engrosado notablemente, observándose esferas de color negro verdoso que corresponden a los merontes transformados en prezoosporangios.

Además de retirar las láminas branquiales de uno de los lados, se corta un trozo de vianda que incluya branquia y masa visceral para su procesado mediante técnicas histológicas cuando se considere conveniente.

### Resultados:

En las zonas del Delta del Ebro, concretamente en la bahía de “Els Alfacs” existe una tendencia de incremento uniforme entre primavera y otoño en cuanto a intensidad de infección:

#### ◆ Zonas de cultivo:

La incidencia de infección máxima fue detectada en la primavera de 1998 con un 96,7% de afectados por la enfermedad de la especie *Tapes semidecussatus* (almeja japonesa).

La incidencia de infección mínima fue detectada en el otoño de 1998 con un 50 % de afectados por la enfermedad de la especie *Tapes semidecussatus* (almeja japonesa).

De *Cerastoderma edule* (berberecho) se han recogido muestras en el punto medio de los campos de cultivo de la almeja. Se ha detectado una incidencia de infección máxima en otoño de 1998 (10,67%) y una mínima (4%) en la primavera de 1997.

#### ◆ Zonas salvajes:

En la zona salvaje de la bahía no se observa una tendencia tan clara de variación entre primavera y otoño como en las zonas de cultivo.

La incidencia de infección máxima fue detectada en la primavera de 1998 con un 100 % de afectados por la enfermedad de la especie *Tapes semidecussatus* (almeja japonesa) y la mínima de un 34,7% de los afectados en la primavera de 1997.

Con respecto a la especie *Cerastoderma edule* (berberecho) salvajes, la incidencia máxima de afectados se dio en la primavera de 1997 con un 14,2%, mientras que en 1998 no se detectaron parasitosis.

En la zona de cultivo de la bahía de “**El Fangar**” no se observa una tendencia estacional tan uniforme en cuanto a intensidad de infección. La incidencia de infección máxima fue detectada en el otoño de 1997 con un 98,7 % de afectados por la enfermedad de la especie *Tapes semidecussatus* (almeja japonesa) y la mínima de un 34,7% de los afectados en la primavera de 1997. No se ha detectado población de *Cerastoderma edule* en las zonas de cultivo.

En la zona salvaje de la bahía del Fangar tampoco existe una tendencia de variación estacional clara, siendo la incidencia de infección máxima la detectada en la primavera de 1998 con un 93,3 % de afectados por la enfermedad de la especie *Tapes semidecussatus* (almeja japonesa) y la mínima de un 20% de los afectados en el otoño de 1997. En la población de *Cerastoderma edule* en las zonas salvajes se ha detectado una incidencia de infección máxima del 62% en el otoño de 1997 y mínima en la primavera de 1997 con un 2,2%.

En la zona de **Barcelona** la incidencia de infección máxima fue detectada en la primavera de 1997 con un 85 % de afectados por la enfermedad de la especie *Tapes semidecussatus* (almeja japonesa) y la mínima de un 0,7 % de los afectados en otra muestra de la primavera de 1997. Se detectaron 3 muestras negativas de las 12 recogidas de la población de *Cerastoderma edule*.

En la zona de **Empuriabrava** la incidencia de infección máxima fue detectada en la primavera de 1998 con un 6 % de afectados por la enfermedad de la especie *Tapes semidecussatus* (almeja japonesa) y la mínima de un 1,02 % en otra muestra del otoño de 1998. Se detectaron 3 muestras negativas de las 12 recogidas de la población de *Cerastoderma edule*.

### **Conclusiones:**

No se ha hallado ninguna zona de producción totalmente libre de parasitosis aunque fuera de las zonas del Delta del Ebro, el número de afectados y la incidencia ponderada son muy bajos e incluso nulos.

No es posible realizar una valoración comparativa entre prevalencias estacionales en poblaciones naturales, debido al traslado de individuos entre campos de cultivo y la reinmersión de poblaciones jóvenes en continuo procedentes del destrío de individuos no comerciales producto de la actividad pesquera.

Tanto el porcentaje de afectados como la intensidad de infección, alcanza valores más altos en zonas de cultivo que en zonas salvajes.

## OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

### **Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1997:** Desarrollo de un método de diagnóstico molecular para *Perkinsus atlanticus*.

### **Comunidad Autónoma Balear:**

- **1999:** Mapeo zoonosanitario de los cultivos de bivalvos (*O. edulis*, *M. galloprovincialis* y *V. verrucosa*) en el Port de Maó (Menorca).

## COMENTARIOS FINALES.

Se ha realizado este estudio con éxito, entrando a formar parte el mapa zoonosanitario del *Perkinsus* de Cataluña, con el de España.

## 8. PROYECTO: CULTIVO LARVARIO Y JUVENIL DEL PULPO, *Octopus vulgaris*

### AÑO:

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1997

### OBJETIVOS:

El mantenimiento de progenitores del pulpo común y la realización de cultivos larvarios de esta especie, tiene los siguientes objetivos:

- Asegurar el suministro regular de larvas, determinando las condiciones destinadas a favorecer la maduración gonadal de los progenitores y la obtención de puestas para la realización de diferentes cultivos larvarios.
- Analizar las posibilidades del empleo de Artemia para la alimentación en fase larvaria de *Octopus vulgaris*, así como los diferentes piensos para su destete y determinar así las posibilidades de la explotación en acuicultura de las fases juveniles de esta especie, denominadas “popet” o “pulpito”

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Generalitat de Catalunya. Dirección General de Pesca Marítima.

Centro: Centro Nacional de Acuicultura.

Departamento: Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya.

### DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:

Nombre: Juan Víctor.

Apellidos: Fernández Colomé.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Las instalaciones se encuentran ubicadas en:

- Instituto de Ciencias del Mar (Barcelona).
- Instalaciones de Ecomar S.L. de Vilanova i la Geltru (Barcelona).
- Sociedad Granja Piscícola de la Bahía de Roses. Sant Pere Pescador (Gerona).

Se utilizan tres stocks de progenitores diferentes con el fin de diversificar, de reducir los riesgos de mortalidad masiva y de asegurar el aporte suficiente de material larvario en óptimas condiciones de calidad y cantidad.



## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología con el stock de progenitores mantenidos en las diferentes instalaciones:

Los progenitores se seleccionan a partir de embarques realizados en pesqueros artesanales de pulpo común con artes de pesca cadups y/o pulperas, pertenecientes a los puertos de Vilanova i la Geltru (Barcelona) y Llança (Gerona).

Los individuos seleccionados, en proporción de un macho por cada 5 hembras, tienen una talla superior a 1 Kg de peso fresco.

Los tanques de cultivo son de plástico, con forma cilíndrica, 1 m de altura y 50 cm de diámetro, y 200 l de capacidad.

Los progenitores son alimentados diariamente y en exceso de dieta con cangrejos vivos o congelados y/o pescado congelado.

Los restos de alimentos y excrementos se limpiaron diariamente.

Todos los progenitores son sometidos a baja luminosidad, con el fin de acelerar su proceso de maduración sexual.

Se modula la temperatura de incubación con el fin de conseguir puestas en meses que no son propicios para ellas.

Se favorecieron las cópulas entre individuos mediante la unión de machos y hembras, por lo que se favorece la fertilidad de las hembras en el cultivo. Se procura que cada hembra del stock estuviera junto a un macho cada 2-3 meses durante 2-3 días, para asegurar la fecundación de ésta.

En las instalaciones del **Instituto de Ciencias del Mar** se lleva a cabo el mantenimiento de 18 progenitores, 3 machos y 15 hembras. Esta instalación posee 6 tanques de cultivo con circuito de agua abierto del mar al centro, siendo el caudal de 400 l/h para cada uno de los tanques y la temperatura del agua variable entre 14,5 y 23,5°C.

En las instalaciones de **Ecomar S.L.** se lleva a cabo el mantenimiento de 8 progenitores, 1 macho y 7 hembras. Se emplean 6 tanques de cultivo con circuito abierto de agua de mar no filtrada de la instalación, oscilando la temperatura entre los 14 y los 24 °C. El caudal del agua se mantuvo irregular oscilando entre 100 y 200 l/h y tanque.

En las instalaciones de la **Sociedad Granja Piscícola de la Bahía de Roses** se lleva a cabo el mantenimiento de 30 ejemplares de pulpo de roca, 6 machos y 24 hembras. Se emplean 12 tanques en circuito abierto de agua de mar filtrada de la instalación, oscilando la temperatura entre 12 y 25 °C. El caudal de agua se mantuvo alrededor de 400 l/h y tanque.

### Resultados con los stocks de progenitores mantenidos en las diferentes instalaciones:

Los ejemplares se adaptan bien a las condiciones de mantenimiento en cautividad y se observa una alimentación normal una vez transcurridos 2-3 días de la captura.

Transcurridos 11 meses, la supervivencia de los ejemplares fue del 20%, porcentaje que no incluye la muerte natural de hembras fallecidas tras el desove.

Existió una mortalidad puntual de 19 progenitores mantenidos en las instalaciones de la Sociedad Piscícola de la Bahía de Roses, de los que sólo 1 ejemplar sobrevivió a los 15 días posteriores a su captura. Esta elevada mortalidad fue debida al contacto involuntario con hipoclorito usada en el barco de pesca durante su captura.

Se observaron cópulas entre machos y hembras durante todo el periodo de mantenimiento de los progenitores, asegurando la fecundación de las hembras.

El número de puestas obtenidas fue de diez, a lo largo de los meses de diciembre (1), marzo (1), abril (4), mayo (2), junio (1) y julio (1). Todas las puestas fueron fértiles.

Tres hembras fallecieron durante el periodo de incubación embrionario.

Tres puestas son llevadas a buen término y se estima que durante el presente estudio se obtuvieron 2.600.000 larvas de *Octopus vulgaris*. El porcentaje de eclosión larvaria supera el 90% en todas las puestas llevadas a buen término.

#### **Metodología del cultivo larvario de *Octopus vulgaris*:**

En el Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona se desarrollan todas las series de cultivos larvarios de *Octopus vulgaris*.

Se utilizó un circuito semi-cerrado de 600 l de capacidad diseñado para cultivar 5.000 larvas de *Octopus vulgaris* a inicio de cultivo.

Para el cultivo de las larvas de pulpo común, se utilizaron dos modelos de tanques:

- 4 tanques cilíndricos de 70 litros.
- 8 tanques cilíndricos de 25 litros.

La mayor parte del alimento vivo fue aportado manualmente, pero para los aportes nocturnos se utilizaron otro tipo de dispensadores:

- Dispensadores de alimento de descarga única, conectados a los tanques de cultivo larvario de 70 l. Aportan biomasa de *Artemia* ya enriquecida.

- Dispensadores de alimento de descarga múltiple. Se utilizaron cuatro dispensadores de este tipo, cada uno de ellos descargaba en dos tanques. Mediante la programación del temporizador, se realizaron aportes de alimento (huevas de pescado y *Artemia*) cada hora, con una duración de 1 a 5 minutos.

- Dispensadores automáticos de microdietas secas. Se trata de dispensadores automáticos de cinta sinfín. Se utilizaban conjuntamente con los dispensadores de descarga múltiple.

Se elaboraron una serie de microdietas experimentales, con la intención de obtener un pienso adecuado para destetar a las larvas del pulpo común.

Durante el presente estudio se llevaron a cabo 5 series de cultivos larvarios de pulpo de roca, utilizando como alimento huevas de pescado, *Artemia* enriquecida, microdietas secas comerciales y microdietas secas experimentales. La cantidad de alimento en todos los cultivos se intentó mantener siempre en exceso. Durante las horas diurnas el aporte de alimento fue manual, mientras que por la noche se utilizaron los diferentes dispensadores de alimento. La iluminación se mantuvo continua y el fondo del tanque se limpiaba una vez al día.

Los diferentes regímenes alimentarios fueron los siguientes:

- 1º- Cultivo C-1: Huevas de ovario de pescado.
- 2º- Cultivo C-2: Huevas de ovario de pescado + biomasa *Artemia* SS.
- 3º- Cultivo C-3: Biomasa *Artemia* SRP.
- 4º- Cultivo C-4: Biomasa *Artemia* SRP + microdieta ProAqua.
- 5º- Cultivo C-5: Nauplio *Artemia* SS + microdieta experimental.
- 6º- Cultivo C-6: Ayuno.

#### **Resultados del cultivo larvario de *Octopus vulgaris*:**

En conjunto, el peso medio de los ejemplares recién nacidos fue de 1,13 mg y osciló entre 1,09 y 1,16 mg de peso fresco.

El peso seco fue de media 0,278 mg, oscilando entre 0,273 y 0,290 mg.

El porcentaje de humedad en recién nacidos representó el 75,4%, oscilando entre 74,5 y 76,3%.

Cultivo C-1 mostró los peores resultados de crecimiento y mortalidad de entre los cultivos realizados, siendo el incremento de peso medio de la larva durante los primeros 10 días prácticamente nulo. El cultivo C-1 demostró la poca eficiencia alimentaria de las huevas de pescado cuando son suministradas como único alimento.

El cultivo C-2 obtuvo un crecimiento más positivo al suministrar huevas de pescado con biomasa de *Artemia*, llegándose a triplicar el peso seco de nacimiento a los 30 días de edad.

En el cultivo C-3, alimentados únicamente con biomasa de *Artemia*, los ejemplares de 30 días de edad triplicaron el peso seco del nacimiento y mostraron la mejor tasa de crecimiento al mes de vida.

El empleo de microdietas obtuvo resultados esperanzadores inicialmente, pero un pienso de destete comercializado para peces no fue adecuado, falleciendo las larvas al ser destetadas.

El cultivo C-5, formada por una microdieta experimental y biomasa de *Artemia* SS, mostró la mejor tasa de crecimiento durante los primeros 20 días, duplicando su peso de nacimiento; aún así la mortalidad fue también total al destetar los ejemplares suprimiendo el aporte de nauplio y suministrando únicamente microdieta seca.

Los cultivos C-2 y C-3, que utilizan biomasa de *Artemia* como alimento, presentaron las mejores supervivencias.

En los cultivos en los que se intentó el destete mediante microdietas secas, C-4 y C-5, las mortalidades estuvieron asociadas al cambio alimentario y la supervivencia alcanzó hasta los 26 y los 21 días respectivamente.

La causa principal de mortalidad en todos los cultivos fue la deficiencia nutricional de los alimentos ofrecidos, no obteniéndose mortalidades masivas o puntuales en ningún cultivo.

La mejor supervivencia a los 30 días fue del 6,7%, indicador de la elevada mortalidad de los cultivos realizados, no obteniéndose juveniles bentónicos durante el presente estudio.

### **Conclusiones generales:**

Se han obtenido puestas fértiles mediante la variación de las condiciones ambientales de luz y de temperatura.

Mediante la modulación de la temperatura de incubación embrionaria, se obtuvieron larvas en los meses de febrero, marzo, mayo, junio, julio, agosto y septiembre. El volumen de larvas obtenidas, 2.600.000, muestra la idoneidad de esta especie para ser explotada en acuicultura, desde el punto de vista de los requerimientos de material larvario.

Los resultados obtenidos con las diversas dietas, sugieren que futuros estudios deben encaminarse hacia la formulación de microdietas experimentales adecuadas al destete del pulpo común.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Comunidad Autónoma de Cataluña:**

- **1996:** Desarrollo de experiencias encaminadas a la cría experimental de pulpo (*Octopus vulgaris*) hasta el tamaño denominado "popet"
- **1998:** Cultivo larvario y juvenil del pulpo. *Octopus vulgaris*.
- **1999:** Cultivo integral del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) en el Mediterráneo: reproducción y cultivo larvario. (Proyecto en coordinación con la Comunidad Autónoma de Murcia).

#### **Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1999:** Aclimatación y engorde de pulpo (*Octopus vulgaris*) y sepia (*Sepia officinalis*) en distintas condiciones de cultivo. Obtención de puestas y producción de paralarvas.

#### **Comunidad Autónoma de Murcia:**

- **1999:** Cultivo integral del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) en el Mediterráneo: reproducción y cultivo larvario. (Proyecto en coordinación con la Comunidad Autónoma de Cataluña).

### **COMENTARIOS FINALES.**

El interés observado por diversas empresas del sector privado frente a esta potencial especie para la acuicultura ha impulsado la investigación posterior.

## 9. PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE *BONAMIA OSTREAE* Y *MARTEILIA REFRINGENS* EN LAS POBLACIONES DE OSTRA PLANA (*Ostrea edulis*) Y LAS POBLACIONES SALVAJES COLINDANTES DEL LITORAL DE CATALUÑA

### AÑO:

Comienzo del plan: 1998  
Finalización del plan: 1999

### OBJETIVOS:

- Establecer la prevalencia de parásitos en la población estudiada.
- Evaluar el grado de parasitación y de afectación tisular.
- Estudiar la posibilidad de declarar alguna zona libre de parasitosis.
- Evaluar la conveniencia o no de adoptar medidas de lucha contra la parasitosis.
- Ampliar los conocimientos de la epizootiología, el ciclo biológico y la patogenia del parásito.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Generalitat de Catalunya.  
Centro: Centro Nacional de Acuicultura.  
Departamento: Dirección General de Pesca Marítima del departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya.

### DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:

Nombre: María Dolores.  
Apellidos: Furones Nozal.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El seguimiento de la parasitosis ha sido realizado en unos puntos de muestreo establecidos, dentro de lo que es la zona del Delta del Ebro, con un mínimo de tres puntos de muestreo por zona de estudio y con una frecuencia semestral determinada por los periodos de máxima posibilidad de detección del parásito: primavera – verano y otoño. El muestro se ha llevado a cabo tanto en cultivos de ostra plana como en bancos naturales.

En 1998 los puntos de muestreo fueron tres, dos en cultivo y uno de banco natural adyacente a la instalación.

En 1999 las muestras recogidas fueron en banco natural.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

Se recogen muestras en unos puntos previamente definidos; además de la recogida de muestras, que posteriormente se pasará a analizar, se realizan inspecciones periódicas.

Antes del procesado histológico (inclusión, cortes y tinciones) en el laboratorio, se pesan y miden las muestras.

Para el diagnóstico de *Marteilia refringens*, se ha de realizar un diagnóstico macroscópico y un diagnóstico microscópico.

Las manifestaciones macroscópicas de infección de la *Marteilia refringens* no son específicas y en muchos casos no son observables. Un síntoma de infección no específica es la decoloración del manto, que al volverse transparente permite observar la coloración de la glándula digestiva que adquiere tonos marrones.

Se observan preparaciones al microscopio óptico de *Marteilia refringens* para realizar un diagnóstico microscópico, identificando en primer lugar los órganos y en segundo lugar se inspecciona el hepatopáncreas.

La diagnosis macroscópica de la *Bonamia* no es posible debido a que no se producen síntomas visibles. La diagnosis microscópica es similar a la de *Marteilia refringens*. La presencia de *Bonamia ostreae* se encuentra asociada a focos de infiltración hemocitaria intensa.

### Resultados:

#### *Marteilia refringens*

- En todos los lotes de muestras se detecta la presencia de *Marteilia refringens* variando el porcentaje entre un máximo de 15,2% en la primavera de 1999 y un mínimo de 0,9% en el otoño del mismo año.
- Los factores ambientales, temperatura y salinidad, fueron medidos mientras que se realizaba el muestreo, variando la salinidad entre un máximo de 37,05‰ en el otoño de 1999 y un mínimo de 35,35‰ en el otoño de 1998 y variando la temperatura entre la máxima obtenida en la primavera de 1998 de 26,17°C y la mínima de 19,12 °C obtenida en el otoño de 1999.
- Los valores de infección de la ostra en cultivo tienen un máximo de 9,30% en el otoño de 1998 y de un mínimo de 4,38% en la primavera de 1998, mientras que los valores de infección de las ostras salvajes presentan un máximo del 15,21% en la primavera de 1999 y un mínimo de 0,93% en el otoño de 1999.
- Respecto a la infección de las ostras por *Marteilia refringens* teniendo en cuenta su talla, se puede decir que en la primavera de 1999, el 80,35% de las muestras pertenecían al intervalo de tallas comprendido entre 41 y 60 mm, y que el 100% de los individuos infectados por *Marteilia refringens* se encontraban en este intervalo.

En el otoño de 1999 el 68,60% de las muestras pertenecían al intervalo de tallas comprendido entre 41 y 60 mm, y que el único individuo infectado por *Marteilia refringens* se encontraban en este intervalo. Las tallas medias de los lotes fueron ligeramente más altas en las muestras de cultivo que en las muestras salvajes.

#### *Bonamia ostreae*

No se detectó el parásito en ninguna de las muestras estudiadas.

#### **Conclusiones:**

##### *Marteilia refringens*

- La presencia e intensidad con la que se presenta *Marteilia refringens*, no esta influenciada por la estacionalidad.
- Los factores ambientales no influyen en la presencia y en la intensidad con la que se presenta *Marteilia refringens*.
- El origen de la muestra, ya sea procedente de un cultivo o sea salvaje, no influye ni en la presencia ni en la intensidad de *Marteilia refringens*.
- No se puede decir que exista una correlación entre la talla y la parasitación por *Marteilia refringens*, pues los ejemplares parasitados se encuentran en los rangos que comprenden el mayor número de individuos.

#### *Bonamia ostreae*

El hecho de que este parásito parece que no causa mortalidades importantes en el Mediterráneo podría explicar su escaso seguimiento en esta parte del litoral español.

Se cree que la tasa de prevalencia y la infección dependen, en primer lugar de la biomasa y de las condiciones de cultivo, y que los factores bióticos (edad, talla, maduración) intervienen poco.

La temperatura influye en el desarrollo de la bonamiosis, siendo el intervalo de temperatura causante de mortalidades importantes el comprendido entre los 12 y los 20°C. Al superar, en el Delta del Ebro, fácilmente en verano los 20°C, se puede decir que la temperatura, junto con otros factores, es un factor limitante del desarrollo de esta enfermedad en esta zona.

#### **COMENTARIOS FINALES.**

A partir de este estudio parece que la parasitación previa por *Marteilia refringens* pudiera aumentar la susceptibilidad de las ostras a otras parasitosis, y viceversa.

El estrés y la puesta pueden favorecer la progresión de la *Marteilia refringens*.



## 10. PROYECTO: PLAN INTEGRAL DEL CULTIVO DE DENTON (*Dentex dentex*): REPRODUCCIÓN, CULTIVO LARVARIO, DESTETE, PREENGORDE Y ENGORDE

### AÑO:

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 2000

### OBJETIVOS:

Establecer un protocolo de técnicas para todas las fases de cultivo del dentón, como alternativa al cultivo de dorada.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Generalitat de Catalunya.

Centro: Centro Nacional de acuicultura.

Departamento: Dirección General de Pesca Marítima del departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya.

### DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:

Nombre: María Dolores.

Apellidos: Furones Nozal.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Este proyecto se realiza en instalaciones situadas en distintas zonas:

- CA-IRTA en San Carlos de la Rápita (Tarragona)
- Granja Piscícola de la Bahía de Roses S.A. (GPBR, S.A.) en Gerona.

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

El objetivo perseguido por esta experiencia es conseguir cultivar de forma paralela dentón y dorada, utilizando las mismas instalaciones en las que actualmente se cultiva dorada, sin necesidad de modificarlas.

Se elige al dentón como posible especie que se cultive junto con la dorada por diversos motivos entre los cuales destacan los siguientes:

- Tiene un alto precio en el mercado, ya que se trata de una especie de gran calidad.
- El crecimiento del dentón es más rápido que el de la dorada, lo que supone un atractivo a nivel de producción, costes y riesgos.
- El dentón es una especie muy manejable e igual de resistente que la lubina o la dorada.

Se realizan tres estudios:

## 1º- Obtención de puestas a partir de reproductores obtenidos en dos localidades distintas (Mallorca y Creta).

### Metodología:

Los reproductores procedentes de Creta no llegaron a formar parte del estudio debido a que todos ellos murieron por problemas derivados de la sensibilidad del dentón al manejo y al transporte.

Los peces nacidos en cautividad en las instalaciones de Port Andrax (Mallorca), fueron engordados en jaulas en el CA- IRTA para posteriormente ser trasladados a G.P.B.R, S.A. donde fueron mantenidos desde 1998 hasta abril de 2000 en tres tanques de 12.000 l con circuito abierto de agua de mar y alimentándose diariamente "ad libitum" con una dieta natural consistente en pienso altamente proteico que fue paulatinamente cambiado a una dieta húmeda, sin ningún tipo de suplemento vitamínico.

En abril de 2000 la mitad del stock fue transportado a CA-IRTA donde permanecen en la actualidad bajo condiciones naturales de luz y con una temperatura constante de 19 °C en la época de puesta y fotoperiodo 12hL:12hO.

### Resultados obtenidos:

- La relación macho:hembras se mantuvo 1:1, no encontrándose ninguna relación entre el tamaño/peso de los peces y el sexo de los individuos.
- Un 10% de los individuos murieron debido a lesiones producidas por peleas entre ellos. Estas peleas coinciden con la época de puesta.
- Las puestas obtenidas en el año 1999 en el GPBR S.A. se produjeron desde finales del mes de abril hasta mediados del mes de junio. Periodo que se corresponde con un aumento de la temperatura del agua de mar y el alargamiento de las horas de luz. La máxima emisión de huevos se produjo durante el mes de mayo, 750.000 huevos/hembra con una tasa de viabilidad del 70-75%.
- En el año 2000 las puestas se obtuvieron desde finales de abril hasta mediados de junio. Se obtiene un porcentaje de viabilidad entre un 17 y un 85%.
- Las puestas se producen al final del día o durante la noche y los huevos se recogían por la mañana mediante la colocación de tamices hechos de nylon de 500 µm a la salida del tanque.
- Los huevos viables se separan de los no viables por gravedad, siendo transferidos posteriormente a incubadores de 350 l con renovación continua del agua.

### Conclusiones:

En los reproductores de Mallorca se observa que la temperatura de incubación afecta dramáticamente a la supervivencia larvaria. La temperatura óptima es de 20°C, pero cuando los huevos en estado de mórula se incuban a 17°C, la supervivencia de las larvas se reduce considerablemente.

Los elevados índices de eclosión unido a la calidad del huevo indican la excelente condición del stock procedente de Mallorca y la adecuación del mismo para ser reproducido en cautividad, obteniendo una buena calidad de puestas, medida en cuanto a número de huevos flotantes y a huevos con una sola gota de grasa, en condiciones naturales de luz y temperatura.

⇒ Por lo tanto el dentón es una especie que se puede reproducir en cautividad, con puestas de buena calidad y con un alto grado de eclosión.

## **2º- Cultivo larvario del dentón utilizando técnicas semi-extensivas como la del mesocosmos.**

### **Metodología:**

Todos los ensayos se realizaron en dependencias exteriores en las que no era posible ningún tipo de regulación de la temperatura, pero con suficiente iluminación.

Estas dependencias exteriores se trataban de dos tanques cúbicos de fondo plano de 400 l con 200 l de agua de mar de la bahía de Alfars a la que se corrigió la salinidad a 35‰.

Diariamente, antes de corregir la salinidad del agua, se añadían 20 litros de cultivo fitoplanctónico. Una vez por semana se añadían de nuevo nutrientes en el tanque usando el abono Nutrileaf a fin de mantener el bloom.

Se alcanza un estado óptimo del mesocosmos a principios de Junio.

### **Resultados obtenidos:**

Los huevos utilizados en el experimento se trasladaron desde GPBR S.A. al CA-IRTA en bolsas de plástico con oxígeno, usando aire acondicionado.

- Un 10% de los huevos eclosionaron durante el transporte. Un 10% de estas larvas eclosionadas se sembraron en uno de los tanques del mesocosmos. Las condiciones de cultivo, temperatura, salinidad, oxígeno y pH se controlaron a diario. A partir del 5º día después de la eclosión, la supervivencia larvaria en este tanque fue nula. Se presume que la mortalidad larvaria pudo deberse a inanición y haber alcanzado el punto de no retorno alimentario (la larva agota sus reservas vitelinas). Después de analizar el tamaño de la boca de la larva y del tamaño del rotífero, se llega a la conclusión de que el rotífero es excesivamente grande para la larva del dentón.
- De los huevos no eclosionados, unos 220.000 huevos se mantuvieron en un incubador de 200 l (1 huevo/litro), tronco-cónico, en circuito abierto, equipado con un filtro y suficiente aireación. Un 90% de las larvas eclosionó al cabo de las 24 horas. Se observó una alta mortalidad larvaria al día siguiente de la estabulación.

**Conclusiones:**

Continuar investigando la efectividad del cultivo introduciendo una serie de mejoras:

- Inclusión al inicio del cultivo de un rotífero de menor tamaño, pudiéndose introducir la cepa S-1 posteriormente, cuando se observe que las larvas ingieren alimento.
- Introducción de copépodos capturados del medio natural o cultivados previamente en el CA-IRTA.
- Producción de un bloom fitoplanctónico natural mayor que el obtenido en esta experiencia con el fin de mantener un número y calidad de presas adecuados para los requerimientos energéticos de la larva de dentón.
- Realizar los cultivos en mesocosmos a lo largo de la primavera para aprovechar la alta calidad de los huevos obtenidos al principio de la época de puesta y una temperatura exterior más idónea para el cultivo larvario.

**3º- Cultivo larvario del dentón utilizando técnicas intensivas.****Metodología:**

En el año 2000 se trató de determinar una secuencia alimentaria adecuada para la larva y así conseguir mejores supervivencias larvarias que las obtenidas con otras técnicas utilizadas.

Previamente se comenzó a cultivar fitoplancton y rotífero, que posteriormente serían utilizadas como presas para las larvas de dentón, en invernaderos con techo de poliuretano.

Para el cultivo larvario del dentón se dispusieron dos tanques de 2000 litros, en circuito abierto, con agua filtrada hasta 1 $\mu$ m. Dentro de los tanques se colocaron 9 cestillos de 60 l contruidos en malla de 150  $\mu$ m y dotados de un air-lift a fin de renovar del agua interior y el aire. Los huevos se colocaban directamente dentro de los cestillos.

La incubación de los huevos debe realizarse con muy poca aireación ya que las larvas son extremadamente pequeñas y débiles.

**Resultados obtenidos:**

Se realizaron tres pruebas de alimentación con distintas densidades de rotífero (10, 20 y 30 rot/ml) con resultados negativos dada la alta mortalidad inicial de las larvas entre los días 0 y 4 y a la baja proporción de larvas alimentándose.

Las larvas de dentón de 4 días de edad muestran una baja incidencia alimentaria, poca actividad natatoria y flotabilidad y poca actividad de caza.

### Conclusiones:

La larva de dentón es:

- Muy sensible a manipulaciones, especialmente durante los primeros días de cultivo.
- Inferior en talla y resistencia a otros espáridos.
- Muestra poca actividad natatoria y de captura de presas, lo que incrementa la mortalidad.
- El tamaño y anchura de la boca son inferiores al de otros espáridos, lo que obliga a utilizar el rotíferos Bs en las primeras fases de cultivo.
- Muestra cierto grado de fotofobia, siendo necesario disminuir la intensidad luminosa durante el cultivo larvario.
- Alto grado de canibalismo lo que hace necesarias la clasificación de tallas desde el principio de su alimentación.

Es necesario seguir con esta línea de investigación.

### OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

#### **Comunidad Autónoma de Cataluña:**

- **1994-95:** Plan experimental de cultivo de dentón (*Dentex dentex*) en jaula flotante en mar abierto en Casses d'Alcanar.

#### **Comunidad Autónoma de Baleares:**

- **1993:** Proyecto de cultivo del dentón.
- **1994:** Proyecto cultivo del dentón.
- **1995:** Cultivo del dentón. Aspectos reproductivos, mejora del cultivo larvario y diseño de dietas artificiales específicas para su engorde.
- **1996:** Cultivo del dentón: continuación de los estudios reproductivos. Aproximación a las necesidades nutricionales durante el periodo larvario y mejoras en las dietas artificiales específicas para su engorde.
- **1999:** Cultivo de dentón (*Dentex dentex*). Primeros estudios sobre el canibalismo de la especie en fase de destete y preengorde.

### COMENTARIOS FINALES.

La larva de dentón es muy sensible a la manipulación, una mala manipulación puede estropear toda la producción por lo que el manejo se debe realizar con el máximo cuidado.

## 11. PROYECTO: ADAPTACIÓN A BAJAS TEMPERATURAS Y PATOGÉNESIS DEL “SÍNDROME DE INVIERNO” EN LA DORADA (*Sparus aurata*).

### AÑO:

Comienzo del plan: 1999  
Finalización del plan: 1999

### OBJETIVOS:

Puesta a punto de las instalaciones de estabulación de los animales que se utilizaran en las experimentaciones, control sanitario y aclimatación de estos animales y crecimiento hasta el peso deseado (alrededor de 100 g).

Determinación de la temperatura letal 50 a 96h (TL 50 96 horas).

Realización de los ensayos de mantenimiento a temperatura baja constante y obtención de los primeros datos sobre cambios metabólicos inducidos por bajas temperaturas.

Realización de ensayos a escala piloto en el polígono de jaulas con el fin de testar el efecto de la alta densidad sobre la patogenicidad y presentación de la enfermedad de invierno.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Generalitat de Catalunya. Dirección General de Pesca Marítima.  
Centro: Centro Nacional de Acuicultura.  
Departamento: Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya.

### DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:

Nombre: María Dolores.  
Apellidos: Furones Nozal.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Las instalaciones donde se realiza este estudio son las instalaciones del Centro Nacional de Acuicultura (C.N.A.) y del Centro de Referencia de Acuicultura (C.R.A.).

Las pruebas en jaulas flotantes se realizaron en el polígono de jaulas flotantes del CA- IRTA en Les Cases d'Alcanar.

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

#### Metodología de respuesta a la disminución de temperatura en circuito cerrado:

Se preparan tres unidades de circuito cerrado con unidades de frío en cada uno de ellos. El circuito A1 sirve como control, mientras que en los circuitos A2 y A3 se realizan las pruebas de descenso térmico.

En cada circuito se aclimatan durante una semana 20 doradas, con un peso entre los 80 y los 150 g y una temperatura de 20 a 15 °C.

**Resultados de respuesta a la disminución de temperatura en circuito cerrado:**

*Circuito A1:*

No se produce ninguna baja a lo largo de todo la prueba, manteniéndose la temperatura a  $15 \pm 1,5$  °C.

*Circuito A2:*

A las 4 horas del comienzo del experimento, se observa en los peces una clara disminución de la actividad motora general y una disminución de la frecuencia respiratoria, disminución que es mucho más apreciable a las 10 horas cuando la temperatura del sistema disminuye a 6,6 °C.

A las 24 horas del inicio de la prueba y con 5,3 °C, se aprecia en el 30 % de los peces de este sistema una pérdida de equilibrio y una ausencia de movimientos natatorios. Estos peces si eran estimulados, realizaban movimientos natatorios rápidos aunque breves para volver rápidamente al estado de torpeza inicial. En este momento se realiza un muestreo de 10 peces.

A las 27 horas del inicio de la prueba, se consigue llegar a la temperatura mínima de 4,7 °C, en donde la totalidad de los peces se quedaron inmóviles y en su mayoría desarrollaron opacidad de cristalino.

A partir de las 27 horas la temperatura se va recuperando lentamente, observándose a las 46 horas del comienzo del estudio que un 20% de los peces han muerto y que un 30% aún no han recuperado el equilibrio a pesar de que la temperatura se ha ido recuperando hasta llegar en ese momento a los 7,9 °C.

A los 5 días del inicio del estudio, el 50% de los peces han muerto.

*Circuito A3:*

A las 4 horas del comienzo del experimento, se observa en los peces una clara disminución de la actividad motora general y una disminución de la frecuencia respiratoria, disminución que es mucho más apreciable a las 10 horas cuando la temperatura del sistema disminuye a 6,3°C.

A las 24 horas del inicio de la prueba y con una temperatura de 6,4 °C, ninguno de los peces mostraron síntomas de pérdida de equilibrio o ausencia de movimientos natatorios, presentando estos síntomas únicamente 2 peces a las 27 horas del inicio de la experiencia.

A las 30 horas y con una temperatura de 7 °C se realizó un muestreo de 10 peces.

A las 46 horas sólo un 10% de los peces había muerto, mientras que un 20% de los mismos, había recuperado el equilibrio. Es en este momento cuando se comienza a recuperar la temperatura hasta llegar a los 15 °C.

A los 5 días del comienzo de la experiencia, se ha producido una mortalidad del 20 %.

### **Conclusiones de respuesta a la disminución de temperatura en circuito cerrado:**

Ante un descenso térmico brusco desde 15 °C, los peces sufren una serie de cambios que les llevan hasta un estado de torpeza progresivo, con una pérdida parcial del equilibrio entre los 6-7 °C y pérdida total del equilibrio por debajo de los 6°C. Cuando las temperaturas se recuperan, los peces vuelven a recuperar de forma progresiva su actividad, aunque un cierto número de peces no se recuperan y mueren. Mortalidad que llega a ser de un 50% si la temperatura desciende hasta los 4,7 °C, y de un 20% si la temperatura únicamente desciende hasta los 4,7 °C.

### **Metodología de la experiencia de rampa de descenso de temperatura combinada con estrés.**

Se preparan tres unidades de circuito cerrado con unidades de frío en cada uno de ellos. El circuito A1 sirve como control, mientras que en los circuitos A2 y A3 se realizan las pruebas de descenso térmico.

En cada circuito se aclimatan durante una semana 20 doradas, con un peso entre los 80 y los 150 g y una temperatura de 20 a 15 °C. Se añaden distintos pulsos de estrés por captura en diferentes momentos de la experiencia.

### **Resultados de la experiencia de rampa de descenso de temperatura combinada con estrés.**

Se realizan pulsos de estrés por captura:

- A las 4 horas: durante 10 minutos.
- A las 8 horas: durante 5 minutos.
- A las 24 horas: durante 5 minutos.

#### *Circuito A2:*

Durante las primeras 12 horas, la temperatura del sistema descendió progresivamente hasta los 6,6 °C, observándose una ralentización de los movimientos, aunque mostrándose activos frente a estímulos.

A las 12 horas, el sistema alcanza los 5,9 °C momento en el que comienzan a observarse en los peces pérdidas de equilibrio y de movilidad. A las 19 horas del inicio de la prueba, se alcanza una temperatura de 4,5 °C, en la que el 95% de los peces se observa una opacidad del cristalino y que permanecen inmóviles en el fondo, aunque responden a estímulos táctiles con movimientos ligeros.

A las 28 horas, la temperatura se ha recuperado hasta los 14 °C aunque un 40% de los peces siguen presentando una pérdida de movilidad y equilibrio, mientras un 50% presentan movimientos lentos y un 10% de los peces ha muerto.

A las 48 horas del inicio del experimento, un 70% de los peces ha recuperado su movilidad e, incluso han recuperado el apetito, mientras que un 30% de los peces ha muerto.



### *Circuito A3:*

Durante las primeras 12 horas, la temperatura del sistema descendió progresivamente hasta los 6,3 °C, observándose una ralentización de los movimientos, aunque mostrándose activos frente a estímulos.

A las 9 horas, con una temperatura de 5,7°C, los peces van sufriendo pérdidas de equilibrio que se acentúan en las dos horas siguientes, produciéndose la muerte de uno de los individuos. Es en este momento cuando se inicia la recuperación de la temperatura.

La recuperación de los peces en este circuito fue algo más rápida que en el circuito A2, mostrándose una mortalidad del 20%.

### **Conclusiones de la experiencia de rampa de descenso de temperatura combinada con estrés.**

Los resultados obtenidos en cuanto a comportamiento son muy similares a los obtenidos en la prueba de disminución de la temperatura en un circuito cerrado.

### **Metodología de las pruebas piloto en jaulas flotantes sobre la influencia de la densidad de cultivo en la inducción del síndrome de invierno.**

Se prepararon dos grupos de jaulas flotantes (G1 a G4) en el polígono de jaulas del CA-IRTA en Les Cases d'Alcanar.

Las jaulas G1 y G2 se usaron como control, con 800 peces cada una de un peso medio de 140 y 136 g respectivamente, lo que representó una carga inicial de 5,36 y 5,22 Kg/m<sup>3</sup>.

Las jaulas G3 y G4 se prepararon como jaulas de alta densidad, con 1695 peces cada una de peso medio 135 y 141 g respectivamente, con una carga inicial de 10,9 y 11,4 Kg/m<sup>3</sup>.

Se realizó un control diario de la alimentación de los peces, se tomaron datos de temperatura y salinidad, se realizó un seguimiento diario de la mortalidad y se realizaron tres muestreos sistemáticos en los meses de diciembre, febrero y mayo tomándose datos biométricos y muestras de 10 peces recogidos al azar para el estudio histopatológico y microbiológico.

### **Resultados de las pruebas piloto en jaulas flotantes sobre la influencia de la densidad de cultivo en la inducción del síndrome de invierno.**

En cuanto a la mortalidad se refiere se produjo una mortalidad del 17,2% en la jaula G1, del 10,12% en la jaula G2, del 21,16% en la jaula G3 y del 23,59% en la jaula G4.

La carga final aumenta en todas las jaulas con excepción de la jaula G4, que disminuyó de un 11,44 Kg/m<sup>3</sup> a un 11,11 Kg/m<sup>3</sup>.

En todos los casos, menos en la jaula G4 que se produjo un descenso de 6,89 animales/m<sup>3</sup>, se produjo un aumento de biomasa produciéndose el mayor aumento de biomasa en la jaula G2 con un 34,70 animales/m<sup>3</sup>.

En todas las jaulas se produjo un incremento del peso medio, produciéndose el mayor incremento en la jaula G2 con un 63,68 gr y el menor incremento en la jaula G3 con un 43,34 g.

La alta densidad de peces produce una disminución del estrés, con independencia de la época de muestreo.

La temperatura influyó en todos los parámetros inmunológicos analizados. Los valores más bajos se registraron de forma generalizada en el mes de diciembre cuando la temperatura era cercana a los 12°C, con tendencia a aumentar hacia el mes de mayo (18 °C).

Peces sometidos a alta densidad y bajas temperaturas durante los meses fríos fueron los más afectados con los rangos más bajos de actividad hemolítica del suero, de hemoaglutinación, lisozímica y porcentaje de actividad de inmunoglobulinas.

La actividad de la ATPasa disminuye con la disminución de las temperaturas.

### **Conclusiones de las pruebas piloto en jaulas flotantes sobre la influencia de la densidad de cultivo en la inducción del síndrome de invierno.**

Se observa un claro efecto del estrés debido a la alta densidad sobre todos los parámetros inmunológicos analizados así como de la actividad ATPasica.

Los resultados sobre mortalidad indican una mayor mortalidad atribuible al Síndrome de Invierno (más del doble) en los peces a alta densidad comparándose con los peces de baja densidad.

Los parámetros productivos indican un peor crecimiento en las jaulas sometidas a alta densidad.

### **COMENTARIOS FINALES.**

La densidad de cultivo es uno de los principales factores que pueden modular la severidad de la expresión del Síndrome de Invierno en la dorada.

## 12. PROYECTO: CULTIVO INTEGRAL DEL PULPO DE ROCA, *Octopus vulgaris*, EN EL MEDITERRÁNEO: REPRODUCCIÓN Y CULTIVO LARVARIO.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1999  
Finalización del plan: 1999

### OBJETIVOS:

El mantenimiento de reproductores del pulpo común, la realización de cultivos larvarios y desarrollo de posteriores análisis, tiene los siguientes objetivos:

- Asegurar el suministro regular de larvas, determinando las condiciones destinadas a favorecer la maduración gonadal de los reproductores, incubación de puestas y obtención de suficiente material larvario para la realización de diferentes cultivos.
- Analizar las posibilidades del empleo de *Artemia* enriquecida para la alimentación en fase larvaria de *Octopus vulgaris*, empleando conjuntamente microdietas experimentales para el destete.
- Analizar la composición lipídica de larvas y alimentos ofrecidos para ajustar el enriquecimiento de *Artemia* y la formulación de microdietas experimentales a los requerimientos nutricionales larvarios de *Octopus vulgaris*.
- Analizar la actividad enzimática y proteolítica de la larva, con la intención de determinar su capacidad digestiva.
- Analizar las tasas de respiración de huevos y larvas para determinar las condiciones de incubación, manipulación y transporte de huevos y larvas.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Generalitat de Catalunya. Dirección General de Pesca Marítima.  
Centro: Centro Nacional de Acuicultura.  
Departamento: Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya.

### DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:

Nombre: M. Dolores.  
Apellidos: Furones Nozal.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Las instalaciones se encuentran ubicadas en:

- Instituto de Ciencias del Mar (Barcelona).
- Sociedad Granja Piscícola de la Bahía de Roses. Sant Pere Pescador (Gerona).

Se utilizan dos stocks de progenitores diferentes con el fin de diversificar, de reducir los riesgos de mortalidad masiva y de asegurar el aporte suficiente de material larvario en óptimas condiciones de calidad y cantidad.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología con el stock de progenitores mantenidos en las diferentes instalaciones:**

Los reproductores se recolectaron a partir de embarques realizados en pesqueros artesanales de pulpo común con artes de pesca cadups y/o pulperas, pertenecientes a los puertos de Vilanova i Geltrú (Barcelona) y Ametlla de Mar (Tarragona).

Los individuos seleccionados, en proporción un macho por cada cinco hembras, tienen una talla superior a 1 Kg de peso fresco.

Los tanques de cultivo son de plástico con forma cilíndrica de 1 metro de altura, 50 cm de diámetro y 200 l de capacidad.

Los reproductores son alimentados diariamente y en exceso con una dieta a base de cangrejos vivos o congelados y/o pescado congelado.

Todos los reproductores son sometidos a una baja luminosidad con el fin de acelerar su proceso de maduración sexual.

Se modula la temperatura de incubación con el fin de conseguir puestas en meses que no son propicias para ellas.

Se favorecieron las cópulas entre individuos mediante la unión de machos y hembras, favoreciendo así la fertilidad de las hembras del cultivo. Se procura que cada hembra esté con un macho cada 2/3 meses durante 2/3 días, asegurándose así la fecundación de la misma.

En las instalaciones del **Instituto de Ciencias del Mar** se lleva a cabo, desde el mes de diciembre de 1998 hasta mediados de septiembre de 1999, el mantenimiento de 29 reproductores (4 machos y 25 hembras). En esta instalación se emplean seis tanques, empleando el circuito abierto de agua de mar del I.C.M., oscilando la temperatura entre los 14,5 y los 23,5°C y con un caudal que se mantuvo en torno a los 400 l/h y tanque.

En las instalaciones de la **Sociedad Granja Piscícola de la Bahía de Roses** se lleva a cabo, desde abril a junio de 1999, el mantenimiento de 15 reproductores de pulpo común (2 machos y 13 hembras). Se emplean doce tanques de cultivo con circuito abierto de agua de mar filtrada de la instalación, oscilando la temperatura entre 12 y 19°C y con un caudal que se mantuvo en torno a los 400 l/h y tanque.

#### **Resultados con los stocks de progenitores mantenidos en las diferentes instalaciones:**

Durante el presente estudio, el número de puestas obtenidas fue de nueve; se obtuvieron puestas durante los meses de mayo (1), junio (3), julio (2), agosto (2) y septiembre (1). Aunque todas las puestas fueron fértiles, dos de ellas no se pudieron incubar por el fallecimiento de las hembras que pusieron dichas puestas.

A partir de las siete puestas llevadas a buen término, se obtuvieron unas 2.406.000 larvas de *Octopus vulgaris*.

#### **Metodología del cultivo larvario de *Octopus vulgaris*:**

Todas las series de cultivos larvarios de *Octopus vulgaris* que tuvieron lugar en el presente estudio se realizaron en las instalaciones de Instalaciones de Ciencias del Mar de Barcelona.

Se utiliza un circuito semi-cerrado de capacidad diseñado para el cultivo larvario de *Octopus vulgaris*, pudiéndose cultivar al inicio del cultivo hasta 5.000 larvas. Se usan 8 tanques de 25 l de capacidad, cilíndricos, de PVC de color gris, de 65 cm de alto por 25 cm de diámetro interno y nivel de agua de 57 cm de altura. El aporte de agua se mantuvo alrededor de los 80 l/h. La mayor parte del cultivo fue aportado manualmente por los experimentadores, usándose de forma auxiliar cuatro dispensadores de alimento de descarga múltiple. El conteo de las larvas destinadas a cada tanque se realizó de forma manual.

Se llevaron a cabo cuatro series de cultivos larvarios de *Octopus vulgaris*, utilizando como alimento nauplios de *Artemia* enriquecida y nauplios junto a microdietas experimentales presentadas en forma de milicápsulas. La iluminación se mantuvo continua y la mortalidad diaria se obtuvo mediante el conteo de los fallecidos diarios recolectados al sifonar cada tanque.

La *Artemia* seleccionada fue la *Artemia franciscana* (AF), una de las más completas en composición de ácidos grasos.

La densidad de nauplio enriquecido ofrecido fue de aproximadamente 12 nauplios/ml en todos los cultivos.

La cantidad en peso fresco de milicápsulas ofrecidas diariamente entre los días 1 a 20 fue de 7,5 g por cada tanque. Conforme avanzó el cultivo, el aporte de milicápsulas entre los días 21 a 30 (cultivos MC2 y MC3) se dobló, siendo de 15 g por tanque.

Las cuatro series de cultivos larvarios, atendiendo a los diferentes regímenes alimentarios ofrecidos, fueron los siguientes:

- Cultivo NA.

Las larvas se alimentan desde el día 1 con una dieta basada únicamente en nauplio de *Artemia* enriquecida con DC Super Selco.

Se utilizan 4 tanques de 25 l, disponiéndose 800 larvas por tanque. La temperatura de cultivo osciló entre los 20 y 22 °C, con una media de 21,2 °C.

- Cultivo MC1.

Las larvas se alimentan desde el día 1 con una dieta basada únicamente en nauplio de *Artemia* enriquecida con DC Super Selco y con milicápsulas MC1 (no tiene colorantes y tienen una humedad de aproximadamente 93,6%).

Se utilizan 4 tanques de 25 l, disponiéndose 800 larvas por tanque. La temperatura de cultivo osciló entre los 20 y 22 °C, con una media de 21,2 °C.

- Cultivo MC2.

Las larvas se alimentan desde el día 1 con una dieta basada únicamente en nauplio de *Artemia* enriquecida con DC Super Selco y con milicápsulas MC2 (no tiene colorantes).

Se utilizan 4 tanques de 25 l, disponiéndose 800 larvas por tanque. La temperatura de cultivo osciló entre los 20,5 y 22,5 °C, con una media de 21,3 °C.

- Cultivo MC3.

Las larvas se alimentan desde el día 1 con una dieta basada únicamente en nauplio de *Artemia* enriquecida con DC Super Selco y con milicápsulas MC3 (colorante de carmín de cochinilla y tienen una humedad de aproximadamente 87,5%).

Se utilizan 4 tanques de 25 l, disponiéndose 800 larvas por tanque. La temperatura de cultivo osciló entre los 20,5 y 22,5 °C, con una media de 21,3 °C.

- Cultivo Ayuno.

Las larvas se dejan en ayuno desde el nacimiento para realizar el control de sus reservas vitelinas.

Se utilizaron 3 tanques de cultivo con 400 larvas por tanque y una capacidad del tanque de 25 l. La temperatura de cultivo osciló entre los 21,3 y 22,6 °C, con una media de 21,8°C.

#### **Resultados del cultivo larvario de *Octopus vulgaris*:**

El peso medio de los ejemplares recién nacidos fue de 1,43 mg y doblaron el peso a los 15 días, en los cuatro cultivos realizados.

Para la edad de 20 días, se halló que el peso medio de las larvas de los 4 cultivos fue diferente. Entre los cultivos NA y MC1 no se hallaron diferencias y su peso fue superior al alcanzado por los cultivos MC2 y MC3, no hallándose diferencias entre éstos dos últimos cultivos. Se obtuvo un crecimiento reducido en todos los cultivos.

Transcurridos los primeros 10 días de mayor mortalidad, determinada por la primera alimentación, la supervivencia mostró valores de rango similares en todos los cultivos realizados, con supervivencias superiores al 20%. A la edad de 20 días, ninguno de los cultivos superó el 6% de supervivencia y a la edad de 30 días la mejor supervivencia fue del 2,6% para el cultivo MC3.

No se produjeron mortalidades masivas o puntuales en ningún cultivo, que hiciera pensar en la presencia de posibles infecciones.

#### **Metodología del análisis de la composición lipídica y ácidos grasos de las larvas de *Octopus vulgaris*:**

Se estudian las principales clases de lípidos y composición de ácidos grasos de ejemplares recién nacidos y larvas cultivadas a 30 días de *Octopus vulgaris*, así como de sus presas naturales y de alimento artificial aportado.

Para el análisis de las larvas de *Octopus vulgaris* se utilizaron muestras recolectadas durante dos cultivos realizados en 1998 en el Instituto de Ciencias del Mar en Barcelona, donde se utilizó como alimento biomasa de *Artemia* y pienso.

- Cultivos Octopus HB.

Cultivo que se inició con un total de 1.250 larvas recién nacidas divididas en dos tanques cilíndricos de plástico de polietileno de 70 l de capacidad y con 120 l/h de aporte de agua. La temperatura oscila entre 20 y 22 °C. Se aporta biomasa de *Artemia* (dieta HB) "ad libitum" desde el primer día de cultivo hasta el final (30 días). Iluminación continua de 24 horas/ día.

- Cultivos Octopus SS.

Cultivo que se inició con un total de 1.600 larvas recién nacidas divididas en cuatro tanques cilíndricos de PVC de 25 l de capacidad y con 80 l/h de aporte de agua. La temperatura oscila entre 20,6 y 22,5 °C. Se aporta biomasa de *Artemia* (dieta SS) "ad libitum" desde el primer día de cultivo hasta el final (30 días), añadiéndose pienso desde el día 10 hasta el final.

Iluminación continua de 24 horas/ día.

#### **Resultados del análisis de la composición lipídica y ácidos grasos de las larvas de *Octopus vulgaris*:**

Las pendientes de las curvas de crecimiento de ambos cultivos fueron diferentes, siendo mejor el crecimiento en Octopus HP, aunque la supervivencia fue menor. El mejor perfil de ácidos grasos lo alcanzan las larvas de cultivo de Octopus SS.

Se observa una clara influencia de la composición lipídica del alimento sobre la composición lipídica total y de ácidos grasos de las larvas de pulpo cultivadas.

Las larvas de *Octopus vulgaris* cultivadas mostraron un bajo contenido en PUFA en comparación con las recién nacidas.

#### **Metodología del análisis de la actividad enzimática en las larvas de *Octopus vulgaris*:**

Se trata de ofrecer una primera aproximación a la capacidad digestiva de las larvas de esta especie, especialmente centrada en enzimas proteolíticos, con el fin de ajustar y formular futuras dietas artificiales adecuadas al cultivo larvario y juvenil.

Las muestras analizadas correspondieron a huevos en diferentes estados de maduración, larvas recién nacidas y larvas cultivadas. Se recolectaron al azar larvas en aparente buen estado general, a edades de 10, 15, 20, 25 y 30 días, pertenecientes a los cultivos NA, MC1, MC2 y MC3.

Se cuantificó la actividad proteolítica total, la actividad de la tripsina y la actividad de la quimiotripsina.

**Resultados del análisis de la actividad enzimática en las larvas de *Octopus vulgaris*:**

Las larvas pertenecientes a los cultivos con mejor crecimiento en peso, muestran una buena actividad proteolítica.

No se observaron diferencias en los embriones analizados a diferentes estados de madurez de los huevos, pero sí se determinó un aumento de la actividad proteolítica tras la eclosión y seguidamente una posterior estabilización de esta actividad.

El cultivo MC1 mostró los más elevados niveles de actividad enzimática proteolítica.

**Metodología de las tasas de respiración de huevos y larvas las de *Octopus vulgaris*:**

Huevos y larvas de *Octopus vulgaris* se recolectaron a partir de puestas obtenidas en el Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona para determinar las tasas de respiración.

**Resultados de las tasas de respiración de huevos y larvas las de *Octopus vulgaris*:**

Se estima que el consumo de oxígeno de la larva recién nacida triplica el del huevo durante su último periodo de desarrollo embrionario.

Se estima que el consumo específico de oxígeno en larvas de *Octopus vulgaris* recién nacidas es de  $0,18 \text{ nmol O}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$  de peso seco.

**Conclusiones generales:**

El volumen de larvas obtenidas de las 7 puestas que llegaron a buen término, cubrieron en exceso las necesidades de larvas destinadas a la realización de los diferentes cultivos, considerándose una cifra suficiente para llevar a cabo futuros cultivos piloto.

Los valores de larvas obtenidos, muestran la idoneidad de esta especie para ser explotada en acuicultura.

El empleo de microdietas mostró resultados esperanzadores inicialmente, al ser capturado y aceptado el alimento inerte por las larvas de *Octopus vulgaris*. Aún así no se consiguió la supervivencia más allá de 30 días.

Las causas posibles del reducido crecimiento de las larvas, así como de la elevada mortalidad larvaria, son los alimentos aportados, tanto presa viva como inerte, debido a sus deficiencias en uno o varios principios.

La elevada mortalidad larvaria no permitió la obtención de juveniles bentónicos.



La palatabilidad y textura del pienso es un factor limitante para que la ingesta tenga lugar con éxito. Por los resultados obtenidos, parece que el empleo de *Artemia* en el cultivo de pulpos en estados larvarios y juveniles no es el adecuado, proponiéndose el utilizar dietas de enriquecimiento ricas en lípidos polares y/o técnicas de coalimentación a partir de *Artemia* enriquecida y dietas inertes.

Las larvas de *Octopus vulgaris* requieren un alimento rico en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), fosfolípidos y colesterol y, un moderado contenido en lípidos neutros.

La actividad proteolítica se encuentra relacionada con el régimen alimentario de los cultivos, alcanzando la tripsina mayores valores que la quimiotripsina, en las muestras analizadas.

Deben tomarse en cuenta elevados niveles de oxígeno para el adecuado mantenimiento, incubación y transporte de masas de huevos de esta especie.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Comunidad Autónoma de Cataluña:**

- **1996:** Desarrollo de experiencias encaminadas a la cría experimental de pulpo (*Octopus vulgaris*) hasta el tamaño denominado "popet"
- **1998:** Cultivo larvario y juvenil del pulpo. *Octopus vulgaris*.
- **1999:** Cultivo integral del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) en el Mediterráneo: reproducción y cultivo larvario. (Proyecto en coordinación con la Comunidad Autónoma de Murcia).

#### **Comunidad Autónoma de Andalucía:**

- **1999:** Aclimatación y engorde de pulpo (*Octopus vulgaris*) y sepia (*Sepia officinalis*) en distintas condiciones de cultivo. Obtención de puestas y producción de paralarvas.

#### **Comunidad Autónoma de Murcia:**

- **1999:** Cultivo integral del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) en el Mediterráneo: reproducción y cultivo larvario. (Proyecto en coordinación con la Comunidad Autónoma de Cataluña).

### **COMENTARIOS FINALES.**

Para la realización de futuros estudios sobre cultivos larvarios de pulpo común, se proponen técnicas de coalimentación basadas en el empleo de lípidos polares y PUFA para enriquecer *Artemia*, junto a piensos de apropiada palatabilidad.

Se propone la continuación de este proyecto de investigación dirigido hacia el cultivo larvario de pulpo, mediante la coalimentación de *Artemia* y microdietas experimentales, que permitan realizar el destete y posterior engorde hasta el estadio juvenil.

## CAPÍTULO X: C.A. GALICIA

### 1. PROYECTO: CULTIVO DE ERIZO DE MAR (*Paracentrotus lividus*) EN EL LABORATORIO Y SEGUIMIENTO EN EL MEDIO NATURAL.

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1993  
Finalización del plan: 1994

#### OBJETIVOS:

El objetivo de este proyecto es la obtención de juveniles destinados a la siembra y posterior seguimiento de las poblaciones en el medio natural, con la finalidad de obtener datos que establezcan la viabilidad de la recuperación de zonas sobreexplotadas mediante normas técnicas que contribuyan a la continuidad del recurso.

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura.  
Centro: Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo.

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Jose Luis.  
Apellidos: Catoira Gómez.

#### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto se lleva a cabo en las instalaciones del Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo (Consellería de Pesca) y en instalaciones de cultivo en autorización temporal experimental otorgadas para el mismo por la Consellería de Pesca en zonas costeras de las Ensenadas de Mera y Lorbé en La Coruña (polígono Sada-A de bateas de mejillón en la Ría de Ares Betanzos).

#### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

##### Metodología:

El Proyecto se centra en el cultivo larvario de *Paracentrotus lividus* con especial referencia a la fijación, con el objetivo de la obtención de juveniles destinados a la siembra, y en el posterior seguimiento de las poblaciones en el medio natural, con la finalidad de obtener datos que establezcan la viabilidad de la recuperación de zonas sobreexplotadas mediante el establecimiento de normas técnicas que contribuyan a la continuidad del recurso.

El desarrollo del Programa se ha estructurado en dos unidades coordinadas. La primera consistente en la producción de juveniles en el Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo (CCMR), realizándose el cultivo larvario, la fijación y la estabulación de juveniles en sistemas tipo "tobogán" y otros, así como estudios específicos sobre la alimentación y la metamorfosis. La segunda se fundamenta en el diseño, elaboración y establecimiento de sistemas de cultivo en el medio natural con el objetivo del estudio de las poblaciones

introducidas en estos sistemas, con especial referencia a las tasas de supervivencia y al crecimiento.

En el CCMR se acondiciona una superficie interior de aproximadamente 75 m<sup>2</sup> para el cultivo larvario, que exige modificaciones en la instalación de abastecimiento de agua caliente - fría filtrada por UV, líneas de aireación y otras obras menores que permiten la concentración del cultivo de erizo en esa superficie, al disponer en ella también el "tobogán" de mantenimiento de juveniles y tanques (de 1500 litros para estabulación de progenitores y de 1100 litros para el acondicionamiento de post-larvas). Para el cultivo larvario se utilizan 20 tanques de 160 litros con diseño específico.

La búsqueda y obtención de progenitores se llevó a cabo en la zona infralitoral con ayuda de escafandra autónoma y sobre la intermareal inferior en localidades próximas al Centro de Cultivos de Ribadeo. Una vez localizadas las poblaciones de erizo, se procedía a la recogida de individuos adultos en número suficiente para su acondicionamiento y posterior tratamiento en el laboratorio.

Los progenitores eran estabulados en panniers del tipo utilizado para el cultivo suspendido de ostra, dentro de tanques de 1.500 litros de capacidad con circuito abierto de agua de mar filtrada, manteniéndose con aireación constante, temperatura ambiente y aportándose inicialmente alimento basado en macroalgas, fundamentalmente del género *Laminaria*.

La estimulación a la puesta requiere la colocación invertida de los individuos sobre vasos de precipitados conteniendo agua de mar axénica filtrada por ultravioleta, con su zona periproctal en contacto con la superficie del líquido para asegurar la inmersión de los poros genitales en el medio. La temperatura del agua es de 20°C y la estimulación se realiza por medio de descargas eléctricas o por el método más efectivo de la inoculación vía peristomial de sales potásicas.

La puesta en los machos se visualiza en forma fibrilar continua de color blanco, pudiendo los óvulos, de color anaranjado, ser emitidos en continuo o en glomérulos. Cada hembra puede poner varios millones de óvulos, que serán filtrados por malla de 250 micras a recipientes con agua de mar estéril a temperatura ambiente. La estimulación a la puesta de los progenitores se consigue con la inoculación, vía peristomial, de dosis variables de permanganato potásico 0,1 N. La fecundación se realiza por adición, en bandejas con puesta  $\alpha$  en reposo, de pequeñas cantidades de gametos (para evitar polispermia) según el número de óvulos obtenidos.

En estas operaciones se utilizan filtros y agua de mar esterilizada, consiguiendo porcentajes de fecundación de hasta el 100 %, manteniéndose a continuación un corto período de reposo.

La lupa binocular y el microscopio son utilizados para el conteo de óvulos, repetitivo y estimado volumétricamente. Su talla es muy uniforme, de alrededor de 90 micras de diámetro. Tras la conjunción de los gametos se forma una membrana de fecundación, visible a la lupa a continuación de la inseminación. El citoplasma de los huevos tiene una estructura más finamente granulosa que la del óvulo. Los huevos son de escaso vitelo y pertenecen al tipo oligolecito, siendo por tanto la segmentación total, que es igual y radial en las tres primeras divisiones, en sus estadios de 2, 4 y 8 blastómeros, para devenir enseguida desigual en los estadios de 16, 32 y 64 blastómeros, y desapareciendo rápidamente la disposición radial.

La segmentación del huevo culmina con la formación de una celoblastula ciliada, que a las 24 horas de la fecundación sufre la invaginación del endodermo en el proceso de Gastrulación. En la gástrula distinguimos el blastoporo o abertura del

arquenteron que aparece como un tubo interno y las vesículas celómicas en la parte más interna de la invaginación, apareciendo granulado en su interior el mesénquima.

A las 24 horas de la fecundación se produce la formación de la larva *Pluteus* definitiva, que presenta cuatro brazos (dos preorales y dos postorales), sostenidos por varillas calcáreas, rodeando la depresión bucal. Nada girando sobre sí misma, con los brazos dirigidos en el sentido del desplazamiento. De hecho, al ser rígidos, estos brazos no sirven más que de flotadores pasivos, siendo la banda ciliada circum-oral el verdadero aparato locomotor. A las dos semanas de vida se observan distintas clases de talla y aparece el estado de 6 brazos en las larvas más desarrolladas, con dos nuevos posterodorsales. Nueve días más tarde algunas de estas últimas se presentan ya con el estado de 8 brazos, incorporándose dos anterolaterales.

Los huevos obtenidos son transferidos a tanques de cultivo larvario en circuito cerrado, de 160 l de capacidad, en los que se mantuvo una densidad media de 7 larvas/ml (Max:12, min:2), manteniéndose una discreta aireación y controlándose la temperatura, con regulación constante a 20°C.

Los tanques de cultivo larvario son cilindro - cónicos para facilitar su vaciado, realizándose una o dos renovaciones de agua a lo largo del proceso, de duración variable, oscilando entre 20 y 30 días. Se experimenta también el cultivo en oscuridad total en tanques opacos. Para la alimentación de las larvas se utilizan cultivos axénicos de microalgas, obtenidos a partir de cepas mono-específicas, desarrollados en botellones con agua de mar esterilizada y con aporte de nutrientes en volúmenes de 5 a 10 l. El primer aporte de alimento se produce a los dos días de la fecundación, utilizándose microalgas de las especies *Isochrysis galbana* y *Tetraselmis suecica* durante los primeros días y una mezcla con diatomeas (*Phaeodactylum tricornutum* - *Chaetoceros calcitrans* - *Skeletonema costatum*) hasta la fijación, siendo las concentraciones diarias superiores a 300 células/ml.

El primordio o embrión equiniano se presenta después de 30 días de vida de la *Pluteus*, en un primer estado de último desarrollo larvario que se caracteriza por una reabsorción de los brazos y la aparición en posición lateral interna del embrión. La estimulación de la competencia para la fijación en el período de metamorfosis es conseguida por el establecimiento de una capa diatomeo - bacteriana que recubre las paredes de los tanques de cultivo y que se utiliza también en las placas colectoras utilizadas para la fijación, que son colocadas a la observación del primordio.

El número de larvas viables obtenido en 1995 ha sido de aproximadamente  $53 \times 10^6$  consiguiéndose muy bajos porcentajes de fijación, presumiblemente debidos a lo inadecuado de la época de puesta (junio - diciembre). Se contabilizaron 24.000 juveniles de 1 mm fijados en las paredes de los bins y sobre los colectores ensayados, de los que el mejor resultado obtenido ha sido del modelo de láminas plásticas con placa diatomeo - bacteriana.

Una característica metamórfica y post - embrionaria es el desproporcionado tamaño de los pedicelarios y pies ambulacrales con respecto al dermoesqueleto del individuo en formación. La finalización del período embrionario o metamórfico da lugar a la formación de un individuo juvenil que presenta ya las características morfológicas y funcionales, excepto la nutrición, de un erizo adulto. Durante los primeros días de vida de estos juveniles de 1 mm de diámetro la boca no es funcional (juveniles endotróficos), comenzando su alimentación macroscópica sobre algas como *Enteromorpha* y *Litophyllum* cuando su morfología y funcionalidad es prácticamente la de un individuo adulto (exotróficos).

Las instalaciones para el mantenimiento en cultivo de los juveniles consisten en una estructura tipo tobogán, en donde son colocadas cajas con diferentes tamices, según la talla de los erizos, y tanques de 1.100 l de capacidad en los que se instalan bandejas de cultivo de 500 micras de malla, para el engorde hasta los 10 mm de diámetro del caparazón. El "tobogán" de mantenimiento de juveniles consta de dos niveles, conformando una longitud de 6 m por la que discurre un caudal de 600 litros/hora, siendo la superficie útil de cultivo de 3 m<sup>2</sup>, en circuito semi - cerrado con un aporte de agua externa de 100 litros/hora y tanque de reserva de 140 l.

Las especies de algas utilizadas en estas fases son fundamentalmente *Litophyllum incrustans*, *Enteromorpha spp*, *Mastocarpus stellata* y Fucales en los primeros estados de permanencia en el tobogán y *Laminaria ochroleuca*, *L. hyperborea*, *Cystoseira baccata*, *Chondrus crispus*, *Fucus vesiculosus* y *Fucus serratus*, en los tanques de engorde.

Las experiencias realizadas demuestran la existencia de "cabezas" y "colas" en las poblaciones estabuladas, lo que se traduce en una notable dispersión de tallas para una misma clase de edad. Cuando la media de talla se aproxima a los 8 mm se procede al traslado de los juveniles al medio natural. El porcentaje de supervivencia en el engorde ha sido aproximadamente del 10 %, obteniéndose un número de juveniles con destino a la siembra mucho menor del esperado.

Es la zona intermareal de costas semiexpuestas la elegida para el segundo método de obtención de juveniles de *Paracentrotus lividus*, donde ocupa cubetas litorales, en las que excava nichos de protección debido a la severa hidrodinamia de su emplazamiento y en las que se alimenta tanto de las algas incrustantes que la tapizan como de las acompañantes (*Corallina officinalis*, *Ulva lactuca*, *Rhodymenia palmata* y otras) y de las que arriban a estas cubetas, por lo que resulta frecuente observar trozos de frondes de laminarias retenidos por los jóvenes erizos sobre su zona dorsal con la doble finalidad de nutrición y protección de la luz debido a su fototropismo negativo. La talla media de captura ha sido de 20 mm y el rendimiento o esfuerzo de captura, de 300 individuos/recolector/hora.

Han sido utilizados varios artefactos para el seguimiento de juveniles de *Paracentrotus lividus* en el medio natural. De una primera jaula de cultivo experimental, sobredimensionada para permitir el acceso a su interior, con 25 m<sup>2</sup> de superficie útil repartidos en cuatro cámaras, se describen las siguientes características: armazón de entramado metálico de aleación aluminica marina que sirve de soporte para paños de red de 6 mm de malla sintética en todo su contorno, superficie superior y doble fondo, siendo la superficie interna inferior de malla plástica. Las dimensiones de la jaula son de 5 x 5 x 3 metros, fondeándose con cuatro muertos de 800 Kg. y manteniéndose a unos 6 metros del fondo y 4 de la superficie, en la que está balizada por cuatro boyas tipo A-5. En su parte superior dispone de cuatro bocas de alimentación susceptibles de ser ocupadas por tubos semirrígidos con salida en flotación a superficie.

La ubicación de esta jaula, que es fondeada en una batimetría de 14 m, es la Ensenada de Lorbé, en el polígono Sada - A de bateas de mejillón de la Ría de Ares - Betanzos. Esta situación ha causado problemas de limpieza por la abundante epifauna de mejillón fijada en los paños exteriores de red y sobre el propio fondo de malla plástica, siendo considerados los epifitos como parte integrante del cultivo, sin interferir en su proceso. El aporte de alimento al interior de la jaula se restringe a dos únicas especies de macroalgas: *Laminaria ochroleuca* y *Undaria pinnatifida*, que son suministradas periódicamente en cantidad suficiente para su mantenimiento en continuo. La recogida de los erizos en cada cámara de la jaula, para el control de pesos y tallas es realizada mensual o bimensualmente, procediéndose a las operaciones de control durante el

tiempo mínimo indispensable, con material de laboratorio portátil, en instalaciones situadas en las inmediaciones del propio puerto de Lorbé.

Aunque los resultados de supervivencia de las poblaciones controladas en este sistema de cultivo han sido positivos, las dificultades de limpieza exterior y de mantenimiento de la jaula por roturas en los paños del fondo, debido a temporales en la zona, han motivado un cambio de sistema hacia una estructura más sencilla, para la que se ha elegido un fondeo en una zona alejada de polígonos de cultivo de mejillón. Esta nueva estructura consistía en una jaula hexagonal fabricada con tubo de PVC, compartimentada en seis cámaras aisladas por malla plástica de 6 mm. Constaba además de un sistema de compuertas superior individualizado por cámara y cuatro puntos de anclaje: para la sujeción a boya señalizadora en superficie y para su fondeo a muertos.

La zona elegida para su instalación ha sido la Ensenada de Mera en fondos de 13 metros, quedando suspendida a 6 metros de la superficie. La experiencia con este artefacto resultó negativa al no haber superado las pruebas de resistencia a las que fue sometido.

#### **Resultados:**

Los primeros resultados de crecimiento determinan una media de 0,047 mm/día en talla y de 0,03 gr/día en peso. Estas cifras indican que la talla comercial de 55 mm sería alcanzada en poco más de tres años de vida.

Las operaciones de cultivo en laboratorio, destinadas a la obtención masiva de juveniles de *Paracentrotus lividus* no han dado buenos resultados, sin ser definitivos, por problemas no resueltos ligados al proceso de fijación y al mantenimiento hasta los 10 mm de talla.

#### **Conclusiones:**

Aunque técnicamente viable, no se considera de interés en la actualidad, a nivel económico, el cultivo *indoor* de erizo de mar en Galicia, teniendo además en cuenta la abundancia del recurso en el medio natural. Sin embargo, se estima de gran importancia comercial el establecimiento de sistemas de estabulación en zonas costeras de individuos adultos, al objeto de asegurar el suministro al mercado cuando las condiciones climatológicas sean adversas.

Las acciones de repoblación de zonas sobreexplotadas deberían ser acometidas a partir de poblaciones naturales, trasladando juveniles de zonas internas en las Rías a zonas expuestas, explotadas o no, pero de probada viabilidad para su asentamiento con un alto rendimiento.

## OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

### **Comunidad Autónoma de Cataluña:**

- **1993-94:** Engorde de equinodermos: Erizos de mar (*Paracentrotus lividus*).

## COMENTARIOS FINALES.

La siembra de juveniles de *Paracentrotus lividus* en el medio natural está condicionada a una total protección contra sus predadores, en instalaciones tipo "jaulas", dado que en el difícil seguimiento de siembras libres se ha comprobado una alta desaparición y una total mortalidad.

Aunque técnicamente viable, no se considera de interés, a nivel económico, el cultivo *indoor* del erizo de mar en Galicia, teniendo en cuenta además la abundancia del recurso en el medio natural.

Sin embargo, se estima de gran importancia comercial el establecimiento de técnicas de estabulación en zonas costeras de individuos adultos, con el objeto de asegurar el suministro al mercado cuando las condiciones climatológicas sean adversas.

## DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Presentación en el VI Congreso Nacional de Acuicultura del Vídeo científico: Cultivo en laboratorio del erizo de mar (*Paracentrotus lividus*, Lmk) y perspectivas de repoblación en medio natural.

Informe Técnico de la Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura: Catoira Gómez, J.L., Mosquera Tallón, G. y Martínez Patiño, D. 1995.- Proyecto de cultivo de erizo de mar *Paracentrotus lividus* (Lamarck) en laboratorio y de seguimiento en medio natural. Planes Nacionales de Cultivos Marinos. 1994. JACUMAR.

## 2. PROYECTO: DESARROLLO DE LÍNEAS DE ESTUDIO SOBRE OREJA DE MAR (*Haliotis tuberculata*) EN GALICIA

### AÑO:

Comienzo del plan: 1993  
Finalización del plan: 1994

### OBJETIVOS:

El objetivo de este estudio es llegar a la obtención de postlarvas y semilla de *Haliotis tuberculata* para efectuar su posterior siembra y seguimiento en el medio natural; tanto en zonas acotadas en medio abierto sin más intervención que la siembra, como en artefactos diseñados para su engorde en cultivo suspendido con suministro complementario de alimento.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura.

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: M<sup>a</sup> del Carmen.  
Apellidos: García Alonso.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La experiencia de cultivo se desarrolla en la Isla de Ribadeo, en la Isla de Arousa y en la Ría de Pontevedra.

Para el mantenimiento de juveniles en cautividad y determinar los hábitos alimentarios se utilizan las instalaciones de los siguientes centros:

- Centro Investigaciones Mariñas (en Vilaxoán, Ría de Arousa).
- Centro Experimental de Couso (en Ribeira, Ría de Arousa)
- Centro de Cultivos Marinos (en la Ría de Ribadeo).

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

#### Metodología de los trabajos de evaluación de la biomasa y situación de las poblaciones de oreja de mar en Galicia:

El presente estudio consiste en la realización de muestreos en la franja sublitoral de la costa gallega con el fin de determinar la presencia del molusco gasterópodo *Haliotis tuberculata*. Se seleccionan tres zonas:

Zona A: situada en el norte desde la Ría de Ribadeo (límite territorial entre Galicia y el Principado de Asturias) hasta la Bahía de La Coruña.

Zona B: en torno a la Isla de Arousa, en el centro de las Rías Bajas (provincia de Pontevedra).



Zona C: desde la Ría de Pontevedra hasta la desembocadura del Miño (límite territorial con Portugal).

Cada una de éstas zonas se subdivide en áreas, teniendo en cuenta sobre todo el tipo de sustrato presente, sobre las que se realizan muestreos mediante buceo con escafandra autónoma, en los cuales se verifica el tipo de sustrato presente y se estudia la presencia de la oreja de mar, así como las especies de macroalgas con mayor presencia.

Por lo tanto se realizan muestreos, mediante transectos, en 155 áreas de estudio o estaciones a lo largo de la costa, cosechando en algunos casos muestras que se utilizan para medir los parámetros de toxinas que presentan. Se anotan datos de presencia o ausencia, de la densidad, algún dato sobre tamaños medios (en caso de que se capture algún ejemplar), flora asociada, características de sustrato y otros.

La toma de datos se realiza en una serie de fichas que posteriormente son copiadas a nivel informático, siendo, una vez cargados los datos, sometidos a selección, dejando únicamente los que contengan información sustancial.

### **Resultados de los trabajos de evaluación de la biomasa y situación de las poblaciones de oreja de mar en Galicia:**

#### **Zona A:**

Esta zona se subdivide en 74 áreas (desde el área 1 hasta el área 74). De éstas 74 áreas, en unas 40 predomina el sustrato de tipo rocoso, mientras que en el resto predomina el sustrato de tipo arenoso y/o arenoso – fangoso.

La presencia de la oreja de mar se produce en prácticamente la mitad de las áreas seleccionadas para el estudio. En la mayoría de las áreas la oreja de mar se encuentra presente en densidades bajas y son ejemplares de escaso tamaño.

Las especies de macroalgas que predominan en estas zonas son *Fucus spp*, *Chondrus crispus* y *Laminaria hiperborea*.

#### **Zona B:**

Esta zona se subdivide en 8 áreas (desde el área 75 hasta el área 82). De éstas, en la mitad predomina el sustrato de tipo rocoso y en el resto el sustrato de tipo arenoso.

La presencia de la oreja de mar se produce en la mayoría de las áreas seleccionadas para el estudio, siendo el tamaño de las orejas de mar más bien grande, aunque las densidades son más bien bajas.

Las especies de macroalgas que predominan en estas zonas son *Fucus serratus*, *Sargasum mitilicum* y *Laminaria hiperborea*.

#### **Zona C:**

Esta zona se subdivide en 73 áreas (desde el área 83 hasta el área 155). De éstas 73 áreas, más o menos la mitad predomina el sustrato de tipo rocoso, mientras que en el resto predomina el sustrato de tipo arenoso y/o arenoso – fangoso.

La presencia de la oreja de mar se produce en unas 30 áreas de estudio. Encontrándose ausente en todas las áreas desde la 128 hasta la 155. En la mayoría de las áreas la oreja de mar se encuentra presente en densidades no muy altas y son ejemplares de tamaño medio – grande.

Las especies de macroalgas que predominan en estas zonas son *Fucus spp*, *Chondrus crispus*, *Sargasum mitilicum* y *Laminaria hiperborea*.

#### **Conclusiones de los trabajos de evaluación de la biomasa y situación de las poblaciones de oreja de mar en Galicia:**

La especie *Haliotis tuberculata* necesita un sustrato rocoso, preferentemente fragmentado y fisurado, con el fin de encontrar protección frente a depredadores, buenas zonas de pasto por la fijación algal y preferentemente zonas no demasiado expuestas a la acción del mar, pero si con buena renovación del agua.

La especie de macroalga que está más asociada a la oreja de mar es la *Laminaria hyperborea*, aunque también aparece asociada el *Sargasum*, alga que procede del pacífico oriental y que actualmente infesta importantes zonas de la costa gallega.

#### **Metodología del mantenimiento de juveniles en cautividad de cara a determinar los hábitos alimentarios y evolución de la biotoxina P.S.P:**

Se pretende analizar el rendimiento que se obtiene con diferentes dietas, basadas en especies algales pertenecientes a los grupos de algas pardas, verdes y rojas, ampliamente distribuidas en las áreas geográficas próximas a las estaciones de estudio.

Se recogen del medio natural un total de 120 ejemplares de *Haliotis tuberculata* en fase juvenil (46,4-60,1 mm de longitud de concha). Durante el periodo de estudio se mantienen separados en grupos de 15 dentro de acuarios de 50 l, con fotoperiodo natural y flujo continuo de agua de mar sin filtrar. La experiencia se desarrolla entre marzo y septiembre de 1995. Las dietas analizadas se basan en macroalgas recogidas en el medio natural en tres estaciones, dos de ellas situadas en la Ría de Arousa y una tercera situada en la Ría de Ribadeo. El suministro de alimento es “*ad libitum*”. Semanalmente se mide la longitud de la concha y el peso de los ejemplares.

Se ensayan ocho dietas monoalgales y una mixta (I) formadas por algas pertenecientes a las siguientes divisiones:

##### PHAEOPHYTA:

- *Bifurcaria bifurcaria* (Dieta A).
- *Codium tomentosum* (Dieta B).
- *Laminaria sp.* (Dieta C).
- *Himanthalia elongata* (Dieta D).

##### CHLOROPHYTA:

- *Enteromorpha sp.* (Dieta D)

- *Codium tomentosum* (Dieta E).
- *Ulva sp* (Dieta F)

## RHODOPHYTA:

- *Gelidium sp.* (Dieta G).
- *Chondrus crispus* (Dieta H).

El método de bioensayo que se sigue para la determinación de la toxina paralizante (P.S.P.) en moluscos bivalvos, es el que aparece descrito en el Decreto 116/1995 (DOG N° 87 de 8 de mayo de 1995) y seguido por el Centro de Control de Calidade do Medio Mariño dependiente de la Consellería de Pesca, Marisqueo y Acuicultura. Se analizan de forma sistemática a partir de enero de 1995 individuos adultos recogidos en Quilme (Arousa).

**Resultados del mantenimiento de juveniles en cautividad de cara a determinar los hábitos alimentarios y evolución de la biotoxina P.S.P:**

En la siguiente tabla se recogen las medias, en peso vivo (g) y longitud (mm), al inicio y final de la experiencia, de cada grupo con diferente dieta. También se indica la Tasa de Crecimiento Mensual (TCM).

Estación	Dieta	Longitud		TCM (%)	Peso	
		Inicial	Final		Inicial	Final
2	A	46,4±6,6	50,1±2,9	1,90	16,2±3,2	15,2±2,9
2	B	53,8±4,5	56,4±3,8	1,15	20,6±4,7	24,0±5,1
1	N	53,8±8,6	59,4±5,0	1,70	25,7±12,3	26,9±7,7
1	D	52,9±7,9	60,5±5,0	2,37	25,0±10,3	31,9±8,3
2	E	49,2±3	55,8±2,2	3,19	15,3±3,1	23,6±3,8
1	F	60,1±7	66,7±3,1	1,79	33,2±10,4	41,9±7,7
3	G	53,3±3,3	53,3±3,2	0	21,2±4,1	20,6±4,1
3	H	55,8±3,2	54,9±4	-0,3	24,7±4,6	21,8±4,5
2	I	52,8±3,2	56,7±2,5	2,43	19,4±3,2	26,3±4,3

La biotoxina PSP aparece en prácticamente todas las muestras analizadas, principalmente en las áreas de las Rías Bajas. En los análisis que de forma sistemática se realizan en especímenes del banco de Quilme, se observa que se superan los niveles legalmente permitidos, con máximos al inicio del verano y del otoño.

### **Conclusiones del mantenimiento de juveniles en cautividad de cara a determinar los hábitos alimentarios y evolución de la biotoxina P.S.P:**

Los grupos de oreja de mar mantenidos con dietas monoalgales formadas por algas verdes son las que presentan mejores resultados de crecimiento.

Se observa que los especímenes mantenidos durante ocho meses con diferentes dietas monoalgales, no presentan en el análisis final, efectuado en marzo de 1996, altos niveles de biotoxina.

### **Metodología de la reproducción en criadero y cultivo de la semilla obtenida por técnicas de puesta inducida:**

Se utilizan individuos adultos, en algunos casos previamente acondicionados y seleccionados según el estado de madurez de las gónadas y el volumen que ocupan en relación con el resto de la masa visceral.

Los métodos de inducción se basan en los tradicionales de someter a los individuos a periodos variables de sequedad, manteniéndolos a continuación en cubetas con agua circulante, que previamente pasa por RUV. Las hembras desovan y se las aísla de forma individual, se recogen los ovocitos en un cristalizador y se procede a la fecundación de estos ovocitos.

Las larvas (2-3 ud/ml) se cultivan en agua filtrada a 20 °C, pasada a través de RUV.

Se testan diversos tipos de sustratos colectores para el asentamiento y fijación larvaria (que ocurre a las 72 horas) que es el momento más sensible del proceso post-larvario:

- Plástico envejecido en cultivo monoalgal.
- Piedras de algas bentónicas.
- Colectores tradicionales de PVC, usados para larvas de ostra, envejecidos en agua de mar bruta.
- Piezas de PVC traslúcido, en forma de teja ondulada.

### **Resultados de la reproducción en criadero y cultivo de la semilla obtenida por técnicas de puesta inducida:**

A los dos o tres días del inicio del cultivo larvario se observa la fijación en todos los sustratos ensayados, con preferencia en las placas plásticas mantenidas en los cultivos monoalgales; aunque también en las superficies del fondo de los tanques de cultivo. Es de señalar la importante mortalidad, en la mayoría de los casos superior al 50%, en esta fase de la metamorfosis.

De forma periódica se toman muestras de los individuos fijados con el fin de determinar su evolución:

Días	Talla ( $\mu$ )
4	0,250
6	0,300
8	0,440
13	0,500
36	0,928
50	1,39
75	1,86
105	2,74
140	3,24

### **Conclusiones de la reproducción en criadero y cultivo de la semilla obtenida por técnicas de puesta inducida:**

Es conveniente incidir en la determinación del colector más adecuado para la fase de metamorfosis con el fin de obtener mejores resultados y disminuir la mortalidad que se produce en éste periodo.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Comunidad Autónoma de Galicia:**

- **1995:** Inducción a la puesta y cultivo de semilla de oreja de mar en medio natural.

### **COMENTARIOS FINALES.**

La cantidad principal de biomasa de *Haliotis tuberculata* se sitúa en las Rías Bajas, apareciendo en las Rías Altas, pero en unas densidades menores que hacen inviable su explotación comercial (exceptuando la Ría de Ares).

La oreja de mar necesita un sustrato rocoso, pero dentro de éste aparece relacionada con aquellas zonas donde éste es fraccionado y fisurado, con el fin de encontrar protección frente a depredadores y buenas zonas de pasto por la fijación algal.

La distribución de la oreja de mar dentro de las rías está matizada por la presencia de dominios de agua dulce. Esto se comprueba en aquellas rías con aportes fluviales, como las de Noia y Arousa, donde hay amplias zonas con dominios salobres, apareciendo paralelamente una distribución de oreja muy externa a la propia ría. No ocurre lo mismo en las rías con escasos aportes fluviales, como la de Pontevedra, donde la distribución de oreja de mar avanza hacia zonas relativamente más internas.

Otro factor importante es el oleaje, disponiéndose preferentemente en zonas no demasiado expuestas a la acción del mar, pero sí con buena renovación del agua, pudiendo decirse que en aquellas zonas donde existe presencia de percebe (*Pollicipes cornucopia*) no aparece *Haliotis*.

### 3. PROYECTO: ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD DEL CULTIVO DEL ALGA MARINA *Undaria pinnatifida* EN LAS RÍAS BAJAS GALLEGAS.

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1993

Finalización del plan: 1993

#### OBJETIVOS:

Poner a punto la metodología necesaria para realizar, de forma autónoma, todas las fases del cultivo de esta especie: Obtención de gametofitos en *free-living*, maduración, siembra de colectores, gametogénesis, obtención de plántulas, aclimatación de las jóvenes plántulas y posterior implante en el mar para su desarrollo.

Desarrollar métodos de cultivo de *Undaria pinnatifida* más viables y rentables que el tradicional "long-line" utilizado en Francia y que pueden generar, por consiguiente, una mayor producción al ser adaptados a las costas de Galicia.

Averiguar cuáles son los periodos idóneos de inicio y fin del cultivo en mar abierto, así como la influencia de los diferentes métodos de recolección, con el fin de optimizar la producción y alcanzar la máxima productividad.

Estimar la calidad, el valor comercial y los costos de la materia prima obtenida en las rías gallegas, para efectuar comparaciones con los datos de otros países europeos.

Calcular la rentabilidad del cultivo de *Undaria pinnatifida* en batea y en polígonos específicos, y compararla con la que actualmente se obtienen en otros países europeos mediante cultivo en "long-line".

Conocer la biología de *Undaria pinnatifida* en las costas gallegas: fenotipos (formas *distans* o forma *typica*), tasas de crecimiento, fenología, grado de epifitismo, tipo de patologías, alteraciones que pueda presentar, etc.

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Universidad de Santiago de Compostela.

Centro: Facultad de Biología (Botánica).

Departamento: Departamento de Biología Vegetal.

Organismo: Univeridad de La Coruña.

Centro: Campus de la Zapateira.

Departamento: Departamento de Biología Animal y Biología Vegetal.

Organismo: Instituto Español de Oceanografía.

Centro: Centro Oceanográfico de Santander..

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo y Acuicultura

Centro: Centro Experimental de Vilaxoán.

### DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:

Nombre: José Luis.  
Apellidos: Pérez-Cirera López-Nieto.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La obtención de los colectores de semilla se realiza en el Instituto Español Oceanográfico de Santander.

La inseminación de las unidades de cultivo se lleva a cabo en las instalaciones de IGafa en la Isla de Arousa.

Los parques de cultivo se sitúan en dos zonas, una de ellas en la Isla de Arousa en una zona con una profundidad entre 10 y 13 m y fondos arenosos. El segundo parque de cultivo se sitúa en la Ensenada de Bayona, zona con una profundidad entre 9 y 11 m y fondos de arena y cascajo.

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

#### Metodología:

La elaboración de este estudio tiene dos fases bien diferenciadas, una *fase de laboratorio*, consistente en la obtención de colectores de semilla y una *fase de campo* consistente en diversos ensayos de cultivo de esta semilla en mar.

#### Fase de laboratorio

Se utilizan dos técnicas para la producción de gametofitos, la primera es la que se desarrolla en Francia y la segunda es la técnica conocida como *free-living*.

Para la producción de gametofitos de *Undaria pinnatifida* en laboratorio, inseminación de los colectores y obtención de plántulas, se sigue la metodología desarrollada en Francia, en el Centro de Nantes dependiente del IFREMER. Con esta técnica, las zoosporas obtenidas de individuos adultos son fijadas sobre el hilo de semilla y desarrolladas hasta gametofito maduro, controlando los parámetros de luz y temperatura en los tanques de cultivo. Por el contrario, la técnica de *free-living* se basa en la obtención de gran cantidad de gametofitos por cultivo intensivo en medio suspendido.

#### *Tratamiento de elementos reproductivos y obtención de esporas*

La metodología se basa en la obtención de bases fértiles de esporofitos, las cuales son sometidas a fraccionamiento, limpieza de epífitos, lavados sucesivos con agua de mar estéril y esterilización con agua de Javel. Posteriormente, las porciones fértiles seleccionadas se someten a deshidratación superficial, en oscuridad y durante 12 h, para facilitar la emisión de zoosporas. El extracto definitivo de zoosporas se obtiene por rehidratación de los esporofitos y filtrado final a 20 $\mu$ m.

A lo largo de esta fase de trabajo se realizan 11 extracciones válidas de zoosporas a partir de esporofitos procedentes de poblaciones naturales del puerto de Tragrove (Ría de Arousa) y de plantas francesas cultivadas en las instalaciones del I.E.O. en Santander.

### *Inicio y mantenimiento del free-living*

Para la germinación de las zoosporas se precisa previamente su fijación y posteriormente, para el desarrollo del *free-living*, se hace necesario que éstas permanezcan en suspensión. Contradicción que se resuelve ofreciendo a las zoosporas un sustrato formado por microcristales de fosfato cálcico.

Superada esta fase inicial se provoca la disgregación de los microcristales con una fuerte agitación, de modo que los gametofitos adquieran su modo de vida definitivo en suspensión.

Los cultivos se mantienen en cámara isoterma a 22°C, agitación e iluminación continua de 30 $\mu$ E. A los 7 días del inicio del cultivo ya se pueden observar gametofitos de 5 a 7 células.

A lo largo del estudio se inician 23 cultivos de gametofitos diferentes que, posteriormente, se someten a desdoblamientos y repiques en cultivo *free-living*.

### *Inducción a la gametogénesis*

Durante esta fase se pretende obtener un cultivo de gametofitos maduros, sincrónico y compensado en una *sex-ratio* próxima a 1/1 y que, por tanto, permita asegurar la fecundación de las gametas femeninas y la posterior obtención de embriones.

El proceso de gametogénesis tiene lugar en cámaras climatizadas diferentes a las del cultivo en *free-living*, en las que, a lo largo de la semana, se reduce la temperatura de 22 °C hasta 17 °C y la luz de 30 $\mu$ E a 10 $\mu$ E, introduciéndose también, paulatinamente, un fotoperiodo de día corto (12:12). Es preciso catalogar la *sex-ratio* de cada cultivo con el fin de realizar mezclas pertinentes antes de la siembra.

Para la primera generación se seleccionan los cultivos codificados como P/2, X/1, T/2 y Q/1<sup>a</sup>. En la segunda generación se emplean los X/2, V/2 y Q/4, todos ellos con un historial perfectamente controlado.

### *Siembra de los gametofitos sobre los colectores y fecundación*

Los gametofitos que crecen en *free-living* son transferidos a un sustrato llamado hilo de semilla. De la combinación entre los factores textura del hilo y talla de los gametofitos depende la supervivencia de las plántulas. El hilo de semilla se enrolla cuidadosamente sobre un soporte llamado colector.

A partir de esta fase, las técnicas de *free-living* y tradicional coinciden en los pasos a seguir para la obtención de plántulas.

### *Obtención de plántulas*

Una vez sembrados los colectores, se sumergen en tanques de eclosión de 1.000 l donde durante la primera fase se produce la fecundación y obtención de embriones y, finalmente, el desarrollo de plántulas.

Después de la siembra se mantienen los colectores en baja hidrodinamia, día corto y penumbra.



Durante esta fase los gametos masculinos móviles localizan y fecundan a los óvulos, sésiles sobre el gametofito femenino, merced a las feromonas emitidas por éstos.

Pasados los 16 días de cultivo, el crecimiento de estas plántulas se fomenta con las siguientes condiciones:

- Luz 100 $\mu$ E, luz día, continua.
- Hidrodinamia: muy fuerte y continua.
- Temperatura: entre 10 y 14°C.
- Nutrientes: nitrógeno y fósforo en relación de peso 14,5/1.

A los 20 días de cultivo se obtienen plántulas de 2-3 mm de longitud y una densidad de cobertura de 19 plántulas por mm de hilo.

#### *Transporte e introducción en el mar*

Se realiza en contenedores de polietileno en los que se acondicionan los colectores envueltos en gasa de nylon, en oscuridad y humectación continua, evitando todo roce entre ellos que, indudablemente, provocaría la pérdida de plántulas.

#### **Trabajo en el mar**

Se ensayan dos tipos de cultivo en el mar:

##### *Sistema de cuerdas verticales*

La unidad estructural es un lastre de 121 de hormigón en el que se incluye una cruceta de hierro que lleva amarrado un cabo de propileno de 1 m de longitud y 12 mm de diámetro; a este cabo se amarra otro, también de propileno, de 10 mm de diámetro en el que se implanta la semilla y que tiene la longitud de la pleamar viva en las diversas zonas. Este cabo es reflotado por una boya de superficie numerada. La zona inseminada, se encuentra completamente vertical a cualquier altura de marea. Estas unidades estructurales, una vez inseminadas, son ubicadas en el mar formando polígonos en los que la distancia entre ellas es de 10 m.

##### *Sistema en long-line*

Este es el sistema de cultivo utilizado en la mayoría de países productores de *Undaria pinnatifida*.

Sobre la base de dos lastres se amarra un cabo de polipropileno que tiene una longitud superior en aproximadamente un 30% a la profundidad de la pleamar viva en las diversas zonas, y que es reflotado por una boya en superficie.

Entre dos estructuras como la anterior, y a una profundidad de 1,5 m, se amarra un cabo de 20 m de longitud sobre el que se dispone el hilo de siembra. Para mantener la profundidad del cabo portador, éste es reflotado por medio de boyines colocados a una distancia de 3 m, al mismo tiempo que es ligeramente lastrado en las zonas de amarre de estos boyines.

### *Inseminación de las unidades de cultivo*

Sobre los cabos de polipropileno se enrolla manualmente el hilo de siembra. Para ello, se inserta en el mismo un colector, se ata el comienzo del hilo con la semilla elegida para el principio de la siembra y, seguidamente, el colector se desplaza a lo largo del cabo hasta la zona elegida como final del implante. A medida que se desliza el colector, el hilo de siembra se va enrollando y aplicando helicoidalmente sobre el cabo portador.

Una vez inseminados, los cabos son introducidos cuidadosamente en barriles estancos llenos de agua de mar y se transportan a los polígonos de cultivo en el menor tiempo posible.

Una vez en la zona de cultivo, y según el tipo de sistema de cultivo se procede del siguiente modo:

- Cabos verticales:

El extremo inferior de los cabos inseminados es amarrado a los lastres, el superior a las boyas.

- *Long – line*:

Se montan los cabos verticales y el tramo horizontal con sus lastres y boyines y, una vez ensamblados, todo el conjunto es arriado al mar y posteriormente tensado desde la embarcación.

Casi todas las experiencias suplementarias se desarrollan en el cultivo situado en la Isla de Arousa. Bayona se reserva para la obtención de datos sobre la marcha del cultivo en otras condiciones oceanográficas, con el fin de poder comparar los datos con los obtenidos en la Isla de Arousa.

### **Resultados:**

#### *Factores que influyen en la viabilidad y crecimiento de *Undaria pinnatifida* en cultivo*

A lo largo del experimento de cultivo de *Undaria pinnatifida* se ensayan varios tipos de colectores, como son los colectores utilizados en Francia y desarrollados en IFREMER, los colectores cilíndricos, los colectores tipo “Marco coreano” y los colectores de planta cilíndrica formado por un entramado metálico plastificado. De todos los sistemas de colectores que se ensayan, se considera que el más idóneo es el metálico recubierto de plástico porque sintetiza las ventajas del resto de los colectores utilizados (forma cilíndrica que permite el paso del cabo portados por su interior, facilitando el encordado, hilos separados que permiten la introducción del conjunto en el mar hasta un tamaño de plántula idóneo; posibilidad de nebulizar la semilla por la totalidad del hilo de siembra; robustez del colector y posibilidad de reutilización), y como sistema válido el colector tipo francés con hilos separados entre ellos.

#### *Factores biológicos y ambientales*

El tamaño de la plántula de por sí, no tiene importancia en el desarrollo del cultivo. Sin embargo, este tamaño puede ser en muchos casos crítico para la viabilidad del cultivo en función de factores ambientales, en particular la competencia con especies pioneras y oportunistas.

La influencia del *fouling* en el cultivo tiene una gran importancia en las fases iniciales de éste, convirtiéndose en un factor decisivo, sobre todo en el caso de que el tamaño de plántula inicial de *Undaria* sea reducido.

El desarrollo de algunas especies del *fouling* en ocasiones es tan acelerado que se establece una competencia por nutrientes y sobre todo por la luz, que produce una ralentización del crecimiento de *Undaria*, y en casos extremos, la muerte de ésta.

En Arousa la influencia de estos organismos es tal que sólo se obtiene, por muerte del implante, una producción máxima por tramo (50 cm de cuerda) de unos 0,8 Kg a los 4 meses de iniciada la inmersión, frente a los cerca de 3 Kg obtenidos en Bayona tras el mismo periodo, localidad mucho menos afectada por el fenómeno del *fouling* durante el crítico primer mes de la inmersión.

Uno de los objetivos propuestos es estudiar la conveniencia de aclimatar en la zona de cultivo, durante un tiempo, los colectores con el hilo de siembra antes de proceder al encordado de los cabos portadores. Analizando los resultados que se han obtenido en cuanto a la biomasa por tramos, número de individuos y relaciones de tallas, se aprecia que ambas cuerdas son muy similares y que incluso la que permanece el primer mes en aclimatación alcanza unos valores en todos los aspectos muy superiores. Aparte de haber un mayor número de individuos en la cuerda aclimatada, la distribución de los mismos es comercialmente más óptima, puesto que se observa un mayor porcentaje de individuos situados en tallas medias.

En cuanto a la época de inicio del cultivo, se establece un periodo comprendido entre octubre y febrero en el que las condiciones de temperatura y luz son favorables para la introducción del cultivo en el mar. De las cuatro generaciones cultivadas para el ensayo de optimización en el tiempo (octubre, diciembre, febrero y junio), ensayo realizado únicamente en Arousa, la segunda (diciembre) da los resultados más positivos. El escaso rendimiento de la primera (octubre) es debida a los fenómenos de *fouling*; el de la tercera a un sinergismo entre altas temperaturas y fotoperiodo, sinergismo que acaba con la producción a partir del cuarto mes y que se hace más evidente en la cuarta generación en la que la producción con valor comercial es nula por clorosis muy prematura en los talos. La época de inicio del cultivo tiene una influencia notoria en la tasa de crecimiento y en el tamaño de los ejemplares maduros. Se obtienen las biomásas máximas en cada periodo más tardíamente cuánto más temprana haya sido su introducción en el mar. En el caso representado, se obtiene la mayor biomasa de la primera generación a los 5,5 meses de cultivo, a los 4,5 en la segunda y a los 3,5 en la tercera.

La dinámica de las poblaciones del cultivo en cuerdas verticales es similar en Arousa y Bayona. A los tres meses del implante, las clases de talla comprendidas entre 1 y 3 triplican al resto de las tallas del conjunto del implante. A medida que transcurren los meses el cultivo evoluciona hacia una dispersión en el tamaño de los individuos, por crecimiento de los talos afianzados en el implante. La producción obtenida en Bayona supera a la de Arousa durante el periodo de cultivo, si bien los valores máximos de producción se obtienen en profundidades entre 1,5 y 2 m tanto en Arousa como en Bayona.

### *Influencia del diseño de los sistemas de cultivo en el desarrollo de *Undaria pinnatifida**

La instalación en Arousa de un cultivo de conducción vertical y horizontal, en el mismo periodo de tiempo, permiten obtener datos significativos de la distribución de la población en ambos sistemas de cultivo y comparación, de cara a una optimización, de la producción obtenida en cada uno de ellos.

#### Cuerdas verticales

En la evolución a lo largo del tiempo (2,5 – 5,5 meses de inmersión) se detecta la transformación paulatina de las clases de valores pequeñas hacia las clases de valores mayores. A los tres meses de la introducción en el mar, la mitad de la población se encuentra comprendida entre 20 y 40 cm, y a los cuatro meses y medio ésta alcanza tallas comprendidas entre 40 y 100 cm. Durante el mes siguiente se produce un estancamiento de las tallas, incluso un descenso, por pérdida de biomasa en los ápices.

Se parte de un número muy elevado de individuos de pequeño tamaño y a medida que avanza el estudio se tiende a que los tamaños se homogeneicen ya que los ejemplares de gran tamaño se fraccionan apicalmente facilitando la entrada de luz a los individuos pequeños.

En lo referente a las biomásas, hasta los tres meses y medio, la producción es baja, sin embargo, a partir de los cuatro meses, se produce un incremento de la biomasa que llega al máximo a los cinco meses y medio. El máximo aprovechamiento se obtiene a los cuatro meses y medio, ya que el incremento de peso del mes siguiente es debido a la formación de los esporófilos, que producen un aumento considerable de la biomasa total sin producirse un incremento de la lámina. Los máximos de producción se estabilizan entre metro y medio y dos metros y medio. La distribución de las tallas en profundidad en el momento óptimo de la recolección (4,5 meses) es bastante heterogénea, muestra clases mayores y con más amplitud entre dos metros y medio y cuatro, descendiendo las tallas en el resto de los tramos del cultivo.

#### Long-line

El estudio de las tallas muestra un proceso de crecimiento en el tiempo y dinámica poblacional similar al de las cuerdas verticales, pero con una homogeneidad de tallas muy superior debido a que no existe un gradiente vertical que condiciones diferencias entre tallas, estando las oscilaciones correlacionadas únicamente con el tiempo que lleva creciendo el cultivo. A diferencia de los que sucede en las cuerdas verticales, a partir de los cuatro meses y medio se produce un descenso muy marcado de las frecuencias de tallas grandes, consecuencia también de la mayor sincronía del cultivo en long-line. El máximo de producción comercial se obtiene a los cuatro meses y medio de inmersión.

#### *Producción y analítica de *Undaria pinnatifida**

El tiempo de cultivo en el mar hasta el momento de la recolección es variable en función de la época en que se inicie la inmersión, siendo más tardía cuanto más temprano se introduzca el cultivo en el mar. Así, la primera generación se introduce en el mar a finales de octubre siendo el momento óptimo de su recolección pasados cinco meses y medio, la segunda se introduce a principios de diciembre y se recolecta a los 4,5 meses y la tercera generación se introduce a principios de febrero siendo el momento óptimo de la recolección a los 3,5 meses.

En la siguiente tabla se observan las producciones medias obtenidas en los diversos experimentos:

Localidad	Arousa	Bayona	
Tipo de conducción	Vertical	Long-Line	Vertical
Primera generación	0,7 Kg/m	-	2,2 Kg/m
Segunda generación	3,6 Kg/m	6,5 Kg/m	5,8 Kg/m

Las grandes fluctuaciones en la producción se deben sobre todo a fallos en las primeras fases del cultivo en el mar, consecuencia de los fenómenos de competencia interespecífica de las especies del *fouling*.

*Undaria pinnatifida* presenta unas cualidades que hacen de ella un producto de elevada calidad como alimento debido al elevado contenido de proteínas y su alta calidad en relación con otras algas pardas, la tasa de digestibilidad es muy elevada (85-90%), existe una elevada presencia de todos los aminoácidos esenciales, el contenido en lípidos y glúcidos asimilables reducido, existe un alto contenido en las vitaminas A, D, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub> y B<sub>12</sub>, en minerales y en oligoelementos.

### Conclusiones:

*Factores que influyen en la viabilidad y crecimiento de Undaria pinnatifida en cultivo*

De todos los sistemas de colectores ensayados, se considera que el más idóneo es el metálico recubierto de plástico y se considera como un sistema válido el colector francés con hilos separados entre ellos. El mejor hilo de siembra a utilizar es el hilo de poliamida de 2 mm de diámetro formado por tres hebras. Es aconsejable utilizar como cabo portador aquellos cabos que tengan una tendencia a hundirse y que presenten una alta superficie de contacto.

### *Factores biológicos y ambientales*

Es muy importante realizar experiencias que permitan, de alguna manera, prever, conocer y valorar la intensidad de reclutamiento de las especies de *fouling* en el momento en que se quiere introducir el cultivo en el mar, so pena de obtener importantes mermas en la producción. Una de las maneras de evitar en gran medida los efectos negativos del *fouling* es someter a los colectores de semilla a procesos de aclimatación.

Para el desarrollo del alga marina *Undaria pinnatifida* se necesita un periodo de aclimatación de al menos un mes. La aclimatación es ventajosa por dos causas:

- Permite introducir en el mar plántulas de tallas muy pequeñas y que, gracias a permanecer en el colector donde la densidad de plantas es muy superior a la que se presentaría en el encordado, no son afectadas por los fenómenos de competencia de especies oportunistas, lo que conlleva una disminución de riesgos y un abaratamiento de la producción.
- Disminución de posibles contaminaciones o patologías de la semilla en el laboratorio al acortar su permanencia en el mismo. Disminución del peligro de supervivencia en cuanto a temporales, accidentes, robos, etc.

El cultivo de *Undaria pinnatifida* en Galicia debe comenzar preferiblemente en una época temprana (octubre-noviembre) sin embargo, hay que tomar medidas para que el implante inicial no sufra daños por el ataque de especies competidoras de alto reclutamiento en esta época del año. Si el cultivo es tardío, la producción y el valor comercial de los individuos es menor, sin embargo, puede ser aconsejable ya que se paliar los fenómenos de competencia interespecífica y se acorta el tiempo de cultivo por el aumento de la tasa de crecimiento de *Undaria pinnatifida*.

La zona de cultivo tiene una gran importancia en la productividad del cultivo de *Undaria pinnatifida*. Con una misma generación, en la misma época de introducción y tras los mismos periodos de tiempo, en Bayona se obtiene una mayor producción que en Arousa debido al tamaño de los ejemplares y no a un mayor número de ellos.

#### *Influencia del diseño de los sistemas de cultivo en el desarrollo de Undaria pinnatifida*

Se puede afirmar que en el momento de la recogida de la segunda generación (cuatro meses y medio) para la conducción de cuerdas horizontales, se obtiene una producción muy constante en todos los tramos, que casi duplica la media de producción de las cuerdas verticales y, además, la distribución de tallas es muy homogénea y con mayor número de individuos en comparación con las cuerdas verticales.

El sistema de conducción en cuerdas verticales presenta, frente al sistema en long-line, una mayor dificultad de manejo a la hora del implante de los cabos y a la hora de la recogida de la producción, teniendo sólo como posibles ventajas el poder usar zonas no aptas para la confección de long-line, permitir la cómoda navegación entre las boyas y diversificar riesgos de pérdidas de cuerdas por imponderables.

#### *Producción y analítica de Undaria pinnatifida*

La biomasa y sobre todo la calidad de la producción obtenida es mayor cuanto más tiempo se tarda en alcanzar el momento de su recolección.

En Galicia se pueden llegar a obtener unas producciones análogas, sino superiores, a las de los actuales países productores, ya que la producción podría, sin duda, verse sensiblemente mejorada si se realizan nuevas experiencias de optimización del cultivo en base a las conclusiones de muy diversa índole obtenidas en el presente estudio: procesos de aclimatación, prevención del *fouling*, introducciones tempranas, cultivo en localidades mas idóneas, etc.

*Undaria pinnatifida* es un alimento rico en proteínas, vitaminas y sales minerales, ligero en cuanto a su contenido en glúcidos asimilables y lípidos y equilibrado en referencia a su contenido en fibras.

### COMENTARIOS FINALES.

El cultivo de *Undaria pinnatifida* en las costas gallegas es viable, si bien, tanto en la fase de laboratorio como en la fase de campo, hay un sinnúmero de variables que tienen mucha importancia en la marcha del cultivo.

La *Undaria pinnatifida* es una especie que gusta de un grado de hidrodinamia media y valores de iluminación, fotoperiodo y temperatura relativamente bajos.

Un inconveniente en el cultivo de *Undaria pinnatifida* es la negativa influencia que puede llegar a tener la presencia de bateas de mejillón en las inmediaciones del cultivo. Los inconvenientes son debidos a que en estas zonas hay un mayor reclutamiento de las especies del *fouling* y un mayor grado de sedimentación que puede exacerbar los ataques por copépodos u otros parasitismos.

#### **4. PROYECTO: PUESTA A PUNTO DE UN SISTEMA INDUSTRIAL DE PREENGORDE DE SEMILLA DE ALMEJA FINA EN ZONAS INTERMAREALES DE LA RÍA**

##### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1995

Finalización del plan: 1996

##### **OBJETIVOS:**

El objetivo de este proyecto de investigación consiste en conseguir y optimizar un sistema de preengorde a nivel industrial, de bajo coste, al alcance de las Organizaciones (Cofradías, Agrupaciones, OPPs), para conseguir que en un periodo comprendido entre 4-6 meses (dependiendo de la época del año) la semilla de 5 mm pueda alcanzar el tamaño adecuado (15-20 mm) para proceder a su siembra con altos niveles de supervivencia.

##### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo y Acuicultura.

Centro: Centro de Investigacions Marinas de Corón.

Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo.

##### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Antonio.

Apellidos: Cerviño Eiroa.

##### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El preengorde de almeja fina se realiza en la zona intermareal de dos playas de la Ría de Arousa, la zona de estudio se sitúa en la playa de Borreiros perteneciente a la Cofradía de Pescadores de Vilaxoán, y la zona para réplicas en la playa de O Castelete, perteneciente a la Cofradía de Vilanova de Arousa, ambas situadas en el margen sur de la Ría de Arousa.

##### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

###### **Metodología:**

El nivel mareal elegido es de 0,5 m sobre la bajamar escorada, colocándose bolsas para comparación a un nivel de 1 m. A lo largo del trabajo se realiza un seguimiento de las condiciones oceanográficas en las zonas de estudio (temperatura y salinidad).

El material de cultivo consiste en bolsas de plástico, de distintos diámetros de malla, desde 1 hasta 18 mm, en las que queda estabulada la semilla de almeja fina, que se enganchan a mesas de 0,5 m de altura, mediante gomas con ganchos o cinchas.

El trabajo se realiza con 30 partidas de almeja fina (con pesos individuales iniciales que varían entre 3 y 6,670 mg) procedentes del Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo, de Ostreira S.A., SATMAN y almeja de cultivo de Vilaxoán.



Con las 30 partidas se realizan 275 experiencias de cultivo, realizándose pruebas de densidad (entre 0,04 y 6 Kg/m<sup>2</sup>), nivel mareal y zona de cultivo.

Los muestreos se realizan mensualmente, obteniéndose el peso individual medio  $P_{hi}$ , la talla media (L) y la mortalidad (relación entre las conchas sin viandas y el número de individuos vivos de la muestra). Con los muestreos se calculan las tasas de crecimiento en peso (G30) y en talla (K30) y en porcentaje (%):

Tasa de crecimiento en peso  $\Rightarrow$

$$G30 = 30.100 [\text{Ln} (P_{hf}) - \text{Ln} (P_{hi})] / n^{\circ} \text{ días}$$

Tasa de crecimiento en talla  $\Rightarrow$

$$K30 = 30.100 [\text{Ln} (P_{hf}) - \text{Ln} (P_{hi})] / n^{\circ} \text{ días} [\text{Ln} (P_{hf}) + \text{Ln} (P_{hi})]$$

Tasa de crecimiento en porcentaje  $\Rightarrow$

$$\% = [P_{hf} / P_{hi}] / n^{\circ} \text{ días}$$

Siendo  $P_{hf}$  el peso húmedo final y  $P_{hi}$  el peso húmedo inicial.

En base a las tasas de crecimiento obtenidas en las bolsas que presenten porcentajes de mortalidad inferiores al 10%, se calculan ecuaciones mensuales de regresión ( $P_{hi} - G30$ ) y, a partir de éstas, se calculan los crecimientos estacionales por rangos de peso.

En el año 1997 se realizan cuatro pruebas de crecimiento y mortalidad suponiendo un total de 16 muestreos de entre 2 y 3 días de duración. Los datos globales de los muestreos son los siguientes:

Nº de pochones muestreados: 173.

Pesos individuales iniciales: entre 7,1 y 770,9 mg.

Densidades de cultivo: entre 0,04 y 4 Kg/m<sup>2</sup>.

Se somete a la semilla de almeja fina a situaciones de estrés tales como, periodos de desecación prolongada, bajada de oxígeno, altas temperaturas y falta de alimento.

### Resultados:

La tasa de crecimiento varía entre amplios márgenes dependiendo de diversos factores como la talla, la estación de cultivo, la densidad de estabulación, la zona y el primer mes de cultivo.

En primavera, una almeja con un peso inicial de 5 mg multiplica por 2,56 su peso en un mes, alcanzando un peso final de 12,8 mg, lo que se corresponde con una G30 de 94,09, mientras que una almeja con un peso inicial de 500 mg sólo multiplicaría su peso por 1,48.

Las diferentes condiciones ambientales de las distintas estaciones (temperatura, salinidad, cantidad de alimento en el agua) también provocan diferencias en el crecimiento, que van desde el bajo crecimiento de enero hasta alcanzar un crecimiento máximo en junio, donde una almeja de peso inicial 5 mg multiplica su peso inicial por 4,8, alcanzando un peso final de 24 mg, lo que se corresponde con una G30 de 157,58; a partir de este mes las tasas de crecimiento siguen siendo altas pero con una disminución progresiva.

En 1997 las temperaturas son superiores a las de 1996, lo que se refleja en las tasas de crecimiento estacionales obtenidas, superiores en 1997 en invierno, primavera y verano, siendo las diferencias más grandes cuanto más pequeños son los individuos.

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de mortalidad mensuales medios y máximos de cada estación anual, expresados en %:

	<b>Porcentaje medio</b>	<b>Porcentaje máximo</b>
<b>Invierno 1996</b>	1,79	11,36
<b>Primavera 1996</b>	1,23	8,30
<b>Verano 1996</b>	2,62	6,25
<b>Otoño 1996</b>	3,08	8,71
<b>Invierno 1997</b>	7,90	24,42

Si el preengorde comienza en invierno (febrero), con una semilla de 5 mm, tarda 6 meses en alcanzar los 12,5 mm, con un porcentaje de mortalidad, a lo largo de todo el periodo es de 18,89%.

Si el preengorde comienza en primavera (mayo), tarda 5 meses en alcanzar los 12,5 mm, con un porcentaje de mortalidad, a lo largo de todo el periodo es de 9,95%.

Si el preengorde comienza en verano (agosto), tarda 8 meses en alcanzar los 12,5 mm, con un porcentaje de mortalidad, a lo largo de todo el periodo es de 22,96%.

Si el preengorde comienza en otoño (noviembre), con una semilla de 5 mm, tarda 8 meses en alcanzar los 12,5 mm, con un porcentaje de mortalidad, a lo largo de todo el periodo es de 22,83%.

Los porcentajes de mortalidad del último mes de primavera y de los meses de verano, son superiores en el año 1997, a causa de las elevadas temperaturas a que se ven sometidas los individuos durante los desdobles.

El cultivo admite densidades superiores en las épocas de menor crecimiento (otoño e invierno), mientras que en los meses de mayores crecimientos (primavera y verano) la densidad inicial puede llegar a cuadruplicarse en un mes y constituir una carga excesiva. En función de la estación y de la talla inicial de la semilla se elabora una tabla de densidades adecuadas para el preengorde de almeja fina:

	<b>Otoño - Invierno</b>	<b>Primavera - Verano</b>
<b>Rangos de talla</b>	<b>Densidades (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidades (Kg/m<sup>2</sup>)</b>
<b>3 mm – 5 mm</b>	0,5	0,25
<b>5 mm – 10 mm</b>	1	0,5
<b>+ 10 mm</b>	1,5	1

Sobrepasar estas densidades produce dos efectos, menor crecimiento y mayores porcentajes de mortalidad.

Debido al cambio brusco de las condiciones de cultivo del hatchery al medio natural, las tasas de crecimiento de la semilla, el primer mes que permanece en el agua, son menores que las esperadas.

El nivel mareal no afecta apenas al crecimiento en las pruebas realizadas, pero sí al porcentaje de mortalidad, de tal forma que en julio, las almejas de un mismo lote colocadas a 1 m sobre la bajamar escorada, presentan un porcentaje de mortalidad del 13% mientras que el de las colocadas a 0,5 son del 5%.

Cuando se somete a la semilla de almeja fina a situaciones de estrés se llega a los siguientes resultados:

- Los periodos de estabulación en seco superiores a 24 horas disparan los porcentajes de mortalidad.
- La temperatura y el nivel de humedad son dos factores limitantes en los periodos de estabulación en seco.

### **Conclusiones:**

La almeja fina con una talla inicial de 5 mm colocada a una densidad adecuada, tarda en alcanzar los 12,5 mm, talla adecuada para su siembra en arena, entre 5 y 8 meses dependiendo de la estación de inicio del cultivo.

Los individuos de tallas más pequeñas presentan unas tasas de crecimiento más elevadas que los individuos de mayor tamaño.

Dentro de los parámetros de cultivo, la densidad es el que más influencia tiene en el crecimiento y en la mortalidad, de tal forma que, a una densidad excesiva, el crecimiento puede llegar a detenerse y a producir altos porcentajes de mortalidad. A su vez, la densidad adecuada para el cultivo depende de dos factores: la estación anual y la talla inicial de la semilla.

### **COMENTARIOS FINALES.**

El preengorde de almeja fina en cultivo sobreelevado permite que, a partir de semilla de almeja fina de pequeño tamaño, entre 3 y 4 mm, se obtengan almejas de tamaño adecuado para la siembra en arena, entre 12 y 15 mm, en un periodo corto de tiempo y con bajos porcentajes de mortalidad, sin que el material empleado en este sistema de cultivo ni el coste inicial de semilla de pequeño tamaño encarezca excesivamente el producto final.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Presentación del póster “Preengorde de almeja fina (*Ruditapes decussata*) en sistemas sobreelevados” en el VI Congreso Nacional de Acuicultura.

Ponencia titulada “Preengorde de almeja fina (*Ruditapes decussata*) en sistemas sobreelevados” presentada en la I Xornadas Técnicas para o Desenvolvemento Productivo do Marisqueo a Pé.

## 5. PROYECTO: DESARROLLO DE UN SISTEMA ECONÓMICO DE ELIMINACIÓN MECÁNICA DE ALGAS LIBRES

### AÑO:

Comienzo del plan: 1995

Finalización del plan: 1995

### OBJETIVOS:

- Reducir costos de explotación.
- Aumentar la producción de bivalvos al favorecer las condiciones ecofisiológicas del medio, especialmente durante los periodos de oscuridad y de altas temperaturas.
- Buscar un sistema económico y rápido que permita eliminar los acúmulos de biomasa algal libres (flotantes).

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo y Acuicultura.

Centro: Centro de Investigaciones Marinas de Corón.

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Ricardo.

Apellidos: Arnáiz Ibarrondo.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Se proponen las Concesiones de la Cofradía de Mariscadores de Vilanova de Arousa para la realización de este proyecto, ya que es una zona que sufre especialmente el fenómeno de los acúmulos algales en verano y otoño sobre sus arenales.

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

#### Metodología; Ensayos de extracción y valoración económica:

Se realizan pruebas de limpieza de algas en las concesiones administrativas de las Cofradías de Pescadores de Vilaxoán y Vilanova mediante los sistemas tradicionales utilizados hasta ahora y otros alternativos mediante arrastre con redes.

Las tareas de limpieza se realizan habitualmente en bajamar, mediante rastrillos. Se realizan montones con las algas recogidas, que una vez drenadas parcialmente del agua que retienen son cargadas en un remolque de tractor y vertidas en cotas superiores a la de la máxima pleamar.

Con el fin de mejorar los rendimientos de extracción de algas de los métodos tradicionales (rastrillos a pie), se realizan pruebas mediante arrastre manual de artes de red, utilizando:

- Trasmallo:

Arte fija de enmalle que consta de tres paños paralelos entre sí, utilizado para enmallar peces y crustáceos.

- Rapetiña:

Arte de arrastre de pequeñas dimensiones usada habitualmente para la captura de cefalópodos (*Sepia officinalis*) en zonas de poco calado (1 ó 2 metros).

**Resultados; Ensayos de extracción y valoración económica:**

*Rastrillos a pie (Vilaxoán y Vilanova)*

En la siguiente tabla se ven los resultados de la limpieza de algas en Vilaxoán y Vilanova:

	Rendimiento medio	Rendimiento trabajadora		Gastos de limpieza	
		Ptas./día	Ptas./hora	Ptas. / día	Ptas./tonelada
Vilaxoán	405 Kg/per. hora	5.185	1.728	141.600	4.662
Vilanova	100 Kg/per. hora	2.963	988	642.600	10.710

El rendimiento medio es más elevado cuanto mayor es el número de algas que hay que limpiar.

En Vilaxoán se estima un gasto de 141.600 ptas por día de limpieza medio en jornales y tractores (25 personas x 3 horas x 1.725 ptas/hora + 12.000 ptas/tractor).

En Vilanova se estima un gasto de 642.600 ptas por día de limpieza medio en jornales y tractores (200 personas x 3 horas x 998 ptas/hora + 5 tractores x 10.000 ptas/tractor).

La diferencia de rendimiento entre una zona y otra, es debido a que en Vilaxoán los arenales están prácticamente limpios de piedras y rocas mientras que en Vilanova (Castelete) aquellos presentan una elevada densidad de piedras, de 1 a 20 Kg de peso, que entorpecen sobremanera las tareas de rastrillado y de circulación de tractores.

*Trasmallo a pie (Vilaxoán)*

Se realizan varios lances con un trasmallo de dos paños unidos (30 m + 30 m). A este paño de red con una amplitud resultante de 60 metros de barrido se le adaptan unos cabos de 25 metros para su calado y arrastre posterior hacia la playa.

	Rendimiento medio	Rendimiento trabajadora		Gastos de limpieza	
		Ptas/día	Ptas/hora	Ptas / día	Ptas/tonelada
Vilaxoán	<16 Kg/per. hora	5.184	1.728	141.600	118.000

25 personas durante 3 horas de trabajo extraen 1,2 m<sup>3</sup> de algas, costando la jornada de limpieza de algas 141.600 ptas (5 equipos de 5 personas x 3 horas x 1.728 ptas/hora + 12.000 ptas/tractor).

### *Rapetiña a pie (Vilaxoán)*

Se realizan varias pruebas en Corón y Borreiros con una rapetiña sin copo construida y utilizada por las mariscadoras de la Agrupación de Mariscadoras de Moaña para limpiar de algas sus concesiones.

Se observa un rendimiento de 28 Kg/persona, rendimiento superior al del trasmallo, aún cuando su longitud y por tanto su área de barrida durante el lance es menor.

### *Rapetiña lastrada a pie (Vilaxoán)*

En este caso, el costo de las algas extraídas supone 20.571 ptas/T (20,6 ptas/Kg) ó si se hubiera utilizado un tractor para tirar del arte (2 personas), 32.038 ptas/Tm.

### **Conclusiones; Ensayos de extracción y valoración económica:**

La mecanización de las operaciones aplicando arrastre por tractor o haladores mecánicos se evalúa como poco viable dado que el problema radica principalmente en el sistema recolector y no en la recogida del mismo.

Se considera que el tiempo de trabajo (tres horas por marea) y los días favorables para estas tareas (bajamares con cotas inferiores a un metro) son insuficientes para permitir extracciones y limpiezas efectivas y rentables.

### **Metodología; Sistema de aspiración por bombeo:**

En vista de las conclusiones de los ensayos de extracción, se opta por ensayar un sistema mecanizado que permita trabajar todos los días y a jornada completa. Se piensa en una bomba aspirante de gran caudal, similar a las utilizadas por las embarcaciones de dragados que aspiran lodo, arena y piedras. Se realizan varias pruebas con diseños y dimensiones diferentes.

#### *Prueba preliminar*

Se emplea una embarcación de 24 metros de eslora con una bomba aspirante de 400 toneladas de agua por hora, sobre un fondo con grandes acúmulos algales.

#### *Primer diseño. Aspiración directa*

Con el fin de ampliar la anchura de la franja de sustrato a limpiar, se diseñan y construyen dos "bocas" de chapa de acero para el tubo aspirante de forma similar y dimensiones diferentes, una con un ancho de 2 metros y la otra de 1,3 metros. En ambos casos se les acopla un arnés dotado de ruedas de automóvil para no afectar al sustrato y que permita su regulación en altura de modo que la distancia desde el fondo a la boca pueda ser regulada a voluntad. Así mismo, las bocas que presentan una apertura de 10 cm son dotadas de una pestaña deslizante regulable para variar el paso y, por tanto, la velocidad de entrada y arrastre del agua en aspiración sobre el fondo.

Se emplea una embarcación de 16 m de eslora, 5 m de manga y 0,8 m de calado dotada de una bomba con una capacidad de trasiego de 150 m<sup>3</sup>/hora, rendimiento que equivale a 2.500 litros/minuto a través de una salida de diámetro interior de 150 mm.

Se realizan varias pruebas barriendo zonas de baja y alta densidad algal y variando la altura de la boca del artefacto al sustrato así como la apertura de la misma.

*Segundo diseño. Concentración previa y aspiración*

Se realiza un colector o rastro con perfil en L y varilla de acero galvanizado a modo de embudo, montado sobre ruedas, con una altura de barrido de 2,5 metros, una altura de 0,5 metros y de 3,5 metros de profundidad. En el fondo del embudo se coloca la toma de aspiración. Con el fin de evitar colmatamiento, se evitan al máximo posible los refuerzos transversales de las mismas, lugar donde se acumulan las algas formando paquetes difíciles de eliminar. Se procura separar las varillas en la boca del arte y en la boca del copo en torno a 4 cm en las partes más amplias y un mínimo de 2 cm en el fondo.

**Resultados; Sistema de aspiración por bombeo:**

*Prueba preliminar*

Se constata, mediante inmersión, que en el fondo queda limpia de algas una franja ligeramente más ancha que el diámetro del tubo de admisión (300 mm) de la bomba y que el sustrato arenoso subyacente no es absorbido ni con él la posible fauna residente.

Se evidencia que si bien las algas en marea baja forman una “manta” de diferente espesor (1 ó 2 cm) según las zonas y su fase vegetativa, en marea alta los filamentos de las mismas se yerguen desde el fondo alcanzando en algunos casos hasta 40 cm de altura.

*Primer diseño. Aspiración directa*

Se constata un bajo rendimiento en zonas de alta densidad y muy bajo o prácticamente nulo en las de baja densidad, aún usando la misma relación de sección aspiración/impulsión (2,2:1).

*Segundo diseño. Concentración previa y aspiración*

Las algas existentes en el fondo son recolectadas por el arte en su práctica totalidad, las boquillas de agua a presión funcionan según lo esperado. Únicamente la parte inferior del arte no se comporta de forma conveniente ya que la red acumula gran cantidad de fango y algas (aproximadamente 200 Kg) imposibles de eliminar ni siquiera con el motor de avance y a media agua.

El rendimiento del arte depende de la densidad de algas existentes sobre el sustrato en cada zona y/o época del año. Se realizan dos pruebas sobre sustrato con densidades medias de algas, alcanzando un rendimiento entre 6 y 10 m<sup>3</sup> (aproximadamente 6-10 Tm) de algas drenadas por hora.

Los costes de extracción y limpieza de algas se sitúan entre las 0,7 y las 0,9 ptas/Kg, valor muy inferior al estimado por otros métodos de extracción.

### **Conclusiones; Sistema de aspiración por bombeo:**

#### *Prueba preliminar*

Los resultados de esta prueba preliminar se consideran satisfactorios

#### *Primer diseño. Aspiración directa*

Los resultados de esta prueba no se consideran satisfactorios, hay que buscar nuevos métodos.

#### *Segundo diseño. Concentración previa y aspiración*

Los resultados son altamente satisfactorios y teniendo en cuenta el rendimiento en peso de algas obtenidas se dan por conseguidos los objetivos marcados en el Protocolo del proyecto en cuanto a extracción de algas.

### **Metodología; Comprobación *in situ* del efecto de los acúmulos algales:**

#### *Efecto del tapiz algal sobre los bivalvos*

Bajo los tapices de *Enteromorpha sp* que recubren en manchas los arenales, el sustrato presenta una total reducción y un fuerte olor a SH<sub>2</sub>. Así mismo, es allí donde los bivalvos se encuentran desenterrados, debilitados o muertos y en putrefacción.

Con el fin de comprobar este efecto se entierran en la arena cuatro cajas de malla con almeja fina, *Tapes decussata*, de diferentes tallas (15-35 mm de longitud, eje entero-posterior).

#### *Tensión de oxígeno*

La tensión de oxígeno en zonas con abundantes algas oscila fuertemente del día a la noche, dependiendo de la biomasa algal existente.

### **Resultados; Comprobación *in situ* del efecto de los acúmulos algales:**

#### *Efecto del tapiz algal sobre los bivalvos*

Meses después de enterrar las cuatro cajas de almejas finas, se constata que tres de ellas están cubiertas por las algas en bajamar y una no. En ésta última la almeja se encuentra perfectamente enterrada y prácticamente sin mortalidad (5%) mientras que en las otras tres, todas las almejas están fuera del sustrato y con una fuerte mortalidad (50-100%).

Los registros de biomasa realizados en zonas cubiertas por tapiz de *Enteromorpha ramulosa* y en zonas con piedras con *Sargasum*, *Fucus*, *Enteromorpha intestinalis* arrojan resultados entre 1,1 y 1,6 kilogramos de peso fresco escurrido de algas por metro cuadrado (1,1-1,6 Kg PF/m<sup>2</sup>).

#### *Tensión de oxígeno*

Durante las horas de mayor insolación se registran tensiones de oxígeno superiores al 200% de saturación mientras que por la noche estos valores descienden por debajo del 100%.



Tras dos horas de oscuridad se registra un gradiente negativo en la tensión de oxígeno desde la superficie (92%  $\approx$  7,6 mg O<sub>2</sub> a 18,8 °C) hasta el fondo cubierto por el tapiz de algas (21% de saturación  $\approx$  1,6 mg O<sub>2</sub>) situado a un metro de profundidad. Esta estratificación (constatada en la zona intermareal) implica que existe un lento trasiego de oxígeno por difusión de un punto a otro de la columna de agua.

Bajo el tapiz de algas y en el sustrato se han registrado valores de sólo 10,5% de saturación (0,8 mg O<sub>2</sub>/l a 17,7 °C). Es decir condiciones prácticamente anóxicas.

#### **Conclusiones; Comprobación *in situ* del efecto de los acúmulos algales:**

Las limpiezas de algas por arrastre con red, se limitan únicamente a zonas de arenal o lodo fangosas sin piedras ni rocas donde se pueda sobrecargar o enganchar el arte.

Es recomendable limpiar de piedras sueltas las concesiones dado que las mismas ocupan superficies muy considerables. Además, las piedras sirven de soporte a numerosas algas, especialmente *Enteromorpha intestinalis*, amén de funcionar como trampas de otras algas móviles, concentrándolas en las mencionadas algas e impidiendo su movilidad.

Se recomienda así mismo allanar lo más posible los arenales, evitando depresiones y barras que impidan la circulación de agua y algas desprendidas, favoreciendo el efecto trampa y produciendo acumulaciones de algas.

#### **Metodología; Ensayos en laboratorio: Bioensayos**

Con el fin de cuantificar el metabolismo de las algas en estudio y poner de manifiesto su capacidad de producir anoxia en los fondos, se realizan varios ensayos en laboratorio.

##### *Demanda de oxígeno de especies algales*

Se diseña y construye una unidad termostatazada para registro de tasas de consumo de oxígeno, se mide en continuo en oscuro y a diferentes temperaturas, la respiración de una biomasa dada de *Enteromorpha sp* desde una situación de sobresaturación de oxígeno en el agua (200%) hasta alcanzar condiciones de cuasi anoxia (0,1%).

##### *Efecto de la anoxia sobre bivalvos*

Con el fin de delimitar el efecto de las bajas tensiones de oxígeno, combinadas con altas temperaturas, y los niveles de tolerancia de los bivalvos objeto de explotación en las concesiones marisqueras en zona intermareal, se realizan varios ensayos en el laboratorio.

Los experimentos se realizan estabulando ejemplares de almeja fina, almeja babosa y berberecho en recipientes herméticos llenos de agua con niveles de solo 0,1 mg de oxígeno por litro, a tres temperaturas diferentes, 18, 25 y 30 °C, con el fin de evidenciar su resistencia a éste factor de estrés. Los valores aplicables a condiciones ambientales únicamente serían los de 18 °C.

## Resultados; Ensayos en laboratorio: Bioensayos

### *Demanda de oxígeno de especies algales*

Los resultados indican poca variación en el metabolismo de las algas para el rango existente en los arenales durante la primavera y verano (15-20 °C).

La tasa de consumo de oxígeno de *Enteromorpha sp* durante los primeros 30 minutos es muy elevada debido a la deuda acumulada de oxígeno durante la emersión. Una vez que se alcanza la tasa normal de respiración, se comprueba que se sitúa en torno a 120 – 130 mg de oxígeno por kilogramo de peso fresco de alga y por hora y mientras existe una disponibilidad de oxígeno en el medio superior al 20% de saturación. Por debajo de éste punto, la tasa respiratoria disminuye.

### *Efecto de la anoxia sobre bivalvos*

Los resultados que se presentan a continuación se expresan como el límite letal para el 50% de la población.

LT <sub>50</sub> anoxia	30 °C		25 °C		18 °C	
	horas	días	horas	días	horas	Días
<b>Berberecho</b>	24	1	33	1 <sup>1/2</sup>	33	1 <sup>1/2</sup>
<b>Almeja babosa</b>	24	1	35	1 <sup>1/2</sup>	160-190	6 <sup>1/2</sup> - 8
<b>Almeja fina</b>	36	1 <sup>1/2</sup>	105	4 <sup>1/2</sup>	160-330	6-14

A 18 °C, temperatura media del agua en primavera – verano, el berberecho sobrevive día y medio, mientras que las almejas lo hacen durante 6 a 14 días en estas condiciones.

Se constata que, a 30 °C, ninguna de las especies soporta estas condiciones más de día y medio. A 25 °C el berberecho y la almeja babosa no soportan tampoco más que día y medio mientras que, la almeja fina lo hace durante 4 días y medio.

## Conclusiones; Ensayos en laboratorio: Bioensayos

### *Demanda de oxígeno de especies algales*

En una hora la capa de agua de 2 – 3 cm sobre el sustrato alcanza condiciones de hipoxia severa ( $\pm 1$  mg O<sub>2</sub>/l), condiciones que pueden mantenerse largo tiempo de acuerdo con los datos observados de estratificación de la columna de agua.

### *Efecto de la anoxia sobre bivalvos*

La almeja fina es la especie más resistente a las condiciones de anoxia (6 a 14 días), seguida de la almeja babosa (6 a 8 días).

El berberecho resulta muy afectado por las condiciones de falta de oxígeno.

La temperatura es un claro factor limitante, para las mismas condiciones de anoxia la subida de temperatura afecta muy negativamente aún cuando los 25 y 30 °C sólo se alcanzan esporádicamente y nunca dentro del sustrato.

En condiciones continuas de anoxia, la almeja puede sobrevivir largo tiempo, por lo que ésta causa no es la principal a la hora de contabilizar la mortalidad en las poblaciones.

#### **COMENTARIOS FINALES.**

Ninguno de los sistemas de arrastre de redes utilizados supone una mejora en el rendimiento respecto a los sistemas tradicionales usados hasta el momento. El trasmallo no es una red adecuada para estas faenas y el empleo de la rapetiña tampoco supone mejora alguna sobre los métodos tradicionales de limpieza.

La anoxia por sí misma no parece ser la única causa de las mortalidades de bivalvos, ya que la almeja fina y la babosa soportan condiciones de anoxia durante varios días seguidos. La mortalidad de los bivalvos reside en la concurrencia de varios factores negativos o estresantes junto con la anoxia – hipoxia. La eliminación de algas permitiría evitar consecuencias de anoxia – hipoxia, con un previsible efecto positivo sobre las poblaciones de bivalvos que resistirían mejor el periodo final del ciclo reproductivo, momento en el que se encuentran muy debilitados.

La limpieza de algas ha de ser más frecuente que lo que permite la periodicidad de las mareas, por lo que se requeriría un sistema de limpieza que funcionase durante la pleamar.

## **6. PROYECTO: INDUCCIÓN A PUESTA Y CULTIVO DE SEMILLA DE OREJA DE MAR (*Haliotis tuberculata*), EN EL MEDIO NATURAL**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1995

Finalización del plan: 1995

### **OBJETIVOS:**

La finalidad principal del proyecto es estandarizar los posibles sistemas de producción de larvas y cultivo de post-larvas en condiciones controladas, para posteriormente sembrar y analizar la respuesta al cultivo exterior de la semilla que actualmente se mantiene en condiciones controladas de criadero.

Paralelamente se analizan las vías y mecanismos de incorporación de las biotoxinas en esta especie, mantenimiento de juveniles en diferentes tipos de dietas; así como los procesos de desintoxicación.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura.

Centro: Centro de Investigacions Mariñas.

### **Coordinador del plan:**

Nombre: Alejandro.

Apellidos: Guerra Díaz.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

Lo toma de muestras tiene lugar en la Ría de Arousa.

Los análisis necesarios para llevar a cabo el estudio se realizan en el Centro Investigacions Mariñas (en Vilaxoán, Ría de Arousa).

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología de reproducción de la oreja de mar en el medio natural:**

Desde enero de 1995 hasta enero de 1997 se muestrean y analizan un mínimo de 15 especímenes adultos obtenidos en la zona sublitoral, en el área comprendida entre Punta de Quilme y Punta Igafa en la Isla de Arousa. Los muestreos se realizan mensualmente, excepto en los periodos de mayor actividad reproductiva en los que se acorta este periodo. De los individuos de cada muestreo se registra la talla, el peso y el color que presentan las gónadas de cara a promover la inducción de las puestas.

Con el fin de determinar el estado y evolución del desarrollo gonadal, de cada ejemplar se disecciona el apéndice cónico. Para la realización de las preparaciones histológicas se siguen las técnicas que habitualmente se usan en el Departamento de Patología del Centro de Investigacions Mariñas, para las preparaciones histológicas de ostra plana, introduciéndose ligeras variaciones en cuanto a los periodos de

deshidratación de los tejidos y líquidos empleados para la fijación y tinción de muestras.

Del apéndice cónico de cada individuo se secciona un tramo de la zona intermedia. Posteriormente, y una vez sometido al proceso de preparación histológica, se efectúan cortes histológicos seriados de un espesor de 5 micras. De cada individuo se efectúan un mínimo de cuatro cortes histológicos.

Del análisis de las preparaciones histológicas se determina:

- 1- Sex-ratio: relación porcentual de machos y hembras de las muestras.
- 2- Índice gonadal (I.G.).
- 3- Desarrollo del ciclo gametogénico: para poder clasificar a los individuos en función del grado de maduración gonadal con el fin de estudiar el ciclo de desarrollo de la gónada, se establecen en machos y hembras seis estadios:
  - a- Estadio I o Reposo sexual.
  - b- Estadio II o Involución – Reposo sexual.
  - c- Estadio III o Recuperación – Desarrollo.
  - d- Estadio IV o Pre - maduro 1.
  - e- Estadio V o Pre- maduro 2.
  - f- Estadio VI o Maduro.

#### Resultados de reproducción de la oreja de mar en el medio natural:

##### Sex – ratio

En la siguiente tabla se puede ver la proporción de machos y hembras, así como la relación machos: hembras, en los dos años en los que se realizó el muestreo.

	Nº total individuos	Machos		Hembras		H:M
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	
<b>1995</b>	138	78	56,52 %	66	47,82 %	1H:1,18M
<b>1996</b>	135	71	52,59 %	64	47,4 %	1H:1,11M

Al desglosar y analizar esta relación, individualizando cada uno de los meses en que se efectúa el muestreo de *Haliotis*, se observa que la presencia de H:M es variable, incrementándose la de hembras en los muestreos realizados en los meses más calurosos (junio y septiembre en 1995 y en julio y agosto en 1996). Durante los muestreos de los meses de julio y agosto de 1995 y de enero, principios de octubre y noviembre de 1996, la proporción de machos y hembras está prácticamente equilibrada. Corresponde a los meses de abril, junio, agosto y diciembre de 1995 y a marzo, abril, mayo y último muestreo de octubre de 1996, el menor porcentaje de hembras.

### *Índice Gonadal*

En el primer año, 1995, a partir de mayo y hasta el mes de noviembre, el IG supera el nivel 80. Esto indica que el tejido gonadal que rodea al hepatopáncreas, ocupa mayoritariamente el apéndice cónico. En este período, el grado de maduración de la gónada es muy elevado, con un máximo que se extiende entre los meses de junio y agosto. Le sigue un descenso en septiembre, que parece indicar una puesta natural abundante en este mes, al que sigue una nueva restauración gonadal que empieza a declinar a finales del mes de octubre, hasta alcanzar un mínimo en enero del siguiente año muestreado.

En el segundo año, 1996, el periodo en que el IG supera el nivel 80, se inicia a partir del mes de abril y se mantiene hasta finales del mes de agosto. En su evolución, aparece un ligero descenso en el mes de junio, que parece indicar una puesta parcial, y posteriormente, una puesta masiva a partir de los meses de agosto y septiembre a la que sigue un descenso en este índice que supone una depleción gonadal.

### *Desarrollo y evolución del ciclo gametogénico*

En 1995 se observa que el desarrollo gonadal, estadio III, se inicia en algunos ejemplares en el mes de febrero. Un mayor desarrollo de la gametogénesis (estadios IV y V) se inicia en marzo y continúa hasta principios de agosto. También se observa que los primeros individuos pre-maduros (estadio V) aparecen en el mes de mayo, y es a partir de éste mes en el que se observa un IG superior al 80%, lo que indica que el desarrollo gametogénico se encuentra muy avanzado.

Los primeros individuos maduros (estadio VI) se detectan a partir de junio, instante en el que los individuos presentan un porcentaje de ocupación gonadal de un 90%. En el estadio VI se alcanza el máximo desarrollo gametogénico y, por tanto, la gónada aparece llena de productos sexuales maduros que ocupan un amplio espacio dentro del conjunto del apéndice cónico. Entre junio y noviembre es el periodo en el que se detectan ejemplares maduros preparados para emitir los productos sexuales al medio marino.

Por lo tanto, en 1995, los meses con mayor porcentaje de individuos maduros son los de finales de agosto y octubre.

En 1996, se detectan en el mes de enero individuos en estado premaduro-2 (estadio V), que probablemente darán lugar a individuos plenamente maduros (nivel VI) en el mes de marzo.

Probablemente estos individuos “prematamente” maduros, es decir, fuera de la época normal de puesta, procedan de restos de una maduración tardía ocurrida en 1995, que podría dar lugar al desarrollo posterior de estos individuos durante el invierno del segundo año.

Un activo desarrollo gonadal abarca desde el mes de enero hasta el mes de abril. Se observa otro periodo en noviembre y diciembre, que puede ser indicativo de una restauración o recuperación de las estructuras gonadales que darían paso al inicio de un nuevo ciclo gametogenético en los meses posteriores. Se detecta que, ya en el mes de marzo, comienzan a aparecer los primeros ejemplares maduros, aunque en un porcentaje muy pequeño; es en el mes de mayo cuando podemos decir que comienza la época de madurez sexual y que abarca hasta septiembre. Los mayores "pools" de individuos maduros se encuentran en los meses de mayo, junio y julio. De todo esto se deduce que la época de desove en este año abarca desde mediados de la primavera hasta el inicio del otoño.

Se aprecia también, en el año 1996, un bajo porcentaje de individuos en los estadios III y IV en los meses precedentes a la época de máxima maduración, lo que podría indicar un proceso de maduración rápido precedido de un corto periodo de desarrollo gametogenético.

*Relación del grado de maduración y del índice gonadal con la temperatura.*

Los valores de temperatura media durante el año 1995, aumentan de forma progresiva desde enero hasta junio, descendiendo suavemente hasta noviembre, momento en el cual se produce un descenso rápido hasta enero del año siguiente. Se observa una relación entre la madurez de los individuos y la temperatura, pues el mayor porcentaje de individuos maduros, tanto de machos como de hembras, se ajusta a los meses de junio a septiembre, meses con las temperaturas más altas, correspondiéndose también con los meses en que los individuos presentan un índice gonadal más alto.

En 1996 se observa un aumento progresivo de la temperatura desde el mes de enero hasta el mes de mayo, momento en que se produce una elevación brusca de la temperatura hasta junio. Posteriormente se produce otro aumento rápido de la temperatura hasta llegar al máximo en agosto, con un descenso progresivo, más o menos acentuado, hasta diciembre. En éste año, al igual que en 1995, se ve que el porcentaje de individuos maduros, tanto machos como hembras, es mayor durante los meses de temperaturas más altas.

El índice gonadal (IG) aumenta siguiendo las pautas de aumento de la temperatura. Al alcanzar la temperatura máxima, el IG desciende rápidamente, indicando que se está ante un periodo de desove.

**Conclusiones de reproducción de la oreja de mar en el medio natural:**

*Sex – ratio*

La presencia de H:M es variable a lo largo del año, siendo mayor el porcentaje de hembras en los meses más calurosos y mayor el porcentaje de machos en los meses de primavera.

### *Índice Gonadal*

En los dos años se advierte una elevada variación en el IG que se manifiesta a través de la amplitud de la desviación estándar, principalmente en los meses de invierno en los que decae la actividad gametogénica. Este efecto puede explicarse debido a la existencia, en las muestras de estas épocas, de individuos con desarrollo gonadal muy diferente en cuanto al grado de madurez. Es característico que en éstas muestras aparezcan individuos totalmente “vacíos” de contenido gonádico a la par que otros en avanzado estado de desarrollo gonadal.

### *Desarrollo y evolución del ciclo gametogénico*

En general, se observa que el número de especímenes maduros (estadio VI) es más amplio en 1995 que en 1996. También se aprecia que la maduración total de los individuos tiene lugar más tarde en 1996, prolongándose más en el tiempo. Los primeros ejemplares maduros se detectan en el mes de junio de 1995, sin embargo, se continúan encontrando ejemplares maduros hasta bien entrado noviembre, por lo que el periodo en el que puede ser factible el desove abarca todo el verano hasta bien entrado el otoño.

### *Relación del grado de maduración y del índice gonadal con la temperatura.*

La maduración gonadal aumenta de forma progresiva a medida que aumenta la temperatura, siendo en los meses de temperaturas más altas en los que se produce la máxima maduración gonadal.

En los meses de enero a abril, meses en los que tiene lugar el desarrollo gonadal (estadio III), se produce un aumento brusco de la temperatura hasta llegar a mayo en el que el desarrollo gonadal es máximo (estadio VI). Este aumento brusco en tan corto periodo de tiempo puede explicar el paso de la población de este año, del estadio de desarrollo sexual (III) al estadio maduro (VI), con un corto periodo de tiempo de desarrollo gametogénico (estadios IV y V).

### **Metodología del cultivo de la semilla obtenida por técnicas de puesta inducida:**

Los individuos (escasos debido a que se produce una elevada mortalidad por los fuertes y sostenidos descensos de salinidad), se mantienen en régimen de cautividad, con alimentación “*ad libitum*”, compuesta por macroalgas intermareales de la zona de Vilaxoán y de Couso, en la Ría de Arousa.

Los contenedores para el cultivo de semilla son acuarios de cristal de 75 l de capacidad. La densidad de cultivo es de 500 ud/m<sup>2</sup> el primer año y de 200 ud/m<sup>2</sup> el segundo año.

Periódicamente se miden un mínimo de 30 especímenes elegidos de forma aleatoria. No se estiman otros parámetros, aparte de la longitud, debido al daño que provocaría en los individuos el despegarlos del sustrato al que se encuentran adheridos.



**Resultados del cultivo de la semilla obtenida por técnicas de puesta inducida:**

La evolución del crecimiento de los individuos de oreja de mar es la siguiente:

- Al medio año de cultivo, los individuos apenas superan los 10 mm de longitud.
- Al año de cultivo, los individuos superan los 20 mm de longitud.
- Al año y medio los individuos llegan a los 30 mm, momento en el cual, pasan al cultivo exterior en cestos ostrícolas suspendidos en bateas.

**Conclusiones del cultivo de la semilla obtenida por técnicas de puesta inducida:**

Se observa una tendencia irregular en el crecimiento que aparece marcada por dos hechos:

- a- Fuerte mortalidad, causada por la bajada de la salinidad (entre los días 180 y 240), que prácticamente diezma a la población.
- b- Disponibilidad de determinado tipo de macroalgas que impiden una alimentación adecuada en determinadas épocas del año.

**Metodología de la evolución temporal de la biotoxina P.S.P:**

Paralelamente a la extracción de los individuos para el análisis reproductivo, se colectan especímenes hasta conseguir aproximadamente unos 250 g de vianda en cada muestreo. Los análisis de biotoxinas PSP se realizan en el Centro de Control de Calidade do Medio Mariño dependiente de la Consellería de Pesca, Marisqueo y Acuicultura.

El método de análisis seguido está contenido en el Decreto 116/1995 (D.O.G. Nº 87, del 8 de mayo de 1995).

**Resultados de la evolución temporal de la biotoxina P.S.P:**

Los análisis se efectúan sobre ejemplares del banco de Quilme (Isla de Arousa).

La biotoxina PSP aparece prácticamente en todas las muestras analizadas. En 1995 se registra un alto nivel de biotoxina PSP, superior a los niveles legalmente permitidos para su comercialización (80µg de PSP/100 g de carne).

En 1996 los niveles de biotoxina disminuyen de forma progresiva a lo largo del año, manteniéndose en estas zonas en un nivel inferior al legal (80µg de PSP/100 g de carne).

**Conclusiones de la evolución temporal de la biotoxina P.S.P:**

Se detecta que el nivel de biotoxina puede variar entre los individuos de una misma muestra, así como entre los individuos de poblaciones relativamente próximas. Por otra parte, en los análisis que se realizan con objeto de establecer una posible relación entre el sexo de los individuos y el nivel de biotoxinas, no encuentra relación alguna.

## OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

### *Comunidad Autónoma de Galicia:*

- **1993-94:** Desarrollo de líneas de estudio sobre oreja de mar (*Haliotis tuberculata*) en Galicia.

## COMENTARIOS FINALES.

Los resultados, en lo que se refiere a cultivo de semilla en cautividad y contenido en biotoxinas, no apoyan un futuro inmediato halagüeño para el cultivo de esta especie.

## DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

En el IX Simposio del Bentos Marino, en Alcalá de Henares (1996), se presentó la comunicación titulada “Estudios sobre la alimentación de la oreja de mar (*Haliotis tuberculata* L.) en Galicia (NO España), que se recoge en las Actas del IX Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino.

En el VI Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Murcia (1997) se presentó la comunicación titulada “Reproducción de la oreja de mar, *Haliotis tuberculata* L. en la Ría de Arousa”, que se recoge en las Actas del VI Congreso Nac. Acicult.: 143-149.

En el Simposio II CLAMA y VI RENAMAC, celebrado en La Ensenada –Baja California en Méjico (1997) se presentó el trabajo titulado “Desarrollo gametogénico de la oreja de mar, *Haliotis tuberculata* L., en Galicia (N.O. de España). II CLAMA y VI RENAMAC, que se recoge en las Actas del III CLAMA y VI RENAMAC.

## **7. PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO SOBREELEVADO DE OSTRA PLANA (*Ostrea edulis*) EN ZONA INTERMAREAL EN LAS RÍAS GALLEGAS.**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1995  
Finalización del plan: 1996

### **OBJETIVOS:**

Determinación de parámetros de cultivo, que permitan alcanzar la talla comercial antes del segundo verano. Los parámetros a ensayar y determinar son los siguientes:

- Nivel mareal de colocación del cultivo.
- Densidad de estabulación de la ostra en las bolsas.
- Fijación de algas y animales marinos en las bolsas.

Conocimiento del crecimiento, mortalidad y nivel de infestación de la ostra, en condiciones de cultivo sobreelevado en zona intermareal.

Contabilización de las jornadas de trabajo manual necesario para las diversas tareas de manipulación: limpiezas, desdobles, separación de tallas.

Elaboración de un manual concreto y práctico sobre el cultivo sobreelevado.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo y Acuicultura.  
Centro: Centro de Investigaciones Marinas de Corón.  
Centro Experimental en Acuicultura de Couso.

### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Alberto.  
Apellidos: de Coa Martín.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

La ubicación de las experiencias se realiza en las zonas intermareales de "Borreiros" y "O Castelete", pertenecientes a la Cofradía de Vilanova de Arousa y situadas en el margen sur de la Ría de Arousa.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

En cada estación de estudio se colocan 10 mesas de 0,5 m de altura, construidas con varilla de tetracero, sobre las que se colocan bolsas de plástico de distintos diámetros de malla, desde 1 mm a 18 mm, enganchadas a las mesas por gomas con ganchos o por cinchas, quedando los moluscos cultivados en un único compartimento de estabulación. Los cultivos se realizan a dos niveles mareales diferentes, 0,5 y 1 m sobre la bajamar escorada. A lo largo de todo el año se realiza un seguimiento de las variaciones de temperatura y salinidad en ambas zonas.

Las experiencias se llevan a cabo con 30 partidas de ostra plana (los pesos individuales iniciales varían entre 25 y 68,684 mg) procedentes del Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo, del Centro de Experimentación en Acuicultura de Couso, Ostreira S.A. y ostras de cultivo de Vilaxoán y Vilanova. Se realizan 244 pruebas de cultivo en las que se emplean diferentes densidades, distintos niveles de cultivo y distinta zona de cultivo.

Los muestreos se realizan mensualmente. De cada muestra se obtiene el peso húmedo individual medio ( $P_{hi}$ ), la talla media (H), eje dorso-ventral, mediante dos ecuaciones de regresión obtenidas a partir de las medidas de talla y peso de 828 ostras:

Ostras menores de 10 mm  $\Rightarrow$   $\text{Log}(P_{hi}) = -3,03151 + 2,015619 \log(H)$   
 $r^2: 0,637321$  (n=828).

Ostras mayores de 10 mm  $\Rightarrow$   $\text{Log}(P_{hi}) = -4,14227 + 3,077531 \log(H)$   
 $r^2: 0,965586$  (n=828)

El porcentaje de mortalidad (M) se calcula como la relación entre el número de conchas sin vianda y el número de ostras vivas. Se calcula el crecimiento estacional en peso y talla.

### Resultados:

Las tasas de crecimiento estacionales medias (de las bolsas de cultivo colocadas a densidades adecuadas), obtenidas por rangos de peso, se muestran en la siguiente tabla:

<b>Tasa de crecimiento (G30)</b>					
<b>Ph<sub>i</sub> (mg)</b>	<b>5</b>	<b>50</b>	<b>500</b>	<b>5.000</b>	<b>50.000</b>
<b>Invierno 1996</b>	≈25	≈25	≈15	≈15	≈15
<b>Primavera 1996</b>	≈200	≈145	≈80	≈40	≈10
<b>Verano 1996</b>	≈200	≈155	≈110	≈55	≈15
<b>Otoño 1996</b>	≈90	≈75	≈60	≈40	≈10
<b>Invierno 1997</b>	≈70	≈60	≈40	≈20	≈10

El crecimiento esperado de un cultivo de ostra plana que se inicia con una semilla de 4 mm y se pretende que alcance la talla legal, varía entre 10 y 14 meses de cultivo según la estación de inicio del cultivo. El invierno de 1996 ha sido un invierno especialmente malo para el cultivo, mientras que el invierno de 1997 ha presentado unas condiciones buenas para el crecimiento, sin las bajadas de salinidad que se produjeron en el invierno de 1996.

En condiciones favorables, las tasas de crecimiento de los individuos más pequeños son mucho más elevadas que las de los individuos mayores, de tal forma que una ostra de 5 mg puede llegar a multiplicar por 7,2 su peso, alcanzando al cabo de un mes los 36 mg (correspondiente a una tasa de crecimiento de 198,11), mientras que, una ostra con un peso inicial de 50 mg, en iguales condiciones, sólo multiplicaría por 1,08 su peso inicial, llegando a 54 mg al cabo del mes (correspondiente a una tasa de crecimiento de 8,30).

Por otro lado, los márgenes entre los que se mueven las tasas anuales de crecimiento son mucho más amplios en ostras de menor tamaño. Las diferentes estaciones anuales implican diferencias en las condiciones ambientales, las cuales provocan diferencias en el crecimiento.

Los porcentajes mensuales medios de mortalidad (de las bolsas de cultivo colocadas a densidades adecuadas) de cada estación, por rangos de pesos, aparecen en la siguiente tabla:

<b>Porcentajes mensuales medios de mortalidad en % en cada estación</b>		
	<b>5 mm – 20 mm</b>	<b>+20 mm</b>
<b>Invierno 1996</b>	5,31	22,11
<b>Primavera 1996</b>	1,07	2,09
<b>Otoño 1996</b>	3,15	6,55
<b>Verano 1996</b>	5,5	7,19
<b>Invierno 1997</b>	7,38	5,57

Si el cultivo de ostra comienza en invierno (febrero) con semilla de 4 mm, el periodo completo de cultivo hasta alcanzar la talla legal de 60 mm es de 11 meses, con un porcentaje de mortalidad de 44,76%.

Si el cultivo de ostra comienza en primavera (mayo) con semilla de 4 mm, el periodo completo de cultivo hasta alcanzar la talla legal de 60 mm es de 10 meses, con un porcentaje de mortalidad de 49,07%.

Si el cultivo de ostra comienza en verano (agosto) con semilla de 4 mm, el periodo completo de cultivo hasta alcanzar la talla legal de 60 mm es de 14 meses, con un porcentaje de mortalidad de 62,41%.

Si el cultivo de ostra comienza en otoño (noviembre) con semilla de 4 mm, el periodo completo de cultivo hasta alcanzar la talla legal de 60 mm es de 13 meses, con un porcentaje de mortalidad de 50,81%.

El porcentaje de mortalidad de los meses de invierno en los individuos de más de 20 mm, calculado como la media entre los dos inviernos, se eleva mucho debido a la elevada mortalidad que en el invierno de 1996 presentan las ostras mayores de 40 mm como consecuencia de las bajadas de salinidad que se producen en la playa de Borreiros.

En la siguiente tabla se muestran las densidades adecuadas de cultivo, según la época y la talla inicial de la semilla:

	Otoño - Primavera	Primavera – Verano
Rangos de tallas	Densidades (Kg/m <sup>2</sup> )	Densidades (Kg/m <sup>2</sup> )
5 mm – 10 mm	0,5	0,25
10 mm – 20 mm	1	0,5
20 mm – 40 mm	2	2
+ 40 mm	8	8

Sobrepasar estas densidades provoca efectos diferentes según la estación de cultivo. En el siguiente cuadro se aprecian las diferencias producidas en cultivos a alta densidad y baja densidad en función de la estación del año:

Estación	Talla media inicial	Densidad de cultivo (Kg/m <sup>2</sup> )	Talla media al mes	Mortalidad	
Invierno	8,25 mm	Alta	2	8,37 mm	Similar a ambas densidades
		Baja	0,5	9,64 mm	
Otoño	23 mm	Alta	4	24,71 mm	6,6 %
		Baja	1	27,11 mm	0 %
Verano	5,51 mm	Alta	2	8,03 mm	3,6 %
		Baja	0,25	11,26 mm	0%

Se observan diferencias de crecimiento entre las bolsas situadas en diferentes niveles mareales en los meses entre mayo y agosto, siendo mayor el crecimiento en las bolsas situadas a 0,5 m que en las situadas a 1 m. Debido al cambio brusco de condiciones que supone el paso de hatchery al medio natural, las tasas de crecimiento el primer mes de cultivo son menores que las esperadas.

### Conclusiones:

Las tasas de crecimiento de la ostra plana varían entre amplios márgenes dependiendo de factores como el peso inicial, la estación anual, la densidad de cultivo, el nivel mareal y la procedencia de la semilla.

La densidad adecuada de cultivo depende de dos factores, la estación y la talla de la semilla.

El crecimiento obtenido en el cultivo sobreelevado en bolsas es muy similar al obtenido en cultivo suspendido en batea. En cuanto a los porcentajes de mortalidad, éstos son inferiores a los obtenidos en batea.

### COMENTARIOS FINALES.

Con unas densidades adecuadas y realizando las labores de limpieza y desdoble necesarias, se puede llevar a cabo el cultivo completo de ostra plana en sistema sobreelevado en bolsas, obteniendo ostras de tamaño comercial antes del segundo verano de cultivo, creándose así un complemento interesante al cultivo de la almeja en la zona intermareal.

### DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Ponencia presentada en el VI Congreso Nacional de Acuicultura con el nombre de “Cultivo de ostra plana (*Ostrea edulis*) en sistemas sobreelevados”.

## 8. PROYECTO: SISTEMAS FLOTANTES DE CAPTACIÓN DE SEMILLA DE MEJILLÓN MEDIANTE LONG-LINES

### AÑO:

Comienzo del plan: 1997  
Finalización del plan: 1997

### OBJETIVOS:

- 1- Experimentar sistemas colectores de semilla de mejillón suspendidos en líneas flotantes y evaluar su rendimiento a lo largo del año en las zonas seleccionadas de las Rías de Muros, Ares y Camariñas.
- 2- Evitar la depredación "in situ" de la semilla fijada mediante colectores y proponer medidas correctoras.
- 3- Evaluar el rendimiento de la semilla de mejillón fijada en función de las épocas de fijación.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura.  
Centro: Centro Investigaciones Marinas de Corón.

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Salvador.  
Apellidos: Guerrero Valero

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Varios son los puntos seleccionados para el experimento en *long-lines*; dos en la Ría de Muros (Esteiro y Muros), otro punto seleccionado, se encuentra situado en las Rías Altas (Ría de Ares), punto libre (Sada 2) del polígono de Lorbé, con 15 m de profundidad. El último punto se encuentra en la Ría de Camariñas cuadrícula 19, polígono A situado en el límite de la concesión de Arrecifes del Atlántico, empresa que cultiva pulpo en jaulas flotantes y que tiene instalaciones en Muxía.

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

#### Metodología:

El "long-line" es una estructura flotante formada por dos boyas principales y una cuerda de 25 metros de longitud con 19 boyas atuneras secundarias situadas regularmente con función de flotadores. Cada boya está sujeta al fondo mediante una cuerda que va conectada a 10 metros de cadena con grillete y guardacabos que a su vez está amarrada a un peso muerto de una tonelada, peso suficiente para evitar su desplazamiento con las corrientes.

El tipo de colector utilizado es una cuerda mejillonera de 6 metros de longitud atravesada con un palillo de plástico cada metro para evitar el desprendimiento de semilla con un peso adicional para evitar que se pueda enredar con otras cuerdas.

El anclaje del sistema se realiza mediante dos pesos muertos, cada uno de ellos situados en un extremo del “long-line” que descansan sobre el fondo.

Mensualmente se realiza el muestreo de los “long-lines”. El izado de los colectores se realiza con barcos equipados especialmente para tales funciones, habitualmente empleados en el sector mejillonero y cedidos por las empresas colaboradoras. El método de recolección, transporte y conservación de las muestras varía en función del grado de desarrollo de los individuos, así se establece de forma más o menos rutinaria que, cuando en el colector no se ven individuos a simple vista, se toman filamentos cortados de la cuerda principal en número de 6 aproximadamente para observar a la lupa binocular. Al mismo tiempo, al estar toda la cuerda - colectora fuera del mar, se hace una observación *de visu* para determinar cualquier eventualidad.

El experimento se inicia en el mes de Mayo de 1998 y finaliza en enero del 2001.

Desde el comienzo del estudio, mensualmente se instala una cuerda mejillonera en cada línea experimental. Al tiempo que se instala una nueva cuerda mejillonera se recogen muestras de las anteriores para su posterior estudio. Cuando el mejillón alcanza un tamaño entre 3,5-4 cm se cosecha en su totalidad.

Las muestras se llevan al CIMA donde se analizan. Primeramente se lavan y se separan submuestras para detectar las fijaciones del mejillón en sus primeros momentos.

Las medidas de biomasa en peso fresco y talla se hacen sobre una muestra de 50 individuos.

En el último muestreo de las cuerdas mejilloneras se cosecha todo el mejillón adherido en un metro del colector y se pesa para conocer el rendimiento final del colector.

A la par que se obtienen los datos de los muestreos realizados, también se dispone de una base de datos cedida por el Centro de Control de Calidade do Medio Mariño con los parámetros oceánicos de la zona.

### **Resultados:**

La fijación de los mejillones es variable a lo largo de todo el año, siendo más intensa desde mayo hasta octubre, periodo en el que la cuerda mejillonera se coloniza rápidamente. A partir de octubre y hasta diciembre la fijación disminuye y aparece de forma muy escasa. Se encuentra presencia de postlarvas de mejillón todos los meses estudiados, siendo más escasa en invierno, prácticamente nula en diciembre.

Dentro de la misma Ría de Muros y comparando en un mismo año las dos estaciones (Muros y Esteiro), se observa que la cosecha final en peso fresco total es muy similar en ambas estaciones.



Comparando entre 1998 y 1999, también existe una relación entre la temperatura del agua y la presencia de postlarvas de mejillón en colectores *long-line* en las Rías Gallegas, de manera que se observa la presencia de larvas bivalvos en los colectores desde el inicio de la primavera, mientras que la presencia de postlarvas de mejillón se observa únicamente en los meses en que se encuentran valores de clorofila altos, lo que indica que la estrategia reproductiva del mejillón se extiende por fuera de los picos de reproducción estacionales permitiendo puestas ocasionales viables o desfases de hasta dos meses en la presencia de la primera semilla de mejillón en los colectores.

En las dos rías comparadas hay diferencias en talla y peso de la semilla de mejillón encontrada en los colectores flotantes y van paralelas a las diferencias acumuladas en la temperatura y valores de clorofila  $\alpha$  hallados en el agua del mar. La fijación de los colectores *long-line* se determina durante un ciclo anual. Postlarvas tamizadas entre filtros de 300  $\mu$  y 900  $\mu$  se observan entre mayo y diciembre, pero las mayores fijaciones se producen en el mes de junio alcanzando una biomasa en peso húmedo de mejillón en el momento de cosechar de 62 Kg/cuerda en Muros y 50 Kg/cuerda en La Coruña. El mejillón cosechado en cada cuerda experimental se desdobra en dos cuerdas de cultivo de 12 metros de batea.

Las diferencias de temperatura acumulada son responsables del desfase en la aparición de postlarvas de mejillón en las dos áreas de cultivo, sin embargo, una vez iniciado el proceso de reproducción, el desarrollo a lo largo del año es el mismo en ambas con unos máximos en el mes de junio.

La semilla obtenida en colectores *long-line* es apreciada por los cultivadores ya que se presenta limpia, de tamaño uniforme, libre de parásitos y competidores a diferencia de la obtenida siguiendo la forma tradicional en roca intermareal.

En el estudio realizado se constata la pérdida de flotabilidad de las boyas a lo largo del tiempo, debido al incremento de biomasa del mejillón adherido a los colectores y a las fijaciones o "fouling" natural.

### **Conclusiones:**

El *long-line* es el sistema a utilizar para incrementar la obtención de semilla al producirse una alternativa a los métodos tradicionales como son la obtención de semilla de roca mediante recolección en la franja intermareal o la obtención de semilla mediante la técnica llamada de "chicoteo" en el que se obtiene un mejillón de similar calidad al de *long-line*. La ventaja adicional para el cultivador de mejillón con *long-line* es que no se emplea para la obtención de semilla ningún espacio de la batea y podría utilizarse en su totalidad para el engorde.

Las fijaciones naturales adheridas a las boyas (macroalgas, cirrípodos, ascidias y mejillón) hacen que toda la estructura pierda flotabilidad por lo que es aconsejable su eliminación con rasqueta. Una opción aconsejable es no iniciar la colocación del sistema en el mar hasta el mes de mayo o hasta observar las primeras postlarvas de mejillón, evitando de ésta forma el primer fouling de primavera.

### COMENTARIOS FINALES.

Para la ubicación de futuras líneas en cultivo, se recomienda emplazarlas, si es dentro de los polígonos de las bateas, en los puntos de fondeo más próximos a tierra que es donde suele haber mayor fijación de mejillón.

### DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Panel titulado “Fijación de mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) en long-line en las Rías Gallegas: Primeros resultados” presentado en el VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Las Palmas de Gran Canaria en mayo de 1999.

Publicación titulada “Relación entre la temperatura del agua y presencia de postlarvas de mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) en colectores long-line en las Rías Gallegas”.

Publicación presentada en el 3<sup>rd</sup> International Conference on Molluscan Shellfish Safety en junio de 2000 en Nueva York con el título “Settlement of blue mussel, *Mytilus galloprovincialis*, lamarck on longline systems in two Rías of Galicia, Spain”.

Publicación presentada al XI Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marinos celebrado en febrero del 2000 en Málaga con el nombre “Relación entre la temperatura del agua y presencia de postlarvas de mejillón, *Mytilus galloprovincialis*, en colectores long-line en las Rías Gallegas”.

## 9. PROYECTO: ESTUDIO PILOTO SOBRE NIVELES Y EFECTOS DEL TRIBUTO DE ESTAÑO (TBT) EN UNA ZONA DE CULTIVO DE MOLUSCOS DE LA COSTA GALLEGA.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1998

Finalización del plan: 2000

### OBJETIVOS:

El objetivo principal del presente proyecto es determinar si el tributo de estaño (TBT) es o no es el causante del fracaso del cultivo de la ostra rizada en Galicia. Para la obtención de este propósito principal, se desglosa el trabajo en cinco objetivos secundarios:

- 1- Estado del cultivo de la ostra rizada.
- 2- Niveles y efectos en el gasterópodo *Nassarius reticulatus*.
- 3- Efectos en el gasterópodo *Nucella lapillus*.
- 4- Niveles en mejillón.
- 5- Niveles en sedimentos.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Instituto Español Oceanográfico.

Centro: Centro Oceanográfico de Vigo.

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Juan José.

Apellidos: González Fernández.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El área de trabajo comprende siete rías del litoral gallego, donde la actividad acuicultora varía desde un máximo en Arousa a un mínimo en La Coruña y Ferrol.

Se escogen 2 puntos de muestreo en las rías de Ferrol y de Ares. Tres puntos de muestreo son elegidos en la ría de Pontevedra, mientras que cuatro puntos son elegidos en las rías de La Coruña y Arousa. Cinco puntos de muestreo se eligen en la ría de Muros y, por último, seis puntos de muestreo son elegidos en la ría de Vigo.

En resumen, un total de 26 puntos de muestreo son elegidos entre las siete rías.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

#### *Estado del cultivo de la ostra rizada.*

La ostra rizada únicamente se cultiva en Redondela (ría de Vigo) y en Cambados y O Grove (en la ría de Arousa), con distinto éxito en los diferentes lugares.

Se utiliza a la ostra rizada como herramienta biomonitora de la contaminación por TBT a escala regional.

#### *Niveles y efectos en el gasterópodo *Nassarius reticulatus*.*

Durante los meses de febrero y marzo del año 2000 se muestrean la totalidad de las localidades seleccionadas para el presente estudio. Los ejemplares de *Nassarius reticulatus* se recogen a mano durante la bajamar, tomando sólo los mayores para evitar individuos juveniles. Las muestras consisten en más de 60 animales cada una, de las cuales se examinan al menos la mitad en busca de una proporción de sexo lo más equitativa posible.

Una vez en el laboratorio, tras medir y retirar la concha, fueron sexados. Con la ayuda de una lupa binocular se mide la longitud del pene. Posteriormente, la intensidad de imposex en cada localidad es evaluada usando los dos índices más comunes, la longitud relativa del pene y el VDSI.

El tejido de todas las hembras, sin su respectivo opérculo, se guarda en el congelador hasta el momento de su envío al laboratorio encargado del procesamiento químico de las muestras.

#### *Efectos en el gasterópodo *Nucella lapillus*.*

El criterio de selección de las 6 localidades de las rías de Muros, Arousa y Vigo es la presencia / ausencia de machos y/o hembras portadores del Síndrome de Dumpton (SD) tomando como referencia datos de muestreos anteriores.

Se recogen a mano durante la bajamar unos 100 ejemplares de *Nucella lapillus* en cada localidad, tomándose únicamente individuos mayores.

En el laboratorio se miden los ejemplares y se retiran las conchas. Los individuos son sexados, descartándose aquellos que estén parasitados. Se mide la longitud de cada pene y la secuencia del vaso deferente (VDS).

#### *Niveles en mejillón.*

En el otoño del año 2000 se recogen muestras de mejillón silvestre en rocas intermareales de las rías de Ferrol, Ares, Arousa, Pontevedra, La Coruña, Muros y Vigo. Además, en aquellas rías que albergan cultivos intensivos de mejillón se recogen muestras de bateas (rías de Ares, Muros, Pontevedra, Arousa y Vigo).

Tanto para mejillón silvestre como para el de batea, el protocolo de recogida y tratamiento de los mejillones para su posterior análisis químico se realiza conforme a los métodos estandarizados por el IEO. El procesamiento químico se lleva a cabo de forma similar al procesamiento llevado a cabo a *Nassarius reticulatus*.

#### *Niveles en sedimentos.*

En el otoño del año 2000 se recogen muestras de sedimento superficial en zonas próximas a los puntos donde en el invierno anterior se habían tomado los ejemplares del gasterópodo *Nassarius reticulatus*.

El protocolo de recogida y tratamiento de los sedimentos para su posterior análisis químico se realiza conforme a los métodos estandarizados por el IEO.

El procesamiento químico de las muestras se realiza de forma similar al procesamiento que se llevo a cabo con *Nassarius reticulatus*.

#### **Resultados:**

##### *Estado del cultivo de la ostra rizada.*

Con independencia de la época de fondeo, la concha de la ostra rizada se deforma tremendamente en la ría de Vigo en tan sólo dos meses, rindiendo una vianda ridícula. En Arousa también ocurre una ligera deformación aunque la vianda es suficiente y las ostras pueden ser comercializadas.

##### *Niveles y efectos en el gasterópodo *Nassarius reticulatus*.*

En todas las poblaciones estudiadas se muestran síntomas de un imposex que es, en la mitad de las ocasiones avanzado. Hay pocas estaciones levemente afectadas (situadas en las rías de Ares, Muros y Arousa, generalmente en su parte más oceánica). Por el contrario, en las rías de Ferrol, La Coruña, Pontevedra y Vigo, hay localidades severamente afectadas, normalmente en las zonas más interiores.

En cuanto a los compuestos estánicos, el TPhT (trifenil estaño) no ha sido detectado en ninguna de las rías. La concentración total en tejido (BTs) varía desde un mínimo de  $128 \text{ ng Sn g}^{-1}$  en La Toja, hasta un máximo de 2090 ppb Sn en San Antón.

Por especies químicas, la preponderante es la TBT, seguida del DBT y, en una porción muy pequeña, el MTB.

El conjunto de estaciones de muestreo se puede dividir en tres partes, atendiendo al grado de contaminación que muestran sus ejemplares de *Nassarius reticulatus*. Las más afectadas son las situadas en las rías de La Coruña y Ferrol, junto con una localidad llamada Sada de la Ría de Ares y otra llamada Creo en la Ría de Muros; éstas dos son un tanto anómalas ya que no pertenecen a zonas de intenso tráfico marítimo. Un segundo tercio de estaciones lo componen muestras medianamente contaminadas situadas en las rías de Pontevedra, en la mayoría de las estaciones de la ría de Vigo y en las estaciones más exteriores de la ría de La Coruña y Arousa. Por último, la mayor parte de las estaciones muestreadas en las rías de Muros y Arousa resultan las menos contaminadas.

Tanto el índice RPSI como el VDSI, aumentan rápidamente en un rango de contaminación muy estrechos, estabilizándose en valores altos de RPSI y cercanos al máximo de VDSI a concentraciones de TBT superiores.

#### *Efectos en el gasterópodo *Nucella lapillus*.*

Se examinan un total de 581 ejemplares, de ellos 298 son machos y 283 son hembras, estando afectados por el Síndrome de Dumpton (SD) el 7% y el 31% respectivamente. Las tres hembras DS encontradas en Vilaxoán son las primeras encontradas en esta localidad. En cuanto a la secuencia del vaso deferente en las hembras, la inmensa mayoría son clasificadas como VDS 4.

El calibre medio del vaso deferente adopta no sólo un rango de valores más amplios en los individuos normales que en los afálicos (portadores del Síndrome de Dumpton), sino que también se mueve entre valores extremos superiores.

#### *Niveles en mejillón.*

Mientras que el TPhT (trifenilestaño) no es detectado en ninguna de las muestras de mejillón, las tres especies de butilo son ubicadas (salvo en tres muestras de batea donde el MBT no puede ser cuantificado).

En los mejillones de batea, la concentración total en tejido (BTs) excede las 1000 ppb Sn en tres localidades (Poio, Cangas y Rade), mientras que en las cuatro restantes oscila alrededor de las 3000 ppb Sn. Por especies químicas, la mayoría es claramente parental (TBT) seguida del DBT.

En cuanto a los mejillones de roca, se pueden distinguir tres grupos:

- 1- 9 muestras muy contaminadas (Sanxenxo y San Antón).
- 2- 5 muestras con grado de contaminación medio (Mera y Cangas)
- 3- 4 muestras menos contaminadas (Muros y Veigue).

Por especies químicas, el TBT es de nuevo la especie que más contribuye a la concentración total en tejido (48% de promedio), pero el DBT adquiere esta vez una preponderancia similar a la del compuesto parental (41% de promedio).

Para un determinado nivel de TBT en un tejido dado, los mejillones de roca concentran más DBT que los de batea.

Todas las observaciones hechas hasta ahora indican que ambos tipos de muestra (salvaje y batea) no son lo suficientemente homogéneas, por lo que a la bioacumulación de organoestánicos se refiere, como para ser tratadas de forma conjunta.

#### *Niveles en sedimentos.*

No se detecta TPhT (trifenilestaño) en ninguna de las muestras, mientras que las tres especies de butilo son ubicuas.

La muestra más contaminada es la de San Antón en la ría de La Coruña (BTs hasta 868 ppb Sn), seguida de Maniños, Range y Poio, donde los BTs oscilan alrededor de las 400 ppb Sn. Las tres muestras restantes (Veigue, La Toja y Muros) son las menos contaminadas (BTs entre 100 y 200 ppb Sn).

Considerando el conjunto de las 7 localidades, ninguna de las tres especies químicas contribuye de forma preponderante a la concentración total en sedimento. Sin embargo, en las 4 estaciones más contaminadas el TBT es claramente mayoritario seguido del DBT y el MBT. Por el contrario, en las 3 muestras menos afectadas el MBT es el más abundante, seguido del DBT y el TBT.

### **Conclusiones:**

#### *Estado del cultivo de la ostra rizada.*

Las bateas de Vigo se encuentran prácticamente abandonadas y el proceso productivo basado en la acuicultura de la ostra rizada en Galicia sólo es completado en Arousa. La deformación de la concha de la ostra rizada es rotundamente achacable a la contaminación por medio de TBT.

#### *Niveles y efectos en el gasterópodo *Nassarius reticulatus*.*

Todas las rías gallegas estudiadas están apreciablemente contaminadas por TBT.

La intensidad de imposex dentro de cada ría es generalmente mayor cuanto mas de cabecera sea la localidad, aunque el establecimiento de patrones claros se ve dificultado por la variedad de focos contaminantes y la dinámica de sedimentos.

Es destacable el hallazgo en las rías de Ferrol y La Coruña de una proporción pequeña pero sustancial de hembras con cápsulas de huevos abortadas. Dado que hasta la fecha, la masculinización inducida por el TBT en *Nassarius reticulatus* estaba clasificada como “no esterilizadora”, esta novedosa observación añade al imposex en esta especie una dimensión ecológica merecedora de estudios más detallados.

#### *Efectos en el gasterópodo *Nucella lapillus*.*

En las poblaciones con vaso deferente impuesto por el TBT, en las hembras portadoras DS es de menor calibre que el de sus convecinas normales.

#### *Niveles en mejillón.*

Los resultados de la presente campaña de evaluación de la contaminación por compuestos organoestánicos en el mejillón, confirman que todas las rías gallegas estudiadas están apreciablemente afectadas por TBT. La contaminación del mejillón gallego resulta en ocasiones de las más altas que se han documentado en especies emparentadas de todo el mundo.

Las concentraciones de TBT detectadas probablemente estén causando efectos tóxicos crónicos en algunas poblaciones muestreadas, tanto naturales como de cultivo.

Los mejillones de roca y de batea han demostrado ser diferentes entre sí en cuanto a la bioacumulación de organoestánicos. Así, independientemente de la localidad, los de batea acumulan proporcionalmente más TBT (la forma parental más tóxica) y menos DBT que los de roca.

### *Niveles en sedimentos.*

Todas las rías gallegas estudiadas están apreciablemente afectadas por TBT. El rango de los niveles encontrados corresponde al de sedimentos de bahías con una densidad de tráfico marítimo desde baja hasta alta.

Al menos en la ría de La Coruña, el TBT acumulado en los sedimentos está probablemente causando efectos nocivos sobre la biota local.

La estrecha relación entre TBT y DBT indica que, además de su uso en las pinturas *antifouling*, en las localidades muestreadas no hay otras fuentes de contaminación que la distorsionen.

## **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

### ***Comunidad Autónoma de Murcia:***

- **1998:** Estudio piloto sobre los niveles de TBT en la costa española.

## **COMENTARIOS FINALES.**

Todas las rías gallegas están apreciablemente afectadas por el TBT y sus productos de degradación. Por el contrario, no se detecta ningún tipo de fenilestánnico en ninguna de las muestras examinadas.

Por lo tanto, los niveles y los efectos del TBT en organismos silvestres y cultivados recogidos en distintas zonas de marisqueo repartidas por toda la costa gallegas son, generalmente, considerables y puntualmente severas, por lo que se concluye que el TBT es el agente que malogra la calidad del agua de la costa gallega hasta hacerla inadecuada para el cultivo de determinadas especies, entre ellas la ostra rizada.

Existe la posibilidad de utilizar la deformación de la concha de la ostra rizada como herramienta biomotora a escala regional. Ello permitiría, de forma relativamente sencilla y barata, hacer un mapa de la calidad del agua para la acuicultura en general y muy particularmente para esta especie.



## 10. PROYECTO: EMPLEO DE MICROCÁPSULAS EN LA ALIMENTACIÓN DE LAS DISTINTAS FASES DE CULTIVO DE MOLUSCOS BIVALVOS.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1998

Finalización del plan: 1998

### OBJETIVOS:

- 1- Fabricación y seguimiento experimental de las microcápsulas de gelatina-acacia de distintos tamaños para las fases de larvas, postlarvas - semilla y acondicionamiento de progenitores para el cultivo de moluscos bivalvos.
  - 1.1- Seguimientos de viabilidad de las microcápsulas a lo largo de un periodo de almacenamiento, que si es posible, ha de coincidir con el desarrollo larvario del cultivo (aproximadamente un mes).
  - 1.2- Comprobación de su calidad nutritiva realizando pruebas de ingestión, digestión y asimilación de su contenido que en el caso de las partículas de gelatina – acacia, conlleva el estudio de la incorporación de los ácidos grasos de los lípidos encapsulados, en las fracciones de lípidos de reserva y estructurales de las larvas.
- 2- Incorporación de distintos compuestos para mejorar dicho cultivo, así como la fabricación de otras posibles microcápsulas o micropartículas de distinta naturaleza, en este caso, de pared de proteína.
- 3- Utilización de las microcápsulas para el estudio de las necesidades nutritivas de los moluscos.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura.

Centro: Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo.

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Susana.

Apellidos: Novoa Vázquez.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Las experiencias que se realizan en éste estudio se llevan a cabo en las instalaciones del Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo y en el Centro de Experimentación de Couso, de la Consellería de Pesca de la Xunta de Galicia.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

Inicialmente se procede a la fabricación de las microcápsulas. Las microcápsulas de gelatina – acacia se fabrican siguiendo el método de Langdon y Waldock con las modificaciones descritas por Rodríguez y cuya técnica es puesta a punto en el Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo. Para poder demostrar la ingestión y digestión de éstas microcápsulas, se fabrican y se marcan con un colorante de cubierta. Así mismo, para comprobar su asimilación, se fabrican unas microcápsulas por el método mencionado anteriormente pero con ácido oleico y ácido araquidónico deuterado en las proporciones 90:10.

Para la fabricación de microcápsulas de pared de proteína se sigue el método de Langdon en el Centro de Experimentación en Acuicultura de Couso.

Para testar las microcápsulas se realizan cuatro experiencias con larvas de almeja fina (*Ruditapes decussata*) y almeja babosa (*Tapes pullastra*) en la planta del Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo.

La *prueba 1*, prueba con una duración de 24 horas, se pretende demostrar la asimilación de las microcápsulas. Se utilizan dos matraces de cristal de 6 l de capacidad en los que se introducen 30.000 larvas de almeja babosa. A las larvas del primer matraz se les somete a ayuno total durante 24 horas mientras que a las del segundo matraz, se les adicionan 60 equivalentes de microcápsulas, dejándolas 12 horas con alimentación y las restantes 12 horas en ayunas. Pasadas las 24 horas, se recogen las larvas de ambos matraces para ser analizadas.

La *prueba 2* es una prueba de verificación de la asimilación consistente en dos cultivos de larvas de almeja babosa. Se parte de larvas de almeja de dos puestas diferentes, repartiendo cada puesta en dos tanques de 150 l de capacidad, conteniendo cada tanque 600.000 larvas. Un tanque de cada puesta se somete a una alimentación normal de 80 equivalentes de mezcla de microalgas y en el otro, las larvas son alimentadas con 75 equivalentes de esta mezcla, más 5 equivalentes de las microcápsulas. La prueba dura 7 días y se toman muestras para controlar su talla y análisis de ácidos grasos.

En la *prueba 3*, que tiene una duración de 51 días, se lleva a cabo un desarrollo larvario y postlarvario de almeja babosa en tanques de 250 l. Las larvas se comienzan a alimentar a las 24 horas con 40 equivalentes de *Isochrysis sp.* y *Paulova lutheri* (1:1). A los 6 días comienza la experiencia con tres dietas diferentes por lo que 3.412.000 larvas se dividen en 6 tanques de 250 l. Dos de los tanques son alimentados con la dieta estándar, otros dos con la mitad de ésta y los dos restantes con la mitad del fitoplancton suplementada con las microcápsulas de aceite de hígado de bacalao, en una proporción de 1/20 del fitoplancton estándar. Se toman muestras para controlar tamaños, pesos, mortalidades, análisis de la composición bioquímica mayoritaria y analítica de ácidos grasos.

En la *prueba 4* se lleva a cabo la misma experiencia que en la prueba 3 pero en este caso utilizando almeja fina. A los 8 días se reparten 7.635.000 larvas en 6 tanques de 500 litros. El seguimiento se realiza durante 63 días, la única diferencia con la prueba 3 es que se aumenta la proporción de la dieta con microcápsulas a ¼ de la ración normal de fitoplancton. Se toman muestras para controlar tamaños, pesos, mortalidades y para hacer analíticas bioquímicas y de ácidos grasos.

Se toman muestras de la mezcla de fitoplancton utilizada en la alimentación con y sin microcápsulas, de los aceites incorporados en las microcápsulas una vez fabricadas y después de un mes de almacenamiento; y por último, de las larvas y semillas utilizadas en las diferentes experiencias.

### **Resultados:**

Tras diferentes ensayos con microcápsulas de gelatina – acacia, se obtienen unos resultados que permiten la fabricación de microcápsulas lipídicas con un diámetro medio de 2 a 5 micras. Las más pequeñas (2-3 micras) son las que incorporan aceite de sardina y las mayores (5 micras) son los microencapsulados de aceite de hígado de bacalao. Al ser el aceite de hígado de bacalao el que incorpora una mayor cantidad de lípidos, es el utilizado para fabricar las microcápsulas con las que se realizan las experiencias con los desarrollos larvarios. La ingestión de las microcápsulas de gelatina – acuosa se comprueba por observación de las larvas por microscopía de fluorescencia, observándose la fluorescencia en el interior de la larva. Se comprueba la digestión que realizan las larvas por desaparición de la fluorescencia una vez digeridas. En cuanto a la asimilación de las microcápsulas, se comprueba con éxito la incorporación de los dos ácidos grasos (ácido oleico y araquidónico deuterado) que aparecen en las microcapsulas.

#### *Prueba 1*

Se observa como las larvas que no son alimentadas durante 24 horas no poseen ácido araquidónico deuterado, que sí existe en las que son expuestas a las microcápsulas durante 12 horas y, el ácido oleico, también aparece en mayor proporción en estas últimas, por lo tanto se puede concluir que en este experimento sí existe asimilación, observable tanto en la fracción de lípidos neutros como polares, pero parece mayor en los de reserva o neutros. En los porcentajes, parece que las larvas que se alimentan con microcápsulas no presentan este aumento en los lípidos estructurales pero sí en los neutros.

#### *Prueba 2*

En esta prueba la mortalidad es inexistente, tanto en una dieta como en la otra, por lo tanto las microcápsulas no afectan al cultivo. En cuanto al crecimiento, se observa que tampoco existen diferencias significativas durante este periodo. Analizadas las larvas, la asimilación del ácido araquidónico deuterado se muestra mayor en los lípidos polares, por el contrario, el ácido oleico muestra unos valores más elevados en los neutros, pero en los dos casos así como en los ácidos grasos totales de ambas fracciones, las larvas que son alimentadas con 5 equivalentes de microcápsulas poseen mayor porcentaje y más ngr/larva de estos ácidos grasos. Se observa sobretodo, que el contenido del ácido graso deuterado en estas larvas aumenta de forma progresiva hasta el día 4 y, a partir de este momento, su cantidad en ngr/larva se estanca como si existiese una saturación en la asimilación.

Las asimilaciones del ácido araquidónico deuterado son halladas, en la prueba 1, con los datos de mgr/larva obtenidos en las larvas sometidas a ayuno y en las que fueron alimentadas con microcápsulas durante 12 horas. Las asimilaciones halladas en la prueba 2, utilizan las diferencias en ngr/larva de las larvas al 2º y al 4º día, siendo los resultados de asimilación con fitoplancton + microcápsulas de 17,1 y los de únicamente con fitoplancton, de 14,9, por lo tanto, la diferencia que existe entre los dos, es aproximadamente el valor obtenido cuando se calcula la asimilación de este ácido grado en la experiencia de 24 horas con la dieta exclusiva de microcápsulas (3,6). La asimilación del ácido araquidónico deuterado es bastante similar en las dos pruebas, verificándose aún más la efectividad de las microcápsulas.

Para la fabricación de **microcápsulas de pared de proteína**, se utiliza como proteína la caseína a la que también se le pueden añadir carbohidratos como la sucrosa o dextrina. Se obtienen microcápsulas de entre 20-30  $\mu\text{m}$ , que aguantan bien la liofilización para poder ser almacenadas hasta su utilización en cultivos a gran escala.

En la *prueba 3* con almeja babosa, se disminuye la dosis de microcápsulas a la mitad (1/20 de los equivalentes de fitoplancton). Las distintas dietas se comienzan a suministrar a los 6 días del cultivo y hasta los 22 no se observan diferencias significativas en los crecimientos siendo más evidentes a los 51 días. Parece que crecen más las que son alimentadas sólo con fitoplancton, aunque los datos no muestran divergencias muy significativas.

Los porcentajes de los lípidos neutros y polares son similares en las dos dietas diferentes, destacando un aumento en los lípidos estructurales (polares) en las larvas alimentadas con microcápsulas, 33,21%, frente a las que se alimentan sólo con fitoplancton, 24,65%, a los 22 días de cultivo.

No se aprecian diferencias en las dos dietas respecto a los porcentajes de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados de las dos fracciones de lípidos polares y lípidos neutros.

Las mayores diferencias respecto a lípidos neutros y polares y ácidos grasos totales, entre las dos dietas, se observan a los 22 días del comienzo de la prueba. Mientras que en el 18:0 y 22:6 (n-3) se obtiene un aumento de los lípidos neutros en las larvas alimentadas con microcápsulas (4,14% y 11,04% respectivamente), en el 18:1 (n-9) y 20:1(n-9) este aumento le corresponde tanto a los lípidos polares como neutros y en este último ácido graso este valor superior continua hasta los 51 días. En el 20:5 (n-3) no se aprecian valores a destacar.

La *prueba 4* se realiza con *Ruditapes decussata* y una suplementación mayor en microcápsulas (1/4 de la dosis estándar de fitoplancton). Dados los resultados obtenidos en la prueba 3, se intenta verificar las diferencias existentes en los lípidos estructurales (lípidos polares) al utilizar la alimentación mixta a base de fitoplancton y microcápsulas. Para ello, no sólo se analizan las larvas sometidas a dieta tradicional con fitoplancton y las que crecen con la dieta a base de una dosis mayor de microcápsulas, sino que también se analizan las que son alimentadas sólo con la mitad de las microalgas para poder corroborar dichos aumentos provocados por las microcápsulas de gelatina – acacia. Se observa como, entre las larvas que comen la totalidad de fitoplancton considerado como estándar en un cultivo y las que sólo son alimentadas con la mitad, no existen diferencias significativas destacables salvo en el día 63 en que parece que crecieron más las que comieron todo el fitoplancton.

Las larvas con una alimentación mixta (1/2 fito + 1/4 microcápsulas) parece que presentan un pequeño aumento de crecimiento con respecto a las otras dos dietas, entre el día 20 y el 33. Se trata de un ligero aumento que tiene lugar a partir de la metamorfosis, pero las proliferaciones bacterianas provocadas por el aumento de dosis de las microcápsulas, hacen que su mortalidad vaya también aumentando hasta que es total a los 42 días.

Las microcápsulas también parecen provocar un aumento de los lípidos polares o estructurales, pasando de un 16,6% encontrado en la dieta estándar a un 21,8% en la dieta mixta. Parece que este aumento es aún mayor, 38,3%, si a las larvas sólo se les alimenta con la mitad de la dieta a base de fitoplancton, sin suplementar las microcápsulas. Lo que en esta prueba resulta evidente, es que el aceite de hígado de bacalao encapsulado va a hacer que los lípidos neutros (de

reserva) no caigan al dejar de aportar la totalidad del fitoplancton (78,2% en la dieta mixta y 83,4% en la dieta normal), sino que más o menos se mantiene en contraposición con lo que ocurre en las larvas a las que es suministrada la mitad (61,7%, ½ de fitoplancton). Las diferencias halladas son después de la metamorfosis (día 33).

A nivel de lípidos neutros es donde se obtienen las mayores diferencias entre las dietas, siendo las microcápsulas las que, en el día 33, los datos en todos los tipos de ácidos grasos se mantienen relacionados con los de la alimentación tradicional. Sin embargo, las que sólo son alimentadas con la mitad de fitoplancton, sufren una caída alta de ácidos grasos monoinsaturados o incluso poliinsaturados, pero se elevan los saturados.

Las microcápsulas no provocan excesivos cambios en los porcentajes de los ácidos grasos 18:0, 18:1 (n-9), 20:1 (n-9) y 20:5 (n-3), quizá solamente un ligerísimo aumento de los lípidos neutros y en el 18:0 también en los polares que, en todo caso, es superado por las larvas alimentadas con la mitad de fitoplancton. En el 22:6 (n-3), su porcentaje tanto en lípidos polares como neutros es igual en larvas que son alimentadas con la dieta estándar y con la dieta mixta, en contraposición con la caída que supone la falta de microcápsulas, en las que únicamente comen la mitad del fitoplancton.

### **Conclusiones:**

Comprobada la ingestión, digestión y asimilación de las microcápsulas de gelatina – acacia queda demostrada su viabilidad para ser utilizadas en la alimentación de moluscos bivalvos. No sólo son empleadas para el estudio de las necesidades nutritivas de estos organismos y la esenciabilidad de algunos compuestos de ácidos grasos, sino que pueden sustituir a la alimentación estándar (con fitoplancton) en sus cultivos y desarrollos larvarios.

También se consiguen microcápsulas con pared de proteína, que llegan a incorporar carbohidratos. Su tamaño es algo mayor (20-30 µm), lo que no las excluye para ser utilizadas por la semilla de moluscos puesto que su gran interés estriba en la posible incorporación de sustancias hidrosolubles y liposolubles.

El coste de fabricación de estos dos tipos de microcápsulas, las hacen rentables a la hora de ser utilizadas como alimento inerte sustituto de alimento vivo o fitoplancton.

### **COMENTARIOS FINALES.**

Aceites de distinta naturaleza son encapsulados con gelatina – acacia y las microcápsulas resultantes son testadas para verificar su estabilidad a lo largo de un mes de almacenamiento. Utilizadas en la alimentación de desarrollos larvarios de almeja fina y babosa, se comprueba su viabilidad como alimento, no siendo nocivas ni tóxicas, y se demuestra que su contenido lipídico es incorporado al metabolismo de estos organismos. Por lo tanto, estas pruebas realizadas dan resultados positivos sobre su ingestión, digestión y asimilación.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Al VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Mayo de 1999 en Las Palmas de Gran Canaria se presentaron los siguientes trabajos:

“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”.

“Ensayos de laboratorio para la obtención de microcápsulas destinadas a la alimentación de moluscos bivalvos”.

Al VIII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Santander se presenta el trabajo “Asimilación de microcápsulas de gelatina – acacia incorporando ácido araquidónico deuterado en aceite de oliva por larvas de almeja babosa (*Tapes pullastra*)”.

Publicaciones en colaboración con el equipo investigador del IFREMER de Brest y la Facultad de Veterinaria de Lugo:

“Fabricación y asimilación de las microcápsulas de gelatina – acacia con ácido oleico y ácido araquidónico deuterado”.

“Composición en ácidos grasos a lo largo de los desarrollos larvarios de *Ruditapes decussata* y *Tapes pullastra*”.

## 11. PROYECTO: DIAGNÓSTICO DE CALIDAD Y PROCEDIMIENTOS DE MANEJO DE SEMILLA DE ALMEJA FINA (*Ruditapes decussatus*) Y OSTRA PLANA

### AÑO:

Comienzo del plan: 1998  
Finalización del plan: 1998

### OBJETIVOS:

Entendiendo como nivel de resistencia biológica aquel que permite el inicio del cultivo de semilla de almeja fina y ostra plana, en sistemas sobreelevados de la franja intermareal, con mortalidades mínimas, los objetivos del presente proyecto son:

- Delimitación del grado de disminución de la resistencia biológica debido a la calidad inicial y procedimientos de manejo de la semilla.
- Desarrollo de técnicas de diagnóstico sencillas y ejecutables en el espacio de tiempo que implica el proceso. Búsqueda de vías alternativas.
- Elaboración de contramedidas de recuperación.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura.  
Centro: Centro de Investigaciones Marinas de Corón (CIMA).

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Montserrat.  
Apellidos: Martínez Morán.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La experiencia de cultivo se desarrolla en las instalaciones del Centro de Investigaciones Marinas de Corón, en Vilanova de Arousa.

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

#### Metodología:

Se realizan tres pruebas para comprobar la relación existente entre la velocidad de formación de biso (órgano de fijación del individuo al sustrato) en la semilla de almeja fina, y los resultados posteriores de supervivencia de la semilla ante determinadas condiciones previas al manejo.

La **primera prueba** comienza el 10 de abril de 1998 con una partida de almeja fina de talla y peso inicial de 9,86 mm y 203 mg procedente de un criadero industrial. El número total de individuos es de 270.

Estos 270 individuos se distribuyen en 9 submuestras de 30 individuos cada una. La primera submuestra o muestra estándar, A-1, se coloca en un acuario de circuito cerrado de agua a temperatura de 13 °C y salinidad de 28 g/l. El resto de las submuestras se someten, previamente a su inmersión en el acuario, a condiciones desfavorables con la finalidad de disminuir su grado de resistencia. Así, las submuestras A2 y A3 permanecen uno y dos días en seco, respectivamente, en una cámara frigorífica a una temperatura de 13 °C. Las submuestras A4 y A5 permanecen uno y dos días en seco, a la misma temperatura pero en condiciones de humedad. A6 y A7 permanecen respectivamente uno y dos días en seco en una estufa a una temperatura de 34 °C y, por último, las submuestras A8 y A9 permanecen uno y dos días en la misma estufa pero en condiciones de humedad.

Los muestreos de las diferentes submuestras se realizan cada 24 horas obteniéndose el porcentaje de mortalidad y estimándose el grado de formación del biso.

El día 15 de abril de 1998 comienza la segunda prueba con una partida de 150 individuos de almeja fina de 4,48 mm de talla inicial y 21 mg de peso inicial. Se distribuyen el total de individuos en submuestras de 30 almejas finas cada una. La submuestra blanco, A1, se coloca directamente en el acuario estándar con agua en circuito cerrado a 13 °C y 28 g/l de salinidad. El resto de las submuestras se someten a condiciones desfavorables previamente a su inmersión en el acuario. Las submuestras A2 y A3 permanecen uno y dos días en seco en una cámara frigorífica a 13 °C, mientras que las submuestras A4 y A5 permanecen en seco en una estufa a 24 °C uno y dos días respectivamente. Los muestreos se realizan al cabo de 1, 7, 10 y 22 horas tras la inmersión en el acuario de las diferentes submuestras, obteniéndose en cada uno de los muestreos el grado de formación de biso.

El 22 de junio de 1998 comienza la **última prueba** en la que participan un total de 660 individuos de 7,18 mm de talla inicial, 81 mg de peso inicial y un índice de condición de 22,28. A los 660 individuos de almeja fina se les elimina el biso y se distribuyen en submuestras de 100 individuos cada una. La submuestra A1 no se somete a condiciones previas desfavorables, colocándose en el acuario estándar (15 °C y 32 g/l de salinidad). Las submuestras A2 y A3 permanecen uno y dos días en seco respectivamente, en estufa a 25 °C antes de su inmersión en el acuario. Los muestreos de las submuestras A1, A2 y A3 se realizan al cabo de 1, 2, 3, 8 y 16 horas de la inmersión en el acuario, obteniéndose el porcentaje de formación del biso. El porcentaje de mortalidad se determina a las 24, 48 y 72 horas de la inmersión de las almejas en el acuario. Todo el proceso se realiza por duplicado.

### Resultados:

En la siguiente tabla se reflejan los porcentajes de formación de biso y mortalidad de cada una de las submuestras de la prueba 1:



	24 horas		48 horas		72 horas		96 horas		120 horas	
	F. B.	M	F. B.	M	F. B.	M	F. B.	M	F. B.	M
<b>A-1</b>	+ abund.	0	+ abund.	10	Abund.	10	+ abund.	10	+ abund.	10
<b>A-2</b>	+ abund.	0	Abund.	0	+ abund.	0	+ abund.	0	+ abund.	0
<b>A-3</b>	+ abund.	0	Abund.	0	Ausencia	0	Poco abund	0		
<b>A-4</b>	+ abund.	0	+ abund.	0	+ abund.	0	+ abund.	0	Abund.	0
<b>A-5</b>	+ abund.	0	Abund.	0	+ abund.	0	+ abund.	0		
<b>A-6</b>	Ausencia	26,67	Ausencia	46,67	Ausencia	66,67	Ausencia	100		
<b>A-7</b>	Ausencia	100								
<b>A-8</b>	+ abund.	0	+ abund.	0	+ abund.	0	+ abund.	0	+abnd.	0
<b>A-9</b>	Abund.	0	Poco abund	6,67	Poco abund	16,67	Poco abund	20		

Siendo:

F.B: Porcentaje de formación del biso.

M: Porcentaje de mortalidad.

En los resultados obtenidos se ve la relación existente entre las condiciones previas a que se somete a la semilla y los resultados posteriores de mortalidad. También se observa la relación entre las condiciones previas y el porcentaje de formación del biso.

El grado de formación del biso de los ejemplares de la prueba dos, aparece en la siguiente tabla:

	7 horas	22 horas
<b>A-1</b>	Muy abundante	Muy abundante
<b>A-2</b>	Abundante	Muy abundante
<b>A-3</b>	Ausencia	Ausencia
<b>A-4</b>	Poco abundante	Muy abundante
<b>A-5</b>	Ausencia	Ausencia

Las almejas de las submuestras A-1, A-2 y A-4, sometidas a condiciones previas más favorables, consiguen todas un grado alto de formación de biso, estando la velocidad de formación en relación directa con las condiciones previas.

La velocidad de formación de biso de las almejas de la submuestra A-1 de la prueba 3, que no pasan por un periodo previo de desecación, es mayor que en el resto, estando el 10% de las almejas con biso a la hora de su colocación en el acuario y el 70% transcurridas 16 horas. Por otro lado, las almejas A-2 de la prueba 3, que permanecen en seco 24 horas, durante la primera hora no han comenzado a formar el biso y tienen, a las 16 horas de su colocación en el acuario, un porcentaje de formación de biso del 43,33%. Por último, las almejas de la submuestra A-3, que permanecen en seco 48 horas, no logran formar biso a las 16 horas. Existe también una relación directa entre el porcentaje de mortalidad y las condiciones previas, así, en la submuestra A-1, no se aprecia mortalidad, mientras que en las otras dos submuestras, el porcentaje es mayor cuanto más desfavorables son las condiciones previas a las que han sido sometidas.

**Conclusiones:**

Dada la velocidad del proceso de formación de biso, observable ya en la primera hora de reinmersión de la almeja, y la relación de este comportamiento con el estado fisiológico del individuo y que, por lo tanto, está en relación con el porcentaje posterior de supervivencia, es posible diseñar un test sencillo y rápido para diagnóstico de la calidad inicial de la semilla.

**COMENTARIOS FINALES.**

La semilla de almeja fina, desprovista de biso previamente, lo produce en un periodo de tiempo muy breve, inferior a 24 horas. Esta capacidad de formación de biso se encuentra relacionada con las condiciones previas a las que se ve sometida la semilla. Las condiciones previas afectan a su vez a la fisiología de los moluscos, llegando a provocar mortalidades elevadas en los primeros días de preengorde.

**DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Trabajo presentado al VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Las Palmas de Gran Canaria en 1999 con el nombre “La formación de biso como indicador de calidad de semilla de moluscos bivalvos. 1<sup>as</sup> experiencias con almeja fina, *Ruditapes decussatus*”.

## 12. PROYECTO: MÉTODOS DE MEJORA DEL RECLUTAMIENTO DE LAS ESPECIES COMERCIALES DE MOLUSCOS BIVALVOS EN LA ZONA INTERMAREAL DE LAS RÍAS GALLEGAS

### AÑO:

Comienzo del plan: 1998

Finalización del plan: 1998

### OBJETIVOS:

- A- Delimitación de los factores que influyen en el reclutamiento de las especies almeja fina (*T. decussata*), almeja babosa (*T. pullastra*), almeja japónica (*R. philippinarum*) y almeja bicuda (*V. aurea*) atendiendo a las siguientes cuestiones:
- Stock de reproductores cercano.
  - Stock larvario de cada especie.
  - Tipo de corrientes.
  - Tipo de sustrato.
- B- Desarrollo de técnicas de preservación de depredadores, mediante la utilización de métodos de protección del reclutamiento como mallas, etc y técnicas de mejora de la fijación inicial, mediante ruptura de corrientes de agua y acondicionamiento de sustratos adecuados.
- C- Control de los efectos de las artes de extracción más usadas dentro del marisqueo a pie: sachó, ganchelo, rastrillo, raño, horquilla sobre los nuevos reclutamientos, analizando su efectividad y mayor o menor incidencia sobre la supervivencia de las poblaciones de las diferentes especies.
- D- Obtención de puestas en laboratorio, controlando las larvas de las distintas especies y realizando pruebas de fijación en sustratos diferentes.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura.

Centro: Centro de Investigaciones Marinas de Corón (CIMA).

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Antonio.

Apellidos: García Fernández.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

Para la realización de los trabajos de campo del presente proyecto, se eligen tres zonas diferentes de la Ría de Arousa. Una primera zona esta ubicada en la localidad de O Grove, que se encuentra situada en la boca de la ría. La segunda zona se encuentra en la zona media, en las playas de Vilanova de Arousa. Por último, la tercera se sitúa en Vilaxoán, en una zona cercana al inicio de la ría.

Los ensayos de laboratorio se realizan en las instalaciones del Centro de Experimentación en Acuicultura de Couso.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología; Dinámica de poblaciones de almeja fina de fijación natural:**

Se realizan muestreos en seis zonas de la Ría de Arousa.

En la banda Sur de la Ría se eligen cuatro zonas. Dos zonas de la playa del Rial en Vilaxoán: zona B con nivel mareal superior a 0,5 m sobre la bajamar escorada y otra zona A con nivel mareal inferior. Las otras dos zonas son la playa de Borreiros en Vilaxoán y la playa de O Castelete en Vilanova de Arousa. Se muestran dos playas de la banda Norte, Raposiños y Os Areos, situadas en Riveira.

Todas las zonas están sujetas a explotación. También se establecen parques reservados libres de explotación, para detectar nuevas fijaciones y seguir su evolución en la zona B de Vilaxoán.

El diseño del muestreo es del tipo sistemático estratificado. La extracción de las muestras se realiza con calicata 40x40, de la que se reserva la porción más superficial (5-8 cm) tamizándose por malla de 1 mm de lado y extrayendo los individuos de menor tamaño. El resto de la muestra se extrae en la propia playa. Para las zonas de captación de la fijación, se usa una calicata de 20x20 mm. Una vez separados, se obtiene la longitud y el peso correspondiente. También se extrae una submuestra de 50 individuos para obtener por desviscerado el peso de la carne y de la concha. Se estima la densidad en individuos / m<sup>2</sup>, así como el número de muertos con conchas unidas recientes para hacer una estimación de la mortalidad.

Una vez obtenidos estos datos se realizan distribuciones de talla y población, mediante ajuste a una distribución normal y observación de los anillos de crecimiento, separándose las distintas clases de edad, de las que se obtiene una longitud media con un límite de confianza del 95%. Se calculan las tasas de crecimiento G-30, el índice de condición, se sigue el proceso de maduración mediante la técnica de frotis y se obtiene la mortalidad como porcentaje entre conchas unidas recientes y total de individuos muestreados.

#### **Resultados; Dinámica de poblaciones de almeja fina de fijación natural:**

Para la elaboración de los datos de crecimiento, se toma como fecha de fijación el 1 de junio. Se constata la aparición de la fijación de finales de primavera y principios de verano en Agosto, tanto para la clase del año 1997 como la del 1998, con una talla que se sitúa entre 2,5 y 3 mm. En la siguiente tabla se muestra la evolución de la talla media y la tasa de crecimiento G-30 para la almeja fina:

<b>Años</b>	0,5	1	1,5	2	2,5
<b>Lmm</b>	7,38	11,51	24,41	31,73	39,46
<b>G-30</b>	66,37	7,31	12,36	4,31	3,58

A los 2,5 años comienza la actividad marisquera sobre esta población, debido a que una parte de sus individuos ya alcanzan la talla legal de extracción, produciéndose por tanto una subestimación de su crecimiento.

Se establece la relación talla – peso de los individuos mediante la ecuación potencial:

$$PF = 0,022412 \times L \text{ (mm)}^{2,99845} \quad n = 250 \text{ y } R = 0,998$$

Según ésta ecuación, para la talla legal de la almeja fina (40 mm) se obtiene un peso de 14,3 gramos. El rendimiento en carne se sitúa entre el 25 y el 35%, siendo el máximo en primavera y el mínimo en invierno.

En la evolución del índice de condición, aparecen claramente diferenciados los periodos de parada invernal y época de puesta (entre abril y mayo).

En enero de 1998, el 100% de los individuos estudiados no han comenzado el proceso de maduración. En el mes de marzo comienzan a aparecer los primeros individuos diferenciados, siendo mayor la proporción de machos que de hembras. El máximo de individuos diferenciados se produce en mayo, con unos porcentajes de 40,5% de machos, 38,1% de hembras y 21,4% de indiferenciados. El julio aumenta el porcentaje de individuos no maduros y, a principios de octubre, el porcentaje de indeterminados alcanza el 90%, habiendo terminado ya el proceso de maduración. No se encuentran individuos diferenciados por debajo de 17-18 mm.

En la siguiente tabla se muestra el reclutamiento en Ind / m<sup>2</sup> en las diferentes playas estudiadas en la Ría de Arousa:

	<b>Rial B</b>	<b>Fix BB</b>	<b>Rial A</b>	<b>Castelete</b>	<b>Borreiros</b>	<b>Raposiños</b>	<b>Areos</b>
<b>Octubre 1997</b>	507,0	400,0	356,9	19,2	171,4	25,5	8,1
<b>Octubre 1998</b>	10,4	300				21	

Se produce una gran variabilidad entre la fijación de los años 1997 y 1998. En el año 1997 aparecen una gran cantidad de individuos de nueva generación en la zona del Rial, encontrándose en el mes de octubre cantidades de hasta 500 ind/m<sup>2</sup>. En la zona contigua de Borreiros también se presenta una importante fijación. Por el contrario, otras zonas cercanas como el Castelete tienen una fijación mucho menor. Las zonas pertenecientes a la banda norte de la Ría presentan así mismo valores más bajos.

En 1998 la fijación es inferior en todas las zonas estudiadas, destacando sobremanera la drástica disminución que se produce en el Rial B, con un número de 10 ind/m<sup>2</sup> y 30 ind/m<sup>2</sup> en la zona controlada de fijación. Las diferencias se explican debido a que en 1997 existe un gran stock de reproductores adultos, en la playa de Rial, procedentes de una siembra efectuada con almeja de hatchery, lo que pone de manifiesto la importancia de realizar trabajos de mejora de explotación con acondicionamiento de sustratos, siembras, etc.

La máxima mortalidad se sitúa entre el 30 y el 60% durante el invierno de 1997, debido al descenso de la salinidad del agua. En el resto del periodo anual la mortalidad varía entre el 5 y el 15%, siendo más alta en primavera y a principios de verano. Se dan valores más altos en Castelete, debido a que es una zona de gran acumulación de algas.

#### **Conclusiones; Dinámica de poblaciones de almeja fina de fijación natural:**

La almeja fina, *R. decussatus*, alcanza la talla legal de extracción a partir de los dos años y medio desde su fijación, coincidiendo con el final del tercer verano de existencia.

El nivel mareal, el tipo de sustrato y las condiciones oceanográficas influyen de forma decisiva sobre el crecimiento, puesto que un bajo nivel mareal, un sustrato excesivamente compacto y una deficiente circulación de agua pueden retardar el crecimiento.

#### **Metodología; Crecimiento de poblaciones naturales de almeja japonesa:**

Las zonas de asentamiento de las poblaciones de almeja japonesa muestreadas dentro de la franja intermareal son tres, el Esteiro del Rial (tres subzonas, A situada a 0,5 m sobre bajamar escorada, la B de 1,5 m y la C de 2,0 m), la playa de Borreiros y la playa de Corón.

El diseño del muestreo es de tipo sistemático estratificado. Cada zona que se muestrea supone la realización de un número de puntos (entre 10 y 25). A cada punto se le aplica una calicata de 40x40x15 cm, extrayendo todos los individuos y la parte superior (10 cm) del sustrato para garantizar la extracción de juveniles. Se determinan los parámetros bio-gravimétricos individuales, longitud y peso fresco. Del total de individuos capturados de cada muestra se analiza una fracción (n = 30) aleatoria de individuos para el cálculo del índice de condición instantáneo.

Se realizan un total de 18 muestreos. La separación de clases de edad y cohortes se realiza ajustando la distribución de clase de edad a una distribución normal, complementando estos resultados con la revisión de anillos de paralización de crecimiento y el seguimiento del desplazamiento de estas distribuciones de talla en los diversos muestreos.

#### **Resultados; Crecimiento de poblaciones naturales de almeja japonesa:**

La fijación se detecta a mediados de Agosto, encontrándose tallas de cría de 3-5 mm. Estos individuos se sitúan en el mes de noviembre entorno a los 10 mm. El reclutamiento presenta, dependiendo de las condiciones ambientales, uno o dos cohortes diferenciados.

En la siguiente tabla se muestra la densidad de reclutamiento de las diversas clases de edad y zonas en ind/m<sup>2</sup>:

Zona	Clase edad	Ind / m <sup>2</sup>
Rial A	C-97	156,3
	C-98	47,5
Rial B	C-97	39,6
	C-98	26,3
Rial C	C-97	16,7
Borreiros	C-97	24,2
Corón	C-97	22,7

Se aprecia una diferencia estadística significativa entre las tres zonas de Rial, diferencia relacionada con el nivel mareal de cada zona. La sub-zona A es la que presenta mejor crecimiento siendo la sub-zona C la que con diferencia presenta el peor crecimiento. En Borreiros y Corón se dan crecimientos semejantes a la sub-zona A del Rial.

La tasa media de crecimiento mensual G-30, entre los 0,5 y 1,5 años, para la zona intermareal de +0,5 metros, se sitúa en 10,9 y para +1,5 metros en 9,94.

La relación talla – peso fresco viene determinada por la ecuación potencial:

$$PEE \text{ (gr)} = 0,01244 \times L \text{ (mm)}^{3,1643} \quad n = 150 \text{ y } R = 0,997$$

De acuerdo con esta relación, la almeja japonesa alcanza a los 40 mm (talla legal) un valor de 14,6 gramos.

El Índice de Condición presenta una variación estacional, alcanzando un valor mínimo de 19,1% de carne sobre peso total en enero de 1998 y un valor máximo en julio de 1998 de 35,5%, fecha en que se inicia la principal puesta del año.

#### **Conclusiones; Crecimiento de poblaciones naturales de almeja japonesa:**

Dada la tasa de crecimiento de los primeros meses de vida de *R. philippinarum* y la evolución del I.C., el inicio de la puesta se debe dar a principios de verano. A efectos de estandarizar los días de vida de las diversas clases de edad, se supone el inicio de puesta igual en todas las clases de edad y corresponde al 1 de julio.

En el caso más favorable, la almeja japonesa alcanza la talla legal a los 18 meses y en el menos favorable, precisa de 26 meses para alcanzar la talla legal.

#### **Metodología; Dinámica de poblaciones naturales de almeja babosa:**

Durante el periodo de investigación se realizan un total de 53 muestreos de almeja babosa. Las zonas de estudio son las zonas submareales de Borreiros, Vilaxoán, Castelete, Vilanova de Arousa, Insua y Riveira y las zonas intermareales de Borreiros, Vilaxoán, Raposiños, Pobra do Caramiñal y Rial.

El diseño del muestreo es del tipo sistemático estratificado. La obtención de muestras, tanto en las zonas sumergidas como en las intermareales, se realiza por la extracción con calicata mediante buceo y con raños modificados, la misma calicata se usa en intermareal. Se emplean calicatas de aluminio de 40x40x15 cm, con una superficie de muestreo de 0,16 m<sup>2</sup>. En cada punto se extrae una capa superficial de sedimento y todo el material biológico encontrado; también se recogen las conchas recientes de almeja con valvas unidas. La superficie extraída (m<sup>2</sup>) se estima después de varias mediciones en profundidad, estableciendo una relación entre el tiempo de rañada y la superficie recorrida.

Del total de individuos extraídos se estima la densidad, se determinan los parámetros bio-gravimétricos de longitud y peso fresco individual. Se determina el índice de condición instantáneo en una submuestra de 30 individuos. El estado de maduración se evalúa mediante frotis de 534 individuos con tallas comprendidas entre los 10 y 55 mm. La separación de clases de edad se realiza previa selección de intervalos de talla, y ajuste posterior a una distribución normal, mediante la observación de anillos de crecimiento. La mortalidad en porcentaje se obtiene de la relación entre las conchas recientes unidas y la totalidad de individuos muestreados, y por último, la tasa de crecimiento (G30 anual) se calcula en base a la expresión:

$$G = 30 \times 100 [\ln (L_f) - \ln (L_i)] / N^\circ \text{ de días.}$$

#### **Resultados; Dinámica de poblaciones naturales de almeja babosa:**

La población formada por individuos de L>30 mm presenta durante todo el año un porcentaje de individuos maduros superior al 80%, concentrándose la época de máxima madurez entre los meses de abril a junio y la de mínima madurez entre agosto y septiembre, pudiéndose acortar o alargar estos periodos en función de las condiciones ambientales. No se detectan individuos maduros con una talla menor de 14,7 mm en machos y 16,3 mm en hembras.

La mayor densidad de reclutamiento se detecta en la zona intermareal de El Rial con 396,66 ind/m<sup>2</sup> y la menor densidad de reclutamiento se detecta en la también zona intermareal de Raposiños con 60,83 ind/m<sup>2</sup>.

La clase anual de almeja babosa en sumergido, para las zonas no explotadas, alcanza en su primer año de vida los 38,4±0,7-41,8±1,1 mm y en su segundo año 48,3±1,1-51,9±2,6 mm, registrándose un retraso de uno o dos meses para las zonas intermareales.

Las tasas de crecimiento (G-30 anual) que se observan para la clase de edad de un año, oscilan entre 12,25 y 14,82, y para la clase de dos años entre 1,32 y 2,19.

La relación talla – peso fresco viene determinada por la ecuación:

$$P_f(g) = 0,01101 \times L^{3,10461}(\text{mm}) \quad (n=1000) \quad (R = 0,995),$$

Resultando para la talla legal de 38 mm, un valor de 8,84 gr.

La variación de los índices de condición de las diferentes clases de edad varían según la estación, descendiendo en invierno. Se presentan I.C. más elevados para las clases de mayor edad submareales, seguidas por las intermareales .

La mortalidad que se registra por muestreo varía entre el 2 y el 65%, siendo más elevada en los meses de mayo – julio para las zonas submareales, época de reclutamiento y desarrollo de tapices de algas que favorecen ambientes reductores.



### **Conclusiones; Dinámica de poblaciones naturales de almeja babosa:**

Dependiendo de la composición relativa de cohortes / clases de edad y de las condiciones ambientales, resulta un porcentaje global de maduración de la población. Se detectan varias puestas anuales en las diferentes zonas.

El crecimiento anual depende del número, época y peso relativo de cada cohorte. La influencia del nivel mareal determina un mayor crecimiento en las zonas submareales que en sus homólogos intermareales, y supone un retraso en el registro de las fijaciones primaverales en estas últimas.

### **Metodología; Reclutamiento y crecimiento de las poblaciones naturales de almeja bicuda:**

Se muestrean diversas zonas intermareales y sumergidas de la Ría de Arousa. Así mismo, se sigue el cultivo intermareal de una partida de 30.000 unidades de cría sembradas en un parque de 300 m<sup>2</sup>. Los datos que se recogen en los muestreos son datos de fijación, de talla media, de tasa de crecimiento y de densidad media.

### **Resultados; Reclutamiento y crecimiento de las poblaciones naturales de almeja bicuda:**

La fijación en el parque, con tallas de cría de entre 3 y 5 mm, se detecta en septiembre, continuando hasta abril del año siguiente, lo que indica un inicio de puesta desde mediados de verano hasta el otoño. En el mes de junio de 1998, con un año de vida, la almeja bicuda, alcanza una talla media entre 21 y 26 mm, con una tasa de crecimiento (G30) de 12,5 entre los 0,5 y 1,5 años de vida.

La talla legal se alcanza a los 9-11 meses de edad, un poco antes de iniciarse la primera puesta. En los muestreos se detectan individuos de 2 años de edad con tallas comprendidas entre los 37 y los 40 mm.

La densidad media de la población es baja, entre 11,9 y 39,9 ind/m<sup>2</sup>, estando constituida en su mayor parte por individuos juveniles.

Los datos de cultivo confirman el potencial de crecimiento de ésta especie, que pasa de los 12,4 mm a los 34,3 mm en 12 meses de engorde.

### **Conclusiones; Reclutamiento y crecimiento de las poblaciones naturales de almeja bicuda:**

A la luz de los resultados obtenidos, parece evidente que es necesario proceder a una revisión de las tallas mínimas de captura de esta especie, de modo que se pueda producir una recuperación efectiva de la población actual.

### **Metodología; del efecto de las artes de pesca tradicionales de marisqueo a pie “sacho” y “ganchelo” sobre el reclutamiento de los moluscos bivalvos:**

El conocimiento de los efectos que sobre las fijaciones de nuevos individuos tienen las tareas de extracción de marisco, con las diferentes artes que para ello se emplean, es uno de los aspectos menos conocidos de la evolución de las poblaciones de moluscos bivalvos sometidos a explotación.

Durante finales de 1997 y el año 1998 se realizan pruebas con dos de las artes de pesca más utilizadas en el marisqueo a pie, “sacho” y “ganchelo” en la zona del Rial en Vilaxoán, Ría de Arousa.

Para la realización de la prueba, se conforman en agosto de 1997 varios parques experimentales contiguos, en uno de los cuales se utiliza el “sacho”, en otro el “ganchelo” y un tercero libre de la utilización de cualquier arte. Se realizan muestreos periódicos de fijación de almeja fina, *Tapes decussata*, al término de los cuales se procede a la utilización de las artes.

**Resultados; del efecto de las artes de pesca tradicionales de marisqueo a pie “sacho” y “ganchelo” sobre el reclutamiento de los moluscos bivalvos:**

En la siguiente tabla se presenta la evolución de la densidad de ind/m<sup>2</sup> para las tres zonas de estudio:

<b>IND/M<sup>2</sup> SEMILLA FINA PARQUE RIAL</b>			
	<b>Testigo</b>	<b>Ganchelo</b>	<b>Sacho</b>
<b>18-septiembre-97</b>	381,2	385,0	165,0
<b>20-octubre-97</b>	381,2	400,0	143,8
<b>15-diciembre-97</b>	256,3	212,5	112,5
<b>25-mayo-98</b>	162,3	130,5	47,0

Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre la zona del “ganchelo” y la testigo, presentando una evolución en ind/m<sup>2</sup> muy similar. Por el contrario, en el parque donde se trabaja con “sacho”, se produce una clara disminución del reclutamiento encontrado, situándose en torno al 30% del obtenido en las otras dos zonas. Se observa que el efecto del “sacho” se produce sobre los individuos recientemente fijados, y que la evolución posterior es básicamente la misma en los diferentes parques.

**Conclusiones; del efecto de las artes de pesca tradicionales de marisqueo a pie “sacho” y “ganchelo” sobre el reclutamiento de los moluscos bivalvos:**

La evolución del “ganchelo” no es significativa, presentando una evolución similar al parque no trabajado con ningún arte.

En el parque donde se trabaja con “sacho”, se produce una clara disminución del reclutamiento encontrado.

El efecto del “sacho” se produce sobre los individuos recién fijados, y la evolución posterior es similar en los diferentes parques.

**COMENTARIOS FINALES.**

El crecimiento de la almeja fina, *Ruditapes decussatus*, se encuentra influido por el tipo de sustrato, nivel mareal y demás condiciones oceanográficas, alcanzando normalmente la talla legal a partir del segundo año y medio de vida. La época de reproducción se sitúa al final de la primavera, principios del verano.

La almeja japonesa, *Ruditapes philippinarum*, presenta una tasa de fijación natural importante y un crecimiento rápido. Crecimiento intermedio entre la almeja babosa y la almeja fina.

La almeja babosa, *Venerupis pullastra*, presenta un proceso de maduración sexual rápido que comienza a muy corta edad. La alta tasa de crecimiento, superior a la de la almeja fina y la almeja babosa, los elevados reclutamientos registrados y una mortalidad variable, que se puede minimizar con una extracción adecuada, métodos de limpieza de algas y control de depredadores; todo ello junto a su elevada cotización en el mercado, la convierten, en una especie óptima a potenciar dentro de la acuicultura.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Comunicaciones presentadas al VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Mayo de 1999 en Las Palmas de Gran Canaria:

“Dinámica de poblaciones de almeja fina, *Ruditapes decussatus*, de fijación natural en diferentes zonas marisqueras intermareales de la Ría de Arousa, Galicia”.

“Primeros datos sobre el reclutamiento y el crecimiento de las poblaciones naturales de almeja japonesa, *Ruditapes philippinarum*, en la zona de Vilaxoán, Ría de Arousa, Galicia”.

“Dinámica de poblaciones naturales de almeja babosa, *Venerupis pullastra*, en la Ría de Arousa, Galicia”.

Comunicaciones en panel presentadas al VII congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Mayo de 1999 en Las Palmas de Gran Canaria:

“Primeros datos sobre el reclutamiento y el crecimiento de las poblaciones naturales de almeja bicuda, *Venerupis aurea*, en la Ría de Arousa, Galicia”.

“Efecto de las artes de pesca tradicionales del marisqueo a pie “sacho” y “ganchelo” sobre el reclutamiento de los moluscos bivalvos”.

### **13. PROYECTO: ENSAYO DE NUEVOS ANTIBIÓTICOS PARA EL CONTROL DE LAS PATOLOGÍAS BACTERIANAS EN ACUICULTURA MARINA CON VISTAS A SU POSIBLE REGISTRO.**

#### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 2004

#### **OBJETIVOS:**

Estudio farmacocinético y biofarmacéutico de los antibióticos oxitetraciclina y florfenicol en rodaballo con el objeto de establecer una posología adecuada.

#### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Universidad de Santiago de Compostela

Centro: Facultad de Farmacia

Departamento: Farmacia y Tecnología Farmacéutica

#### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: José

Apellidos: Blanco Méndez

#### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica, Facultad de Farmacia, Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Biología, y Cluster de Acuicultura de Galicia

#### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

##### **Metodología:**

Los antibióticos, oxitetraciclina y florfenicol, empleados en este trabajo han sido seleccionados por su importancia en la acuicultura. La oxitetraciclina, dado su bajo coste, ha sido empleada durante años de forma indiscriminada en la acuicultura, lo que ha provocado la aparición de multitud de cepas resistentes. El florfenicol, ha sido recientemente incorporado al mercado de la acuicultura, gracias a la aprobación de su uso en animales destinados al consumo humano.

Para lograr el objetivo propuesto, en el presente trabajo se han realizado diversos estudios *in vitro* encaminados a la determinación de la solubilidad de los fármacos en agua de mar y la velocidad de liberación de éstos a partir de piensos medicados. En la segunda etapa del trabajo se realizarán una serie de estudios farmacocinéticos con el objetivo de determinar los parámetros de absorción, distribución y eliminación característicos de estos antibióticos en rodaballo, y establecer las pautas óptimas de administración. A partir de los resultados, se simularán diferentes regímenes posológicos con el fin de obtener aquel más adecuado en función a la ventana terapéutica del antibiótico, así como de la facilidad y comodidad en la administración. Una vez seleccionado el régimen posológico, se realizará un ensayo de dosis repetidas contrastando los datos teóricos con los experimentales y comprobando la bondad del modelo desarrollado. Además el

estudio nos permitirá determinar los niveles de antibiótico que se distribuye y acumula en los tejidos, permitiendo determinar el periodo de espera necesario para alcanzar los niveles mínimos exigidos por la ley.

### **Estudios *in vitro*:**

#### *Estudios de solubilidad*

Para la elaboración de los estudios de solubilidad, se adiciona exceso de antibiótico en 12 tubos de rosca, conteniendo 10 ml de agua purificada en 6 tubos y 10 ml de agua de mar en los otros 6 tubos. Los tubos se mantienen en un agitador orbital un período de 8 días, con el fin de permitir el establecimiento del equilibrio de solubilidad. Transcurridos estos días, los tubos son centrifugados a 5000 rpm, y filtrados a través de filtros de nylon de 0.45 $\mu$ m, para eliminar el exceso de antibiótico sin disolver.

#### *Estudios de la velocidad de disolución*

La liberación de OTC (oxitetraciclina) se realiza a partir de un gramo de pienso medicado, empleando 100 ml de agua de mar como medio de liberación. Se recogen muestras a distintos tiempos que son filtradas a través de filtros de membrana de 0.45  $\mu$ m y analizadas mediante cromatografía líquida de alta resolución. En el caso del estudio de liberación del FF (florfenicol), se colocan en cada cubeta del aparato de disolución Prolabo Dissolutest (Sistema nº 2 de la USP) 900 ml de agua de mar. En cada cubeta se añade la cantidad de pienso necesario para contener 10 mg de FF, manteniendo el medio en agitación a 50 rpm. Cada 10 minutos se toman muestras filtradas a través de filtros de 45  $\mu$ m, determinando la concentración del antibiótico mediante espectrofotometría UV.

#### *Determinación espectrofotométrica del florfenicol*

La cuantificación de florfenicol en disolución se realiza empleando un espectrofotómetro de red de diodos Hewlet Packard 2045<sup>a</sup>. Debido a que el pienso y el agua de mar presentan cierta absorbancia en las longitudes de onda propias de los principios activos (figura 1), es necesario emplear técnicas especiales de cuantificación. Para eliminar dichas interferencias se opta por el desarrollo de un método basado en el empleo de las derivadas (figura 2), puesto que en las zonas de máxima absorción del FF (226 nm), aunque existe absorción importante por parte del pienso, éste no presenta ningún máximo. En concreto, se emplea la segunda derivada de los espectros de absorción para realizar la cuantificación. De esta manera se minimizan las interferencias asociadas al pienso y se obtiene una calibración adecuada (figura 3). El método es validado por las técnicas habituales con el fin de establecer su utilidad.

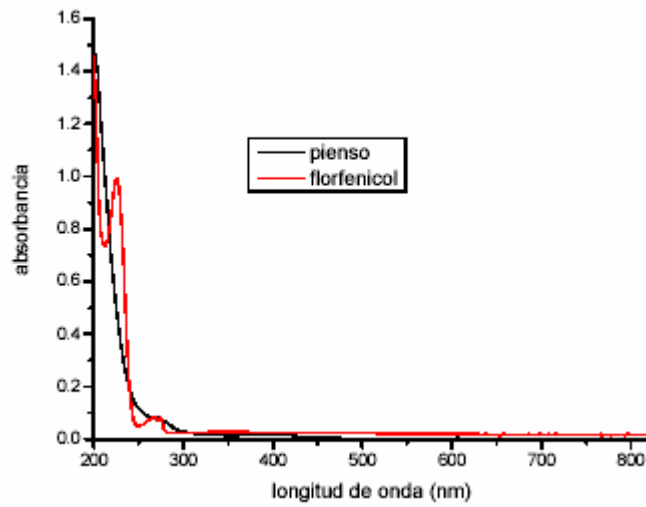


Figura 1. Espectros de absorción UV-VIS del florfenicol y de los componentes solubles del pienso empleado para la elaboración del pienso medicado.

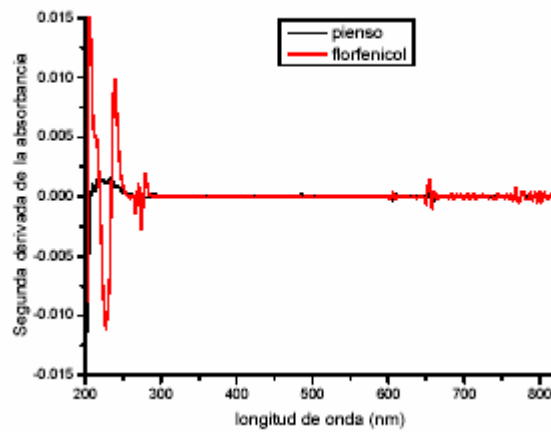


Figura 2. Curvas de la segunda derivada de la función absorbancia del florfenicol y de los componentes solubles del pienso empleado para la elaboración del pienso medicado

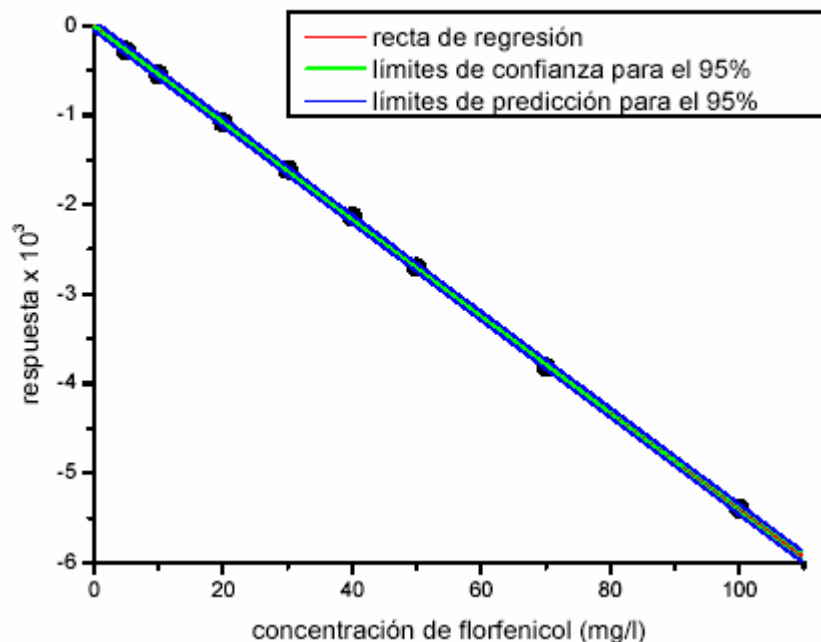


Figura 3. Ajuste al modelo lineal mediante métodos de regresión, para el calibrado del método UV-vis de la segunda derivada para la determinación de florfenicol disuelto en agua de mar en presencia de pienso.

### Estudios *in vivo*

#### *Técnica analítica*

El método analítico escogido para la detección y cuantificación del florfenicol y de la oxitetraciclina en plasma y en tejido de peces, es la Cromatografía Líquida de Alta Eficacia, HPLC (High Performance Liquid Chromatography) debido a la precisión, sensibilidad y eficacia que esta técnica nos otorga. El equipo de cromatografía (Merk-Hitachi) empleado en el estudio, consta de una bomba modelo L-6200, un inyector automático AS-4000, un termostato L-5025 para la columna, un detector UV de Red de Diodos modelo L-4500, conectado a un ordenador COMPAQ Deskpro XE 450 mediante una Interface modelo D-6000. Para el análisis del FF en las muestras de plasma de los peces se emplean dos columnas de separación, ambas de fase reversa C18 con partículas de 5  $\mu\text{m}$  de diámetro. En concreto en la parte inicial del trabajo se utiliza una Lichrospher 100 RP-c18 (125x4 mm) que es sustituida por una Simetry RP-c18 en la segunda parte. Para proteger la columna se emplea una precolumna de idénticas características que la columna anteriormente descrita. La fase móvil empleada en el análisis de las muestras, es una mezcla de 0,05 M de acetato amónico, pH 7, y acetonitrilo (80:20,V/V). El flujo seleccionado es de 1,3 ml/min, el cual genera una presión de 140 kgf/cm<sup>2</sup>. Todos los disolventes, antes de inyectarlos en la columna, son filtrados a través de filtros de nylon de un diámetro de poro de 0,45  $\mu\text{m}$ . El FF es detectado a una longitud de onda de 225 nm.

Para mejorar la resolución de los picos es necesario termostatar la columna a una temperatura de  $50 \pm 0,5^\circ \text{C}$ . El inconveniente de emplear temperaturas tan elevadas es que se reduce considerablemente la vida de la columna. Por ello, en la segunda etapa del trabajo (dosis múltiples), la columna es sustituida por una Simetry RP-c18 (waters), caracterizada por su elevada eficacia y resolución a la hora de resolver los picos. Esto permite la disminución de la temperatura a  $30^\circ \text{C}$ , manteniendo la resolución del método. Por otro lado, la sustitución del tipo de columna obligó a realizar una segunda validación del método analítico con la finalidad de asegurar la calidad de los resultados.

Las rectas de calibración obtenidas empleando los dos tipos de columnas se muestran en las figuras 4 y 5.

Para el análisis de las muestras de FF en tejido de rodaballo se emplea un método similar al utilizado para las muestras de plasma, incorporando una columna Simetry RP-c18 con el fin de disminuir la temperatura de trabajo.

La recta de calibración obtenida se muestra en la figura 5.

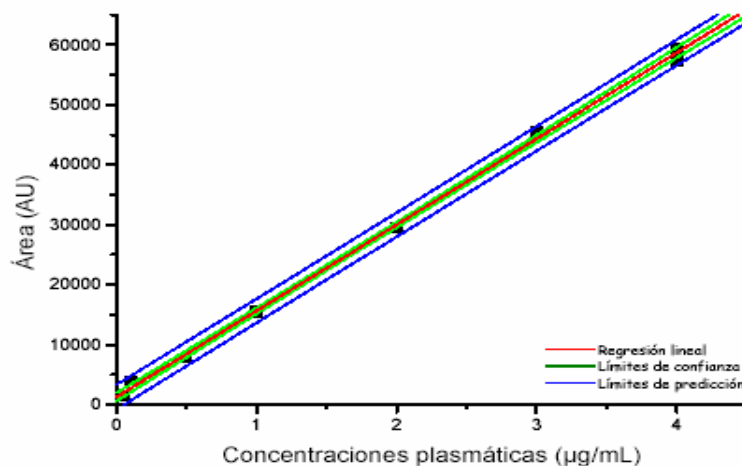


Figura 5. Ajuste al modelo lineal mediante métodos de regresión, para el calibrado del método de determinación de florfenicol en plasma empleando la columna Simetry RP-c18.



### *Administración intravenosa*

Para el estudio de la cinética de eliminación del florfenicol se administra una dosis de 10 mg de FF/kg de peso pez por vía intravenosa. Los peces son mantenidos en circulación continua de agua de mar, a temperatura de  $15\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . El peso medio de los peces empleados en este experimento es de  $98,7 \pm 6,3$  g.

La solución inyectada se prepara disolviendo 100 mg de FF en 7,5 ml de propilenglicol, y es ajustado a un volumen final de 10 ml con agua destilada. La solución es esterilizada por filtración (0,2  $\mu\text{m}$  de diámetro de poro, Schleicher & Schuell) y colocada en envases estériles. El medicamento es administrado inyectando 0,1 ml de dicha solución por punción en la vena caudal. Por tanto, la dosis administrada es de 10 mg de FF/kg de peso corporal. Las muestras de sangre son recogidas por punción de la vena caudal, pasadas 1, 3, 4, 8, 12, 18, 24, 30, 48 y 96 h tras la administración del medicamento.

### *Administración oral*

Para el estudio de absorción del FF en el rodaballo se emplea pienso medicado, elaborado a partir de pienso fresco y el antibiótico.

En un mortero de vidrio se añaden 8,0 g de Aquaflor y son dispersados con 8 ml de agua destilada. A esta dispersión se le va añadiendo poco a poco el pienso, a la vez que se agita para así conseguir una mezcla homogénea. La cantidad de pienso añadida es de 64,0 g.

El pienso medicado se administra directamente al esófago de los peces, mediante jeringuillas de 1 ml modificadas para este fin y precargadas con la cantidad de pienso necesaria. La dosis final administrada es de 100 mg/kg de peso pez.

El peso medio de los peces empleados en este experimento es de  $101,6 \pm 5,1$  g y la salinidad es del 35‰. Los peces no son alimentados los 2 días previos a la administración del medicamento. Durante el experimento, aunque se suministra alimento a los peces, éste no es ingerido.

Los tiempos de recogida de muestras fueron los mismos que para la administración intravenosa (1, 3, 4, 8, 12, 18, 24, 30, 48 y 96 h).

### *Dosis repetidas*

Para la elaboración de la dosis de mantenimiento (200g) el pienso es triturado y molturado en un molino de cuchillas (Ika) hasta obtener un tamaño adecuado. Cantidades adecuadas de florfenicol y pienso molturado son mezclados durante un tiempo mínimo de 15 min. en una mezcladora túrbula TC2. La mezcla es malaxada empleando agua purificada como humectante en una malaxadora planetaria kenwood y finalmente extruido en una extrusora de tamices (Caleva 120), empleando un tamaño de malla de 2 mm. Los pelets así obtenidos se secaron en estufa a  $50^{\circ}\text{C}$ .

En el caso de la obtención de la dosis de ataque (36 g), no es posible la utilización de esta metodología dada la pequeña cantidad a fabricar, por lo que se elabora modificando el protocolo de la siguiente manera: la trituración del pienso, el mezclado con el antibiótico y el malaxado con agua se realiza de forma manual en un mortero cerámico y la extrusión de la masa se realiza con un pequeño extrusor de pistón manual cortando los pelets con cuchilla a la longitud adecuada.

Para este experimento, el pienso no se administra directamente al esófago de los peces, tal como ocurrió en los ensayos anteriores. La dosificación se realiza calculando la dosis de pienso necesaria en función del peso medio de los peces empleados (30 g). El pienso es administrado siguiendo las pautas habituales en la alimentación de los rodaballos, asegurándose visualmente la total ingestión de la cantidad depositada.

#### *Análisis farmacocinético*

La farmacocinética del FF es establecida mediante el estudio de las variaciones temporales de su concentración en el plasma sanguíneo.

Para la obtención del plasma se siguen una serie de pautas que se enumeran a continuación. Los peces, una vez sacados del tanque, son colocados inmediatamente en una superficie plana previamente humedecida, para evitar lesiones cutáneas. La sangre es extraída por punción de la vena caudal. Como medida preventiva del estrés, durante la extracción los peces se mantienen con los ojos tapados. Una vez extraída la sangre, los peces son sacrificados y congelados para el análisis posterior de FF en tejidos

Tanto las jeringuillas como las agujas empleadas en este proceso son previamente heparinizadas. Como anticoagulante escogimos Heparina 1% (1000 U.I./ml) de los laboratorios farmacéuticos Rovi (Madrid, España).

La sangre es colocada en viales eppendorf de 1,5 ml a los que previamente se les añaden dos gotas de heparina y rápidamente se centrifuga a 5000 r.p.m. durante 5 min a 4 °C. El plasma sobrenadante es traspasado a otros viales eppendorf y en los que es congelado a -20 °C, hasta su análisis.

Para la realización de los análisis, las muestras son descongeladas introduciéndolas en un frigorífico a 4°C el tiempo necesario para su total descongelación. Para desproteínizar y extraer el FF de las muestras a 1 ml de plasma, se le adicionan 2 ml de acetato de etilo. Las muestras homogenizadas se centrifugan, recogiendo 1 ml de sobrenadante (acetato de etilo con FF). El sobrenadante se evapora en un rotoevaporador a 40 °C, el residuo se redisuelve en agua procediéndose a su filtración empleando filtros de membrana de 0.45 µm. El filtrado es inyectado en el HPLC.

Para determinar el FF residual en tejidos, se descongelan los peces y se extraen muestras de músculo. 1 g de músculo se tritura y homogeneiza con 1 ml de agua en un mortero. La pasta obtenida se vierte en un tubo de rosca al que se adiciona acetonitrilo, poniendo la muestra a homogenizar en un agitador orbital. Transcurridas 12 horas, se centrifugan las muestras, recogiendo una muestra de sobrenadante que se filtra (0.45 µm) y se inyecta en el HPLC.

## Resultados:

### Estudios in vitro:

#### *Estudios de solubilidad:*

En la figura 4 se muestran la media (n=3) de los espectros de absorbancia de las disoluciones saturadas de OTC, empleando agua destilada y agua de mar. Se observa que se produce una reducción significativa de los niveles de absorbancia en las muestras en las que se emplea agua de mar como disolvente con respecto a las muestras en las que se utiliza agua purificada. Existe en la bibliografía un gran número de referencias sobre la interacción de la OTC con diferentes cationes que trae como consecuencia una reducción importante en su solubilidad. Este hecho ha sido descrito como el causante de la importante disminución de la biodisponibilidad en humanos de este antibiótico cuando se administra conjuntamente con alimentos que incorporan altos contenidos en cationes como puede ser el  $\text{Ca}^{++}$  presente en los productos lácteos. Dado el alto contenido en sales del agua de mar, es lógica la disminución apreciada en la solubilidad del OTC.

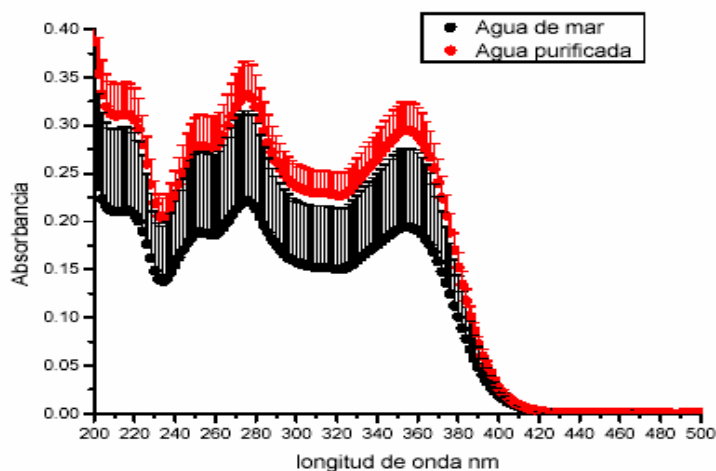


Figura 4. Espectros de absorción de dos disoluciones saturadas de OTC empleando agua purificada y agua de mar como disolvente.

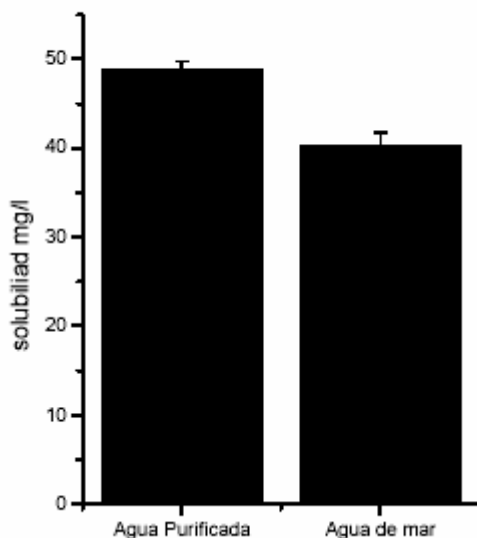


Figura 5. Solubilidad en agua purificada y agua de mar del FF.

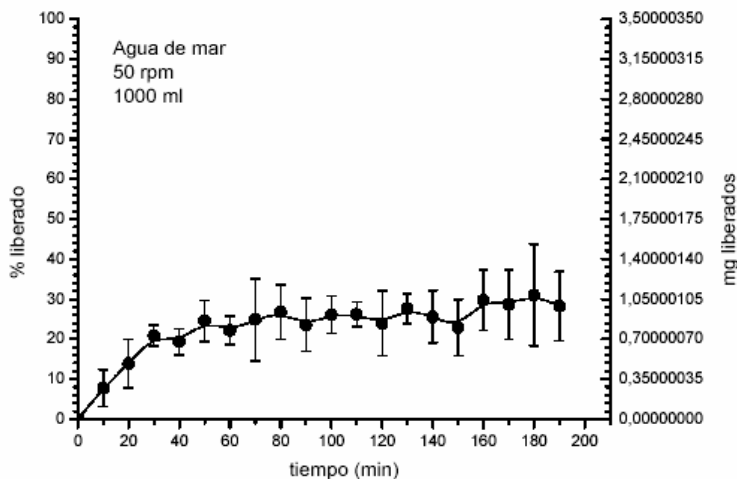
El florfenicol presenta también una ligera disminución en su solubilidad en el agua de mar con respecto al agua purificada, aunque no parece ser muy importante desde un punto de vista práctico.

*Liberación*

Los ensayos de liberación realizados con pienso conteniendo OTC muestran que no se produce una cesión significativa del fármaco a la media hora de iniciado el ensayo de disolución. Probablemente la interacción con cationes presentes en algunos de los productos empleados en la elaboración del pienso disminuya su solubilidad, por lo que quede el antibiótico retenido en su interior.

Sin embargo para el pienso conteniendo FF, se observa una liberación significativa de antibiótico al medio que llega a ser próxima a un 20 % de su contenido a los 30 minutos. Esta liberación prematura puede causar problemas en la correcta dosificación del FF así como de contaminación al liberarse el antibiótico al tanque.

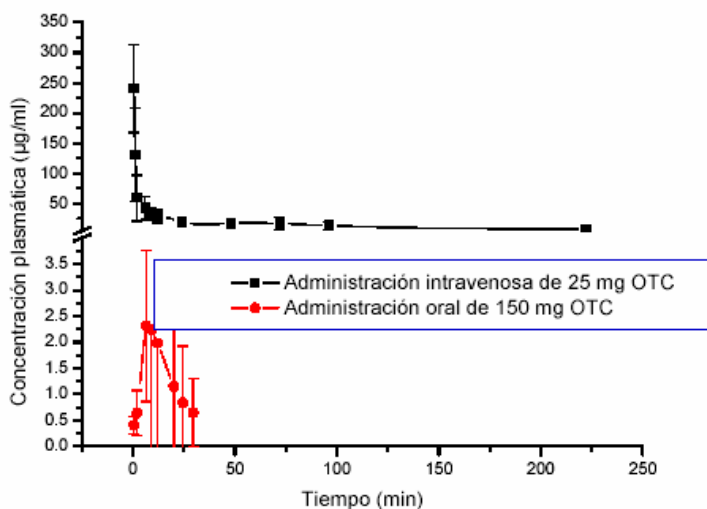
Figura 6. Velocidad de liberación del FF en agua de mar.



Administración intravenosa y oral de OTC

Las concentraciones plasmáticas obtenidas tras la administración intravenosa de una dosis de 25 mg/kg o de 150 mg/kg de OTC por vía oral se muestran en la figura 7. La evolución de la media de dichas concentraciones plasmáticas se ajusta a un modelo bicompartimental con cinética de eliminación de primer orden (tabla 1).

En la tabla 1 se muestran las áreas bajo la curva estimadas a partir de los niveles plasmáticos de la OTC así como su biodisponibilidad oral. Llama la atención la extremadamente baja biodisponibilidad oral presentada por la OTC. Este valor indica que solo el 0.21 % de la dosis administrada es absorbida por los peces, por lo que una cantidad muy importante permanece en el tanque contaminando el medio, lo que favorece la aparición de resistencias. Esto implicaría además que para obtener concentraciones efectivas de antibiótico sea necesario aumentar de manera muy importante la dosis en el pienso, lo que agravaría los problemas de contaminación. La causa más probable de la baja biodisponibilidad es, tal como ya se ha comentado, que las tetraciclinas son conocidas por establecer complejos con cationes di- y trivalentes, abundantes en el agua de mar. Estos complejos son menos solubles y no atraviesan las membranas biológicas fácilmente, y esto puede impedir la absorción de las tetraciclinas. La absorción de la OTC puede también reducirse a causa de un valor desfavorable de pH en el intestino de los peces que causa que solamente una pequeña fracción de OTC esté disponible para ser absorbida. Por último, la OTC sufre normalmente un efecto de primer paso significativo lo que disminuye aún más su biodisponibilidad.



A <sub>0</sub>	α	B <sub>0</sub>	β	k <sub>el</sub> (h <sup>-1</sup> )	MRT <sub>iv</sub> (días)	t <sub>1/2</sub> (días)	V <sub>d</sub> <sup>ee</sup>
125,9	0,25	21,37	4,6 10 <sup>-3</sup>	0,028	8,99	6,81	0,91

Figura 7. Concentraciones plasmáticas medias y parámetros farmacocinéticos de OTC en rodaballo tras su administración intravenosa en dosis de 25 mg /kg y concentraciones plasmáticas medias tras su administración oral en dosis de 150 mg /kg.

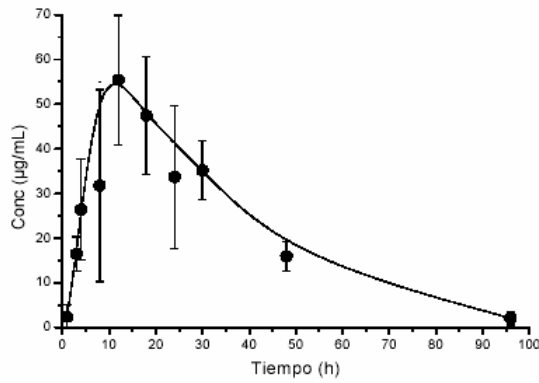
	Intravenosa	Oral
$AUC_0^t$	3606,38	39,98
$AUC_0^\infty$	4018,93	50,06
$\frac{AUC_0^\infty}{AUC_0^t} \cdot 100$	10,06	20,1
<b>Biodisponibilidad</b>	--	0,21

Tabla 1. Biodisponibilidad oral y áreas bajo la curva de los niveles plasmáticos obtenidos tras la administración de OTC por vía intravenosa y oral.

#### *Administración Intravenosa de FF*

Las concentraciones plasmáticas obtenidas tras la administración intravenosa de una dosis de 10 mg/kg de FF figuran en la tabla de la figura 8. La evolución de la media de dichas concentraciones plasmáticas se ajusta a un modelo monocompartimental con cinética de eliminación de primer orden (Figura 8).

El volumen de distribución,  $V_{dee}$  del FF en el rodaballo, obtenido tras la administración intravenosa, es de 0,78 l/kg. Este resultado es inferior al obtenido para otras especies, indicando una menor distribución del fármaco en tejidos, y es un valor característico de fármacos que se distribuyen bien a través de todo el agua corporal. Además, los valores de semivida de eliminación (19,25 horas) del FF en el rodaballo son menores que los obtenidos para otros quimioterápicos usados habitualmente en acuicultura, indicando una eliminación más rápida de este fármaco. Una rápida eliminación del FF debe ser considerada como un factor positivo a la hora de seleccionar un quimioterápico para el tratamiento de enfermedades bacterianas en peces que hayan alcanzado la talla de venta, ya que implica que los periodos de supresión serán breves. En concreto teniendo en cuenta el valor de la semivida de eliminación estimada, el 95% del fármaco administrado se eliminaría en algo menos de 4 días, y el 99 % transcurrido 6 días tras su administración.



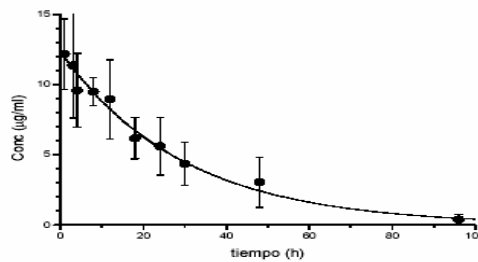
Dosis (mg/kg)	C <sup>0</sup> (mg/kg)	k <sub>el</sub> (h <sup>-1</sup> )	A <sup>0</sup> (mg/kg)	k <sub>a</sub> (h <sup>-1</sup> )	t <sub>0</sub> (h)	T <sub>máx</sub> (h)	C <sub>máx</sub> (µg/ml)
98,28	101,48	0,040	143,77	0,22	1,89	11,41	48,61

K<sub>a</sub> = constante de absorción; t<sub>0</sub> = tiempo de latencia; C<sub>máx</sub> = concentración máxima alcanzada; T<sub>máx</sub> = tiempo al que se alcanza la concentración

Figura 8. Concentraciones plasmáticas medias y parámetros farmacocinéticos del florfenicol en rodaballo tras su administración intravenosa en dosis de 10 mg de FF/kg.

#### Administración Oral

La evolución de las concentraciones plasmáticas tras la administración oral del FF, se ajusta a un modelo monocompartimental con cinética de absorción lineal. Los resultados del ajuste de los datos al modelo monocompartimental presentan mayores deficiencias que en el caso de la administración intravenosa encontrándose pequeñas diferencias entre los valores de C<sub>máx</sub> predichos (48,61 µg/ml) y los experimentales 55,4 µg/ml (Figura 9).



Dosis (mg/kg)	C <sub>0</sub> (µg/ml)	k <sub>el</sub> (h <sup>-1</sup> )	t <sub>1/2</sub> (h)	MRT <sub>iv</sub> (h)	V <sub>d<sup>∞</sup></sub> (l/kg)	AUC <sub>0-∞</sub> (µg.h/ml)
10,13	12,85	0,036	19,25	27,62	0,78	356,95

Figura 9. Concentraciones plasmáticas medias y parámetros farmacocinéticos (modelo monocompartimental) del florfenicol en rodaballo tras la administración oral de 100 mg de FF/kg de peso de pez.

Este desfase entre los valores observados y los obtenidos mediante el modelo, puede ser indicativo de que la absorción no sigue estrictamente una cinética de absorción de primer orden, o bien que los niveles no se ajustan estrictamente al modelo monocompartimental. La aplicación del método de Wagner y Nelson permite confirmar que el proceso de absorción se ajusta a una cinética de primer orden y que por lo tanto la causa más probable se debe a deficiencias en los ajustes al modelo de un solo compartimento, probablemente por la gran variabilidad encontrada para las concentraciones plasmáticas próximas al máximo de absorción.

En este estudio, la biodisponibilidad del florfenicol en pienso es estimada en un 57,1%. Este valor no está de acuerdo con los resultados obtenidos por otros autores en otras especies como el salmón donde se han estimado valores entre un 96,5% y un 99%. Los bajos valores de biodisponibilidad obtenidos para el FF en el rodaballo, podrían deberse al empleo de dosis excesivamente altas que podrían encontrarse fuera del rango lineal de absorción para este fármaco.

Para poder verificar esta hipótesis se diseña un experimento en el que se administran por vía oral piensos a rodaballos con diferentes dosis de FF, comprobando los niveles plasmáticos máximos obtenidos para cada una de las dosis administradas. Los resultados se muestran en la figura 10.

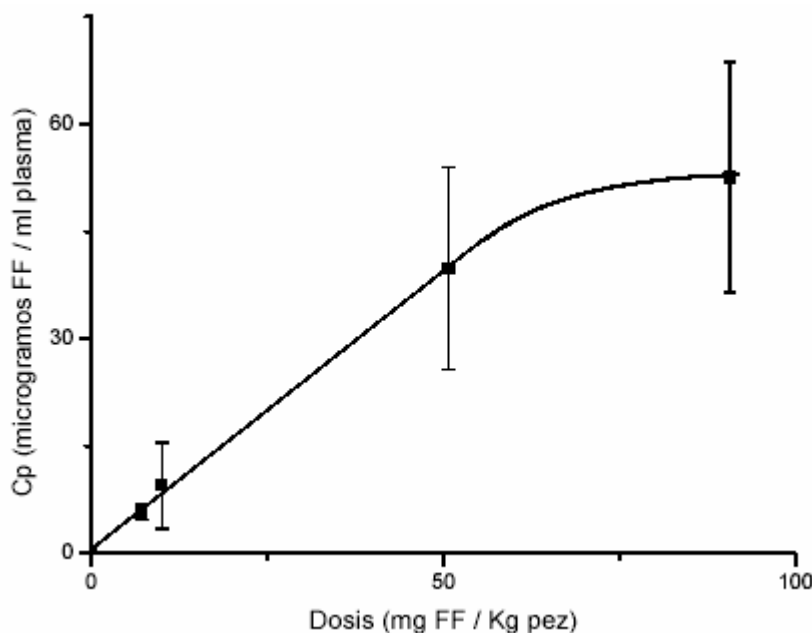


Figura 10. Relación entre las concentraciones plasmáticas máximas y parámetros farmacocinéticos (modelo monocompartimental) del florfenicol en rodaballo tras la administración oral de 100 mg de FF/kg de peso de pez.

Tal como se observa, existe una correlación lineal entre la dosis y la concentración máxima para dosis inferiores a 50 mg /kg, lo que indica que se trata de un proceso lineal de absorción. Sin embargo, a dosis superiores se produce una evidente desviación de la linealidad, por lo que la baja biodisponibilidad del fármaco a dosis de 100 mg/kg peso se debe probablemente a una saturación de los mecanismos de absorción del FF. Extrapolando los valores a partir del tramo lineal se observa una disminución de más del 38 % en la absorción del fármaco para esta dosis.



Una vez establecidas las causas de la disminución de la biodisponibilidad, se procede a la selección del régimen posológico más adecuado para el tratamiento con este antibiótico. La mayoría de los tratamientos requieren una administración de dosis múltiples, es decir, la administración de forma repetida de una dosis (dosis de mantenimiento,  $D_m$ ) a intervalos prefijados de tiempo (intervalo posológico,  $\tau$ ). La selección de la  $D_m$  y del  $\tau$  debe estar basada en el perfil de actividad - toxicidad del fármaco y en consideraciones farmacocinéticas. De forma general, se puede decir que la finalidad de un tratamiento es conseguir y mantener unas concentraciones plasmáticas dentro del denominado margen terapéutico.

Para poder establecer el régimen posológico se escogen los parámetros farmacocinéticos calculados para el FF mediante el modelo monocompartimental ya que, a pesar de que el ajuste mediante este modelo no es exacto, permite estimar las concentraciones de forma adecuada.

El modelo posológico se establece para el tratamiento frente a *A. salmonicida* teniendo en cuenta que la concentración inhibitoria de FF obtenida para las cepas de *A. salmonicida* sensibles a este antibiótico es de 0,78 y 1,56  $\mu\text{g/ml}$ . En función de estas CMI se determinan las concentraciones mínimas eficaces como 7,8 y 15,6  $\mu\text{g/ml}$ , ésta última para el caso de las cepas más resistentes. Las CME se escogen en base a la teoría en la que se indica que debe superar en 10 veces la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) calculada para un patógeno *in vitro*. Otras teorías proponen que tan sólo se debe superar en 3-4 veces la CMI, pero en base a los estudios de toxicidad existentes para este antibiótico, aún se está dentro de un margen muy amplio de seguridad. (LD50 del FF en ratones esta establecida en de 1958,05 mg/kg).

Una correcta selección de la dosis de fármaco y de los intervalos de administración de las mismas, permitirá la adecuada instauración del tratamiento. Para poder establecer el régimen posológico correctamente, se debe tener en cuenta la biodisponibilidad para cada dosis. Aunque en el estudio se obtiene una biodisponibilidad de un 58,8% para una dosis de 100 mg de FF/kg, para dosis menores de 50 mg/kg se prevé una completa biodisponibilidad al encontrarnos dentro de la zona lineal de absorción del fármaco. Teniendo en cuenta estas características, se establece como óptimo régimen posológico, la administración de una dosis de ataque de 30 mg de FF/kg de pez separadas en un intervalo de 24 horas seguido de 6 dosis de mantenimiento de 18 mg/kg de pez cada 24 horas. Sin embargo, la simulación de los niveles plasmáticos pone de manifiesto una disminución de los niveles mínimos a las primeras 24 horas por debajo de la CME de 15.6  $\mu\text{g/ml}$ . Para evitarlo se propone administrar una segunda dosis de ataque de 30 mg que evita esta circunstancia. Los niveles simulados para el régimen propuesto se muestran en la figura 11.

Con el fin de corroborar los datos propuestos se realiza un ensayo de dosis múltiples en rodaballo empleando el régimen posológico propuesto. Los resultados se muestran en la figura 12

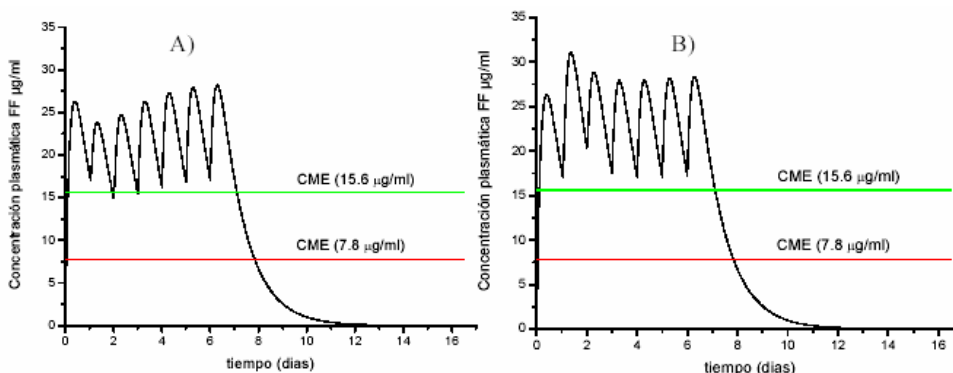


Figura 11: Representación, a partir de datos simulados, de los niveles plasmáticos cuando se administran A) una dosis de dosis de 30 mg/kg pez y seis de 18 mg/kg pez con un intervalo de dosificación de 24 horas B) dos dosis de dosis de 30 mg/kg pez y cinco de 18 mg/kg pez con un intervalo de dosificación de 24 horas.

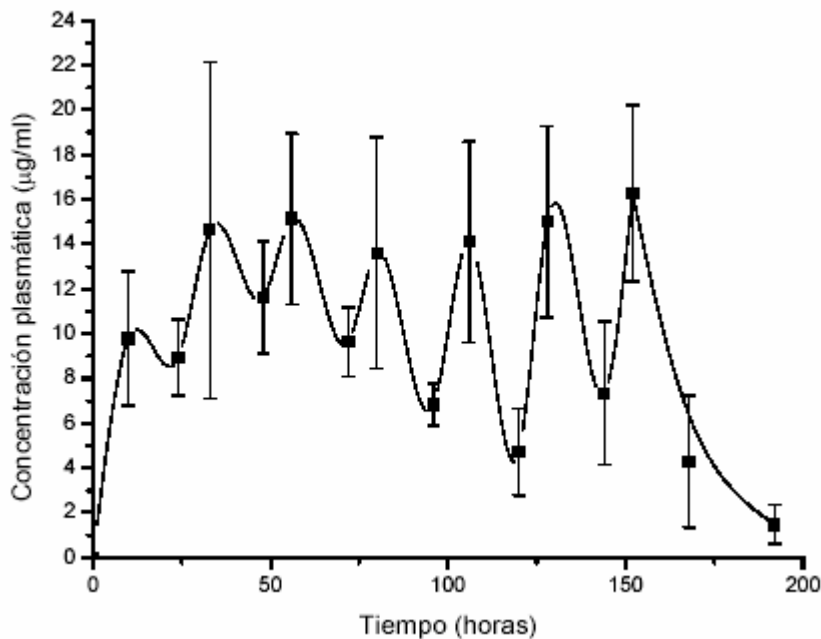


Figura 12. Niveles plasmáticos obtenidos a partir de la administración de pienso medicado siguiendo las pautas posológicas seleccionadas. Cada concentración corresponde a la media de la concentración plasmática de 6 rodaballos

Tal como se observa, los niveles de FF en plasma son menores que los simulados a partir de los datos farmacocinéticos. La principal causa se debe a la diferente forma de administración de FF empleada para la determinación de los parámetros farmacocinéticos. En este caso el pienso se introduce mediante una cánula directamente en el esófago, lo que asegura la administración de la dosis correcta. Sin embargo, para el ensayo de las dosis múltiples, el pienso se adiciona sobre la superficie del agua del tanque. Esto hace que, por una parte, se pueda liberar parte del contenido antes de ser ingerido por los rodaballos. Tal como se determina en los ensayos *in vitro* de liberación, el pienso libera al medio más del 20% de su contenido en menos de media hora. Por otra parte, no asegura que todos los rodaballos reciban la dosis teórica indicada.

Este problema podría evitarse en parte formulando el FF en el pienso, de forma que no sea liberado tan rápidamente al medio.

### **Conclusiones:**

Desde un punto de vista biofarmacéutico, la baja biodisponibilidad de la OTC desaconseja su uso para este tipo de tratamientos, ya que la existencia de una gran cantidad de cationes, tanto en la composición de los piensos como en el propia agua de mar, provoca la formación de complejos con este antibiótico incapaces de ser absorbidos.

La existencia de una relación no lineal para la absorción del antibiótico FF a dosis altas desaconseja su empleo a dosis superiores de 50 mg/kg de peso, ya que se produciría una absorción incompleta del fármaco, que permanecería como residuo provocando problemas de contaminación. De todas formas, dosis inferiores a 50 mg/kg permiten establecer pautas posológicas adaptadas al sistema habitual de administración de alimentos en las factorías

La liberación prematura de florfenicol al agua de los tanques, que se produce desde su dosificación hasta que es ingerido por los peces, plantea problemas en la correcta dosificación, por la pérdida que se produce del antibiótico al solubilizarse y liberarse al medio. Para evitarlo sería necesario formular el antibiótico en el pienso de forma que se evite su liberación.

### **COMENTARIOS FINALES.**

Debido al tiempo transcurrido entre la solicitud del proyecto 1998 y la formalización de la concesión a finales del año 2001, se produjeron una serie de incidentes difíciles de prever que han retrasado la realización de este proyecto. Durante este período han surgido problemas en el funcionamiento de los acuarios de la Universidad de Santiago de Compostela que imposibilitaron su utilización, además de los graves problemas de contaminación generados por el hundimiento del Prestige, que provocaron un serio retraso en la realización de los estudios *in vivo*, cuya realización estaba prevista inicialmente en la piscifactoría que Stolt Sea Farm posee en Lira. Por otra parte, durante este período tuvo lugar la concentración de la actividad investigadora de las empresas que inicialmente apoyaron la solicitud, en el Cluster de Acuicultura de Galicia. Debido a este motivo, estas empresas trasladaron la mayor parte de su investigación a este organismo, y ello originó en primer lugar que parte del trabajo se desplazara a estas instalaciones aún y cuando no estaba previsto en el proyecto inicial. Por ello fue necesario replanificar y adaptar el plan de investigación a las disponibilidades del cluster. Por último, en la etapa final del proyecto se plantearon serios problemas para disponer del fármaco empleado en estos estudios, el florfenicol. Todos estos problemas generaron una serie de dificultades relacionadas con la experimentación animal y con el diseño de los experimentos. Estas circunstancias han obligado a continuos replanteamientos en la investigación y en el lugar de realización de los experimentos, lo que ha retrasado y dificultado la realización del proyecto.

Dejar constancia del agradecimiento al Dr. Santiago Cabaleiro, director del Cluster de Acuicultura, por las facilidades suministradas para la realización de la experimentación *in vivo* en la última etapa del proyecto.

Debido al retraso en la experimentación, además de un replanteamiento en el plan inicial, fue necesaria la inclusión de miembros en el equipo de investigación que no figuraban en el proyecto inicial.

#### 14. PROYECTO: EL CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE SOLÉNIDOS COMERCIALES: NAVAJA, *Ensis arcuatus*, Y LONGUEIRÓN, *Ensis siliqua*, EN TRES ÁREAS DE GALICIA

##### AÑO:

Comienzo del plan: 1998

Finalización del plan: 1999

##### OBJETIVOS:

El principal objetivo del presente proyecto es el estudio de especies de bivalvos con un alto valor comercial en Galicia y que han sido escasamente estudiadas, navaja y longueirón (*E. arcuatus* y *E. siliqua*), con el fin de aportar conocimientos que permitan una explotación racional evitando el agotamiento del recurso.

Para ello se establecen los siguientes objetivos:

- 1- Estudio del comportamiento reproductivo:
  - Determinar y definir una escala gametogénica.
  - Evolución del ciclo reproductivo a lo largo del año.
  - Influencia de los parámetros medioambientales.
  - Variaciones interanuales.
  - Variaciones intraespecíficas.
- 2- Evolución de la composición bioquímica de distintos órganos en relación con el ciclo gametogénico.
- 3- Estimación de la tasa de crecimiento de la navaja (*E. arcuatus*), a lo largo del ciclo de cultivo: con individuos obtenidos por técnicas de criadero y con semilla reclutada en el medio natural.
- 4- Análisis genético de las distintas poblaciones de solénidos comercializados en Galicia.

##### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consellería de Pesca, Marisqueo y Acuicultura.

Centro: Centro de Investigacions Mariñas (CIMA)

##### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Alejandro.

Apellidos: Guerra Díaz.

## UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Se recogen muestras de las especies a estudiar en cuatro zonas de fuerte tradición y producción de este recurso, Ría de Vigo (Islas Cíes), Ría de Arousa (Banco de As Means), Ría de Pontevedra (Ensenada de Aldán) y Ría de Corcubión (Playa de Sardiñeiro - Finisterre). Todas las muestras son analizadas en el Centro de Investigaciones Mariñas de Vilanova de Arousa, en colaboración con los Departamento. de Bioquímica (Universidad de Vigo) y el de Biología Celular y Molecular de la Universidad de A Coruña.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

#### *Identificación de la especie de navaja de la Ría de Vigo*

Se analizan un total de 276 especímenes pertenecientes a ejemplares de navaja procedentes de las Islas Cíes.

De cada individuo se selecciona una de las valvas y se mide la longitud (L), el ancho (A), el ancho en la zona media (Am), la curvatura dorsal (Cd) y la curvatura ventral (Cv). A partir del análisis biométrico de los parámetros citados y del análisis morfológico llevado a cabo con el acceso a la colección de moluscos del departamento de Zoología de Historia Natural de Londres, donde se encuentran valvas de *E. ensis* y *E. arcuatus*, se pudo profundizar en las diferencias externas de ambas especies y que son utilizadas por diversos autores en las claves de identificación.

#### *Estudio de crecimiento de la navaja*

Se capturan individuos adultos del banco natural de las Islas Cíes en época de madurez sexual y se trasladan, en neveras isoterma, al CIMA de Ribadeo, que posee las instalaciones adecuadas para la producción de semilla.

Los reproductores se mantienen en tanques de acondicionamiento con arena y agua a  $20 \pm 1$  °C, para favorecer el enterramiento y simular las condiciones naturales hasta el momento de la inducción a la puesta, que se realiza mediante choques térmicos (hasta 25 °C), añadiendo microalgas para activar el metabolismo de los progenitores durante el proceso y adicionando extractos gonadales para estimular la puesta. Para evitar la polispermia, en la bandeja de inducción, se separan en recipientes individuales las hembras una vez han iniciado la puesta y cuando ésta finaliza (20-30 minutos) se añade líquido (2-3 ml) que contiene espermatozoides preferiblemente de varios machos para el inicio de la fecundación.

La incubación y cultivo de larvas se realiza en tanques troncocónicos y la alimentación con microalgas está compuesta por diversas especies (*Pavlova lutheri*, *Isochrysis galbana*, *Skeletonema costatum* y *Chaetoceros calcitrans*) en igual proporción a una ración de 40 células/ $\mu$ l en los primeros días de cultivo larvario, incrementándose hasta 80 células/ $\mu$ l después de la metamorfosis.

A los 20 días tiene lugar la metamorfosis, con una talla media de 400  $\mu$ m de largo. La fijación se realiza en tamices de 250  $\mu$ m de luz de malla.

Las post-larvas se mantienen en circuito cerrado. Al alcanzar la semilla una talla aproximada de 1 cm se pasa a tanques en circuito semiabierto, con una capa de 30 cm de arena de textura fina y media con bajo contenido en materia orgánica. La semilla permanece en los tanques hasta alcanzar la talla adecuada para su traslado y control en medio natural.

Mensualmente se recoge una muestra de 30 individuos y se realiza un control de parámetros biométricos: longitud, ancho y peso total.

La semilla mantenida en semillero se traslada a la zona intermareal de la playa de Corón (Ría de Arousa), tras alcanzar una talla adecuada para su manejo y control en jaulas enterradas en el sustrato. Los individuos se siembran en densidad de 120 unidades/m<sup>2</sup>; se hacen agujeros en la arena y se coloca las navajas en ellos facilitando su enterramiento en el sustrato.

Se disponen dos jaulas en total con juveniles de 1 año de edad y se realizan controles periódicos (cada tres meses una jaula) de longitud, ancho y peso total. Con esta experiencia se determina la talla al año de vida.

Juveniles de navaja (*E. arcuatus*), procedentes del medio natural, se trasladan y se mantienen en jaulas enterradas en la arena en la zona intermareal de la playa de Corón (Ría de Arousa). Se estudia el crecimiento a partir del primer año estimado de vida. El 16 de abril de 1999, se recoge, del banco natural, una muestra de 250 individuos de tallas comprendidas entre 50 y 70 mm que se distribuyen en grupos homogéneos.

Se dispone en total de 5 jaulas con una densidad inicial de 200 unidades/m<sup>2</sup>. Se controla mensualmente una de las jaulas. Cada tres meses se muestrean las tres jaulas para analizar la tasa de crecimiento de cada grupo.

#### *Estudio reproductivo*

Periódicamente se muestrean los bancos naturales de navaja en la Ría de Vigo (Islas Cíes), la Ría de Pontevedra (Ensenada de Aldán) y Ría de Arousa (banco de As Meáns). También de forma periódica se muestrean bancos naturales de longueirón en la Ría de Corcubión (playa de Sardiñeiro – Finisterre).

Los ejemplares son recogidos periódicamente por miembros de la “agrupación de buceadores” mediante la técnica de “buceo con apnea”. El traslado al laboratorio se produce en condiciones isotermas. En la mañana siguiente se procesan los especímenes de las muestras para los análisis correspondientes.

Los ejemplares se miden para obtener datos de longitud, peso total y peso seco de las valvas (3 horas a 60 °C en estufa). Se diseccionan cuidadosamente distintos tejidos: gónada, glándula digestiva, músculo abductor anterior y pie. Se pesan separadamente, obteniendo así el peso fresco de cada tejido y el índice de condición.

En el caso de la navaja de la ría de Vigo y el longueirón de Finisterre se realizan cortes histológicos de la gónada teñidos con hematoxilina-esosina para estudiar el ciclo gametogénico a nivel microscópico.

### *Estudio bioquímico*

Partiendo de los mismos individuos de navaja, del banco natural de la Ría de Vigo (Islas Cíes), utilizados para el estudio histológico, se determina el contenido en proteínas totales, lípidos totales, triglicéridos, glucógeno y glucosa libre en distintos tejidos.

Durante el procesado de los individuos en el laboratorio se diseccionan y pesan por separado las gónadas, glándula digestiva, músculo abductor anterior y pie, elaborándose los índices de condición de cada uno de estos tejidos.

Los análisis bioquímicos se realizan después de conocer el sexo y el estadio reproductivo de cada individuo mediante el estudio de las preparaciones histológicas.

En cada muestreo, se agrupan los tejidos de los individuos del mismo sexo y en el mismo estado de madurez para proceder a la elaboración de los grupos de trabajo.

### **Resultados:**

#### *Identificación de la especie de navaja de la Ría de Vigo*

Los resultados obtenidos, y su comparación con trabajos de otros autores, aportan información determinante para la identificación de la especie objeto de estudio:

- En la especie de navaja estudiada, se registran tallas de hasta 15 cm de longitud, coincidiendo con los valores referidos por diversos autores para *E. arcuatus*.
- La curvatura dorsal de la especie que se pretende identificar coincide con los resultados de Holme (1951, el cual hizo una medida de la curvatura dorsal) para *E. arcuatus*, distinguiéndose claramente de los de *E. ensis*, que presenta una curvatura mayor.
- Las relaciones L-A y L-Am son isométricas, lo que significa que el incremento de longitud es proporcional al incremento de la anchura, es decir, no existe un adelgazamiento de los ejemplares con el incremento de la talla. Según esto, la relación entre la longitud y el ancho se pueden considerar como una característica más que contribuye a la diferenciación entre especies del género *Ensis*.

Las relaciones de longitud, ancho y ancho medio de los ejemplares muestreados es la siguiente:

Cociente	n	Media	Desviación típica (SD)	Mínimo	Máximo
L/A	276	8,01	0,46	6,49	9,40
L/Am	276	7,07	0,35	6,06	8,36

- Otro de los parámetros utilizados para distinguir las especies del género *Ensis* es el cociente entre la longitud y el ancho medido en la zona media. Los resultados del cociente L/Am se sitúan en el rango más próximo al expuesto para *E. arcuatus*.
- El análisis morfológico de valvas de *E. ensis* y *E. arcuatus* y su comparación con la navaja objeto de estudio completan la fase de identificación, permitiendo indicar la coincidencia con características de la especie *E. arcuatus*. Las diferencias fundamentales radican en la redondez del borde anterior, el marcado afilamiento del borde posterior y el mayor nivel de curvatura observadas en *E. ensis*.

#### Estudio de crecimiento de la navaja

A finales de abril de 1999, a partir de los reproductores de *E. arcuatus* trasladados al criadero días antes, tiene lugar la puesta. La metamorfosis larvaria ocurre a los 19-20 días.

En la siguiente tabla se muestran las fases de crecimiento de *E. arcuatus* hasta alcanzar la talla comercial:

Fase	Características	Edad	Talla
Criadero	Larva natátil	6 días	200 $\mu$ m
Criadero	Post-larva	20 días	400 $\mu$ m
Semillero	Semilla	1 mes	10 mm
Semillero	Semilla	3 meses	30 mm
C. Exterior	Adultos	1 año	60-70 mm
C. Exterior	Talla comercial	2 años	100 mm

El crecimiento en peso, presenta un modelo exponencial,  $\ln Y = 2,66 + (-400,39/t)$  con una mayor dispersión en los datos conforme avanzan los meses. A principios de mayo de 2000, al año de edad, alcanzan un peso medio de  $5,3 \pm 1,0$  g y al año y medio  $6,0 \pm 0,8$  g.

Los juveniles trasladados en primavera, a las jaulas enterradas en intermareal, tienen una talla media de  $65,0 \pm 7,7$  mm y un peso medio de  $3,5 \pm 1,2$  g (abril de 1999).

Durante primavera y verano tiene lugar un crecimiento significativo, alcanzando en septiembre de 1999 una longitud media de  $85,3 \pm 7,1$  mm y un peso de  $9,5 \pm 2,1$  g. A principios de abril de 2000 (un año después del traslado) la longitud media es de  $94,3 \pm 6,3$  mm y el peso  $13,2 \pm 2,1$  g.

#### Estudio reproductivo

El ciclo reproductivo de la navaja (*E. arcuatus*) en los bancos de Cíes (Ría de Vigo), Aldán (Ría de Pontevedra) y Meáns (Ría de Arousa), y del longueirón (*Ensis siliqua*) en Finisterre, es un ciclo anual, compuesto por una fase de reposo, seguida de una intensa y rápida gametogénesis, para dar lugar a la época de puestas.



Comparativamente, el ciclo reproductivo de la navaja del banco natural de Cíes presenta la fase de reposo durante los meses de verano, y hay una sucesión de puestas y restauraciones en invierno y primavera; la navaja de Aldán parece seguir un comportamiento similar, aunque no se poseen datos suficientes para corroborarlo, y la navaja de Meáns parece presentar un periodo de reposo algo más extenso con puestas entre marzo y junio.

Por otro lado, el longueirón en Finisterre se encuentra en reposo sexual durante el verano y el otoño, realizando una única puesta a finales de primavera.

La ausencia de células de reserva en el tejido de la gónada y la gran cantidad de hemotocitos observados en los cortes histológicos realizados, a diferencia de lo que ocurre en la mayoría de los bivalvos, sugiere la directa participación de estas células móviles en el transporte de nutrientes a la gónada desde otros tejidos, para sostener el desarrollo gonadal en ambas especies de solénidos.

#### *Estudio bioquímico de la navaja en la Ría de Vigo*

La integración de los resultados de la evolución del ciclo gametogénico de *E. arcuatus* permite un conocimiento más profundo de la estrategia reproductiva de la especie.

Durante la época de reposo sexual (verano - otoño) tiene lugar un almacén de reservas, debido al incremento de la abundancia de alimento en el medio consecuencia de la sucesión de blooms fitoplanctónicos, en forma de lípidos (principalmente triglicéridos) en la glándula digestiva y de glucógeno en los tejidos musculares, con el consiguiente ascenso en el índice de condición de estos órganos.

Al término de la época de blooms fitoplanctónicos se inicia una intensa actividad gametogénica en la gónada por la división de gonias y espermatoцитos, con el progresivo aumento del volumen de los folículos y el incremento en el número de gametos maduros. La escasez de alimento en el medio, en estos momentos, supone que, tanto el desarrollo de la gónada como el mantenimiento del metabolismo basal, se hace en base a la utilización de las reservas acumuladas en meses anteriores, lo que explica el descenso de los niveles de lípidos en la glándula digestiva y de glucógeno en el músculo aductor anterior y pie.

El comienzo del desarrollo gonadal en el mes de noviembre coincide con el fin de los fenómenos de afloramientos, la mezcla vertical de la columna de agua, el descenso de la temperatura media y el descenso de la abundancia de alimento. Por el contrario, el comienzo de la época de sucesión de afloramientos induce al final del ciclo gametogénico y a la paralización de la actividad gonadal para dar comienzo a la activa acumulación de reservas en los tejidos somáticos.

Por último, los requerimientos energéticos para el mantenimiento del metabolismo basal, corren a cargo fundamentalmente de las reservas de glucógeno y de forma secundaria de las reservas de lípidos.

#### **Conclusiones:**

##### *Identificación de la especie de navaja de la Ría de Vigo*

El estudio comparativo realizado, tanto a nivel biométrico como morfológico, permite identificar como *E. arcuatus* a la especie de solénido objeto de estudio.

### *Estudio de crecimiento de la navaja*

La talla de los individuos reclutados del medio natural al inicio de la experiencia, en abril de 1999, corresponde a especímenes con un año de vida ( $65,0 \pm 7,7$  mm), según los resultados obtenidos en el seguimiento de semilla obtenida en criadero. Teniendo en cuenta esta consideración, y en función de la talla alcanzada un año después del traslado, se puede concluir que la talla media alcanzada a los dos años de vida se sitúa en torno a  $94,3 \pm 6,3$  mm. Así pues, los resultados obtenidos en las condiciones descritas, indican que la talla media de *E. arcuatus* a los dos años se localiza entre 90 y 100 mm de longitud.

### *Estudio reproductivo*

El ciclo reproductivo tanto de la navaja como del longueirón es un ciclo anual.  
*Estudio bioquímico de la navaja de la Ría de Vigo*

*E. arcuatus* acumula reservas en los meses previos a la gametogénesis, cuando el alimento es abundante en el medio, y los moviliza posteriormente, a medida que tiene lugar el desarrollo gonadal. Por lo que, se puede decir que esta especie sigue una estrategia “conservadora”, en relación a la reproducción, al igual que otras especies de bivalvos como puede ser *Ruditapes decussatus* y difiere de otras oportunistas como *O. edulis*.

### **COMENTARIOS FINALES.**

A partir de semilla obtenida en criadero, con progenitores del banco natural de las Islas Cíes, de la especie de navaja que se identifica como *Ensis arcuatus*, se estudió el crecimiento de esta especie concluyendo, que alcanzan la talla comercial (100 mm) a partir de los dos años de cultivo.

El ciclo reproductivo de la navaja es anual, con fase de reposo durante los meses de verano – otoño, puestas sucesivas y restauración en invierno y primavera. El ciclo reproductivo del longueirón también es anual pero con una fase de reposo más amplia durante el verano y el otoño, al que sigue una intensa gametogénesis en invierno que da lugar a una única puesta a finales de primavera.

La puesta a punto de las técnicas de puesta inducida en criadero, desarrolladas a lo largo del proyecto, para la obtención de semilla de navaja y longueirón, abre la posibilidad de producir semilla, con destino a siembras y repoblaciones en el medio natural.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

- Se publica el artículo “Somatic condition indexes of the razor clams (*Ensis ensis*): Relation with amount of phytoplankton” en la revista Aqua 2000.
- Publicación en la monografía N°4, Convergencia entre Investigación y Empresa: Un reto para el Siglo XXI del Instituto Canario de Ciencias Marinas “Estudio del ciclo reproductivo de la navaja (*Ensis ensis*) en las Islas Cíes”.
- Publicación del Acta Parasitológica Portuguesa en la Revista da Sociedade Portuguesa de Parasitología con el nombre “Descripción de los principales problemas patológicos en navaja (*Ensis arcuatus*) y longueirón (*Ensis ensis*) de Galicia”.

- Publicación del Acta Parasitológica Portuguesa en la Revista da Sociedade Portuguesa de Parasitología con el nombre “Presencia de nematopsis y tremátodos en gónada de dos especies de Solenácea: *Ensis arcuatus* *Ensis siliqua*”.
- Comunicación presentada al X Simposio Ibérico de Estudos de Bentos Marinho. Algarve (Portugal) con el nombre “Análisis de artes y técnicas extractivas de solénidos en Galicia”.
- Comunicación presentada al Congreso Aquaculture and Water. Fish culture, shellfish culture and water usage celebrado en Burdeos (Francia) con el nombre “Analysis of the extractive techniques for commercial razor clams (*Ensis ensis* and *Ensis siliqua*) in the Rias Baixas of Galicia”
- Comunicación presentada al VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en mayo de 1999 en Las Palmas de Gran Canaria con el nombre “Estudio del ciclo reproductivo de la navaja (*Ensis ensis*) en las Islas Cíes”.
- Comunicación presentada al Congreso Aqua 2000 celebrado en Niza (Francia) con el nombre “Somatic condition indexes of the razor clams (*Ensis ensis*)”.
- Comunicación presentada al XI Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marinos celebrado en el año 2000 en Málaga con el nombre “Índice de condición gonadal de la navaja (*Ensis ensis*): Relación con el índice de condición somático y abundancia de fitoplancton”.
- Comunicación presentada al Congreso Workshop on new species for aquaculture celebrado en el año 2000 en Faro (Portugal) con el nombre “Commercial razor clams in Galicia: The new candidates for the shellfish-culture”.
- Comunicación presentada al V Congreso de Ciencias del Mar celebrado en el año 2000 en La Habana (Cuba) con el nombre “Estudio del crecimiento de la navaja (*Ensis arcuatus*) en Galicia”.
- Comunicación presentada al VIII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en el año 2001 en Santander con el nombre “Características biométricas de dos especies comerciales de solénidos: navaja (*Ensis arcuatus*) y longueirón (*Ensis siliqua*)”.
- Se han publicado tres trabajos en las publicaciones especiales de la European Aquaculture Society (EAS), nº: 26; 28; 32.
- Comunicaciones presentadas al VII Congreso Ibérico de Parasitología celebrado en Porto (Portugal) en el año 2001:
  - “Presencia de nematopsis y trematodos en gónada de dos especies de Solenacea: *Ensis arcuatus* y *Ensis siliqua*”.
  - “Descripción de los principales problemas patológicos en navaja (*Ensis arcuatus*) y longueirón (*Ensis siliqua*) en Galicia”.

## CAPÍTULO XI: C.A. MURCIA

### 1. PROYECTO: INFLUENCIA DE LA REPRODUCCIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA DORADA (*Sparus aurata*) EN ENGORDE INTENSIVO.

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1995  
Finalización del plan: 1995

#### OBJETIVOS:

El objetivo fundamental de este proyecto ha sido estudiar cómo se afecta el crecimiento, así como algunos parámetros somatométricos y la composición corporal de la dorada, que nos sirven como índices de la calidad del producto, durante la estación de maduración sexual.

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.  
Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.  
Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Benjamín.  
Apellidos: García García.

#### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El estudio se realiza en las instalaciones de acuicultura del Centro de Recursos Marinos de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia.

#### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

##### Metodología:

Se dispone de seis tanques de 1 x 7 x 1 m, con una capacidad máxima de 4.500 l. Los tanques se encuentran dentro de un recinto que está cubierto por un sombraje de rafia del 80% de luminosidad, sostenido por una estructura de hierro galvanizado. El fotoperiodo en todo momento es natural.

El agua se bombea desde el mar y es conducida a los tanques por tuberías de PVC. A los tanques se les suministra también oxígeno mediante burbujeo de aire con un electrosoplante. El caudal de agua a través de los tanques se regula de tal manera que la concentración de oxígeno a la salida sea superior al 50-70% de saturación y el nivel medio de los mismos no descienda del 80%.

La temperatura del agua varía entre 11°C en invierno y 30°C en verano. La salinidad se mantiene prácticamente constante con un valor de 37 g/l.

Los ejemplares de dorada proceden de un criadero perteneciente a una conocida empresa española.

La dieta consiste en pienso seco en gránulo, con un 12% de humedad, un 48% de proteínas, un 12% de grasas, un 12% de cenizas, un 2,5% de celulosa, un 1% de almidón, un 0,4% de azúcares, un 0,6% de sodio, un 2,5% de calcio y un 1,7% de fósforo. Los peces son alimentados a saciedad, suministrándose el alimento en 5 tomas.

#### *Determinación del crecimiento.*

Todos los lotes son muestreados periódicamente cada 15/30 días. Los ejemplares a muestrear se sacan de los tanques con un salabre de malla muy tupida y se introducen en un tanque de 50 litros con anestésico, a fin de facilitar la manipulación y evitar traumatismos externos.

Una vez que de cada individuo se toma el peso húmedo y la longitud total, se devuelven al tanque.

Los índices calculados son los siguientes:

- Tasa absoluta de crecimiento instantáneo o peso ganado diariamente.
- Tasa relativa de crecimiento instantáneo.
- Ingesta relativa.
- Índice de condición.

#### *Determinación de la época de reproducción.*

En junio se comienza a estudiar la variación del índice gonadosomático en dos lotes de dorada (LPT y LGT) que tienen distinto peso pese a proceder de una misma época de puesta. Cada 30/60 días se sacrifican 10 individuos de cada lote. En marzo de 1994, cuando los peces entran en estado de reposo sexual, se interrumpen los muestreos, reanudándose en septiembre de ese mismo año hasta abril 1995.

De cada individuo de la muestra se miden:

- Peso corporal húmedo.
- Longitud total.
- Peso de la grasa mesentérica.
- Peso de la gónada.

Se calcularon los siguientes índices:

- Índice de condición.
- Índice gonadosomático.
- Porcentaje de grasa mesentérica.

De cada individuo se determina el sexo mediante el análisis visual de las gónadas.

Desde abril y hasta diciembre de 1995 se utiliza la metodología anterior sobre dos lotes experimentales, A y B, de igual peso pero a distinta carga. En octubre de 1995, se eliminan ejemplares del lote B para aumentar la diferencia de carga entre los dos lotes.

En éstos dos lotes se determina además la composición corporal, a partir de 10 individuos que se muestrean de cada uno de los lotes. De cada individuo se realizan los siguientes análisis:

- Proteína.
- Grasa.
- Humedad.
- Minerales totales.

#### **Resultados:**

##### *Índice gonadosomático:*

En los dos primeros ciclos reproductivos de los dos lotes de doradas con diferentes pesos, el índice gonadosomático, IGS, se incrementa notablemente a partir de octubre para alcanzar un máximo entre noviembre y diciembre, por tanto, es durante éste periodo donde se produce fundamentalmente el desarrollo gonadal. Después, el IGS desciende para, entre febrero y marzo, alcanzar los valores mínimos, de tal manera que en este momento la gónada vuelve al estado de reposo.

El porcentaje de grasa mesentérica, PGM, considerado como material de reserva, desciende bruscamente a partir de octubre, coincidiendo con el incremento del IGS, alcanzando los mínimos valores entre diciembre y enero, para luego incrementar.

El crecimiento de peso tiende a detenerse durante la primera época de reproducción y durante el segundo período se producen incluso pérdidas de peso, lo cual está relacionado con la magnitud del IGS.

El peso y el índice de condición evolucionan de forma similar al IGS.

Durante la primera época de reproducción, el peso de los dos lotes varía entre 200 y 400 g, madurando todos los individuos como machos. Durante la segunda mitad, el peso varía entre 500 y 700 g, madurando una fracción como machos y otra como hembras. Durante la temporada anterior a la primera época de reproducción, cuando los peces tenían pesos comprendidos entre 50-100 g, no se produce diferenciación de las gónadas.

*Porcentaje de sexos en las distintas fechas de muestreos:*

A mediados de septiembre, si bien las gónadas son muy reducidas, la diferenciación de sexos es ya patente, aunque todavía hay un porcentaje que no ha comenzado a madurar. En octubre ya todos los ejemplares muestran sus gónadas bien diferenciadas y, es a partir de enero cuando progresivamente aumenta el porcentaje de indiferenciados, que alcanzan el 100% entre febrero y marzo, fecha en la que se produce la puesta y se reabsorben las gónadas.

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de sexos en función de la edad:

CLASE EDAD	RANGO PESO (g)	SEXO	
		MACHOS (%)	HEMBRAS (%)
0+	50-100	0	0
1+	200-400	100	0
2+	500-700	65	35
3+	1000-1300	30	70

Los individuos de la clase 0+ están próximos a cumplir el año desde que se produjo la freza la temporada anterior y no hay desarrollo de las gónadas, se trata pues, de individuos inmaduros.

Los de la clase 1+ son machos funcionales, mientras que en la clase 2+ se produce la inversión sexual, y en la última clase, el mayor porcentaje de individuos madura como hembras.

*Composición corporal.*

En el lote A la carga varía a lo largo de todo el estudio desde 9 a 29 Kg/m<sup>3</sup>; y en el lote B de 5 a 16 Kg/m<sup>3</sup> hasta el mes de octubre, cuando se eliminan individuos para acentuar más la carga de los dos lotes; a partir de aquí, la carga se mantiene en torno a los 4 Kg/m<sup>3</sup>.

El IGS aumenta de forma destacable a partir de octubre, alcanzando el valor máximo en diciembre. No se observan diferencias significativas entre los valores medios de ambos lotes en cada fecha de muestreo, salvo en diciembre en el que el IGS en el lote A es significativamente superior que en el lote B.

El PMG evoluciona de forma inversa, disminuye a partir de septiembre según aumenta el IGS. Los valores medios del PGM no son significativamente diferentes entre los dos lotes. En ambos lotes el 100% de los individuos madura como machos.

En cuanto a la composición corporal total en macronutrientes, se observan diferencias de composición a lo largo del tiempo. El contenido en proteínas en todo el cuerpo tiende a aumentar según se alcanza la época de reproducción. Así, los valores medios, en los dos lotes, entre junio y agosto, no son significativamente diferentes, pero sí lo son respecto de las muestras obtenidas en septiembre, octubre y diciembre. En este último mes se alcanza el valor máximo, coincidiendo con el máximo de IGS.

El máximo contenido de grasa se alcanza en septiembre, existiendo diferencias significativas entre los valores medios obtenidos en abril y los correspondientes a agosto, septiembre y octubre, aunque no entre las restantes.

El crecimiento se detiene durante los meses de máxima actividad reproductiva (octubre a diciembre), incluso pudiéndose producir pérdidas de peso. El índice de condición K aumenta a lo largo del tiempo para alcanzar un valor máximo entre octubre y noviembre, coincidiendo con el pico de IGS.

#### *Crecimiento.*

Para analizar el crecimiento durante la época de reproducción se han utilizado los datos registrados entre octubre y diciembre, época en la que el IGS alcanza valores máximos.

Se registraron 18 observaciones, en las que el peso corporal medio varía de 285,8 a 1.181 g, la temperatura varía de 14 a 19 °C, la carga media varía de 2,5 a 29 Kg/m<sup>3</sup> y la ingesta relativa de 0,22 al 1,44% del peso fresco.

Las variables que más influencia tienen sobre el crecimiento, son el peso y la temperatura.

El peso ganado diariamente aumenta con la temperatura, aunque tomando valores negativos para 15 °C a partir de los 350 g de peso, y sobre los 450 g para temperaturas de 17 °C. Esto implica que durante la época de reproducción hay una tendencia a perder peso que aumenta directamente con el peso, e inversamente con la temperatura.

#### **Conclusiones:**

La época de reproducción de la dorada comienza en septiembre y se extiende hasta febrero, aunque el desarrollo gonadal se produce fundamentalmente entre octubre y diciembre, época donde se alcanzan los máximos crecimientos de IGS. En febrero se obtienen los mínimos valores y a partir de aquí y hasta el próximo septiembre la gónada permanece en estado de reposo sexual.

El aumento de ejemplares que maduran como hembras se traduce en un aumento de los valores de IGS. El peso de la gónada respecto del peso total corporal se encuentra relacionado con el sexo, pero también con el peso del individuo. Por lo tanto, durante la época de reproducción, incrementos de peso hacen aumentar la actividad reproductiva, disminuyendo la utilización de la energía para el crecimiento.

El porcentaje de grasa mesentérica considerada como material de reserva, alcanza valores máximos durante el verano y desciende según se desarrollan las gónadas; Por lo tanto el desarrollo de las gónadas implica un coste energético que implica la movilización de materiales de reserva, incluida la grasa metacéntrica.

Desde abril y hasta que comienza la época de reproducción, el contenido de grasa en todo el cuerpo aumenta con el tiempo, gracias al aumento de la temperatura del agua, de la ingesta y del incremento del peso corporal. Es esta época existe una mayor entrada de energía, pero también un mayor coste energético del metabolismo y del crecimiento.

El contenido en grasa en todo el cuerpo influye de forma muy importante en el sabor del pescado, estableciéndose una relación positiva entre el contenido de grasa y el sabor de la dorada. Por lo tanto, la reproducción incide de forma negativa sobre el sabor y la calidad de la dorada, ya que los valores del contenido de grasa disminuyen haciéndose mínimos durante esta fase fisiológica.



### COMENTARIOS FINALES.

La época de reproducción tiene una influencia muy marcada sobre el peso hasta el punto de tomar un valor negativo y, consiguientemente, al incrementar el peso corporal aumenta la tendencia a perder peso debido al coste metabólico de la reproducción.

En la dorada, el esfuerzo energético y plástico que supone el desarrollo de las gónadas se realiza a expensas del tejido adiposo, por ello a medida que aumenta el IGS, disminuye tanto la tasa mesentérica como la corporal. Durante el reposo sexual el organismo se prepara para el nuevo periodo acumulando grasa en ambos lugares.

Por lo tanto, la época de reproducción influye de forma negativa sobre el sabor y la calidad del producto.

### DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Póster presentado en el VI Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Julio de 1997 en Cartagena con el nombre "Variaciones en la composición corporal y de la somatometría de la dorada (*Sparus aurata* L.) por efecto de la fase reproductiva y de la carga"

Póster presentado en el VI Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Julio de 1997 en Cartagena con el nombre "Influencia de la alimentación, peso corporal y temperatura sobre el consumo de oxígeno en dorada (*Sparus aurata* L.) durante la época de reproducción.

## **2. PROYECTO: ESTUDIOS SOBRE EL CULTIVO INTEGRAL DEL SARGO PICUDO (*Puntazzo puntazzo*) EN EL LITORAL DE LA REGIÓN DE MURCIA, DURANTE 1997. 1<sup>er</sup> AÑO.**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1997

### **OBJETIVOS:**

Determinar cuantitativamente los factores que influyen sobre el consumo de oxígeno, crecimiento y tasa de alimentación y desarrollar modelos que expliquen dichas influencias y puedan ser utilizados como una herramienta útil en el cultivo.

Determinar rangos de "normalidad" de distintos parámetros, analizando comparativamente los cambios en diversas relaciones biométricas, composición en macronutrientes de todo el cuerpo y órganos, así como parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos, en animales cultivados y procedentes de poblaciones naturales.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.

Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.

Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Benjamín.

Apellidos: García García.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El presente estudio se desarrolla en las instalaciones experimentales de acuicultura del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.

El estudio de macronutrientes se realizó en el Departamento de Fisiología y Farmacología de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología general:**

Se utilizan 4 tanques de sección rectangular tipo "raceway" fabricados en poliéster y de dimensiones 1x5,5x1 m, manteniendo un volumen de agua de entre 3.500 y 4.500 l con circulación continua de agua de mar. El oxígeno en todo momento no es inferior al 80%. El fotoperiodo es natural y la salinidad se mantiene constante con un valor de 37 g/l.

Dichos tanques se encuentran dentro de una nave metálica que los protege de la intemperie y de la exposición directa de la luz solar.

Los juveniles de sargo picudo son capturados en la laguna litoral el Mar Menor durante los meses de mayo y junio:

- A lo largo de mayo se capturan 833 ejemplares en 12 días de pesca. Una vez en el Centro de Alevines se les da un baño de antibiótico durante 45 minutos/día a lo largo de 3 días. La mortalidad es alta, 31%, pero se interrumpe a las 2 semanas de estar los ejemplares estabulados en los tanques. Desde el primer momento que los peces están estabulados en los tanques, se les suministra pienso de gránulo (composición de 48% de proteínas, 12% de grasas, 17% de hidratos de carbono, 11% de cenizas, 2% de fibra y un 10% de humedad) a saciedad (5 tomas diarias). En un principio rechazan el pienso, pero posteriormente, entre los 7 y 15 días se adaptan a él, dirigiéndose activamente a capturar los gránulos. Una vez interrumpida la mortalidad y adaptados los peces al pienso, se preparan los lotes experimentales. En este momento el peso de los alevines oscila entre 3,5 y 23,6 g.
- Los días 15 y 17 de julio se capturan 164 ejemplares siguiendo el procedimiento anterior, con la diferencia de que en este caso la mortalidad es de un 24% y el peso oscilaba entre los 45 y los 121 g.

El 26 de mayo se prepara un primer lote compuesto por 455 ejemplares (S1) y el 6 de junio se clasifica y reagrupa con otros ejemplares que ya se han adaptado a las condiciones experimentales, formando 3 lotes que se corresponden cada uno de ellos a ejemplares grandes (S1G), medianos (S1M) y pequeños (S1P). Posteriormente, cuando se observa una dispersión importante del peso individual, los lotes son reagrupados en nuevos lotes homogéneos, distribuyéndolos también en grandes (S3G), medianos (S3M) y pequeños (S3P). El lote de ejemplares que se captura en julio se reagrupa con éstos.

#### **Metodología: Determinación del crecimiento, la ingesta y el aprovechamiento de la dieta.**

Todos los lotes se muestrean periódicamente, por lo general entre 15 y 20 días cuando las temperaturas son altas y entre 20 y 30 días cuando son bajas.

De cada individuo se toma el peso húmedo y la longitud total, y de algunos ejemplares la anchura máxima.

Entre dos muestras se calculan los siguientes índices:

- Tasa absoluta de crecimiento instantáneo o peso ganado diariamente ( $P_g$ ).
- Tasa relativa de crecimiento instantáneo en peso ( $G_p$ ).
- Tasa relativa de crecimiento instantáneo en talla ( $G_t$ ).
- Índice de condición (K).
- Ingesta absoluta o alimento ingerido por individuo y día (A).
- Ingesta relativa o tanto por ciento de alimento ingerido en función de la biomasa (I).

- Índice de eficacia alimentaria (IEA).
- Índice de Conversión (IC).

Se quieren aplicar modelos lineales a las tasas de crecimiento e ingesta, para ello, se tratan por separado los datos, según se hayan obtenido durante la época de reproducción o fuera de ella.

### Resultados: Determinación del crecimiento, la ingesta y el aprovechamiento de la dieta.

En la siguiente tabla se muestran los pesos y longitudes iniciales y finales, los índices de crecimiento y tasas de alimentación de los distintos lotes de sargo picudo.

Lote	Periodo	P <sub>inic.</sub>	P <sub>fin.</sub>	L <sub>inic.</sub>	L <sub>fin.</sub>
S1	26/5-6/6	11,21±0,88	16,14±0,94	8,79±0,24	9,61±0,18
S1P	6/6-13-10	5,57±0,56	97,28±8,87	7,58±0,20	16,95±0,49
S1M	6/6+13/10	14,44±0,48	137,71±12,63	9,36±0,10	18,90±0,57
S1G	6/6+13/10	25,28±1,36	175,57±10,82	11,17±0,20	20,57±0,43
S2	31/7-13-10	76,64±4,48	159,88±12,24	16,36±0,31	20,40±0,54
S3P	13/10-15/1	101,95±5,02	140,64±7,95	17,23±0,31	19,09±0,29
Lote	Periodo	P <sub>inic.</sub>	P <sub>fin.</sub>	L <sub>inic.</sub>	L <sub>fin.</sub>
S3M	13/10-15/1	148,90±2,95	200,82±9,96	19,59±0,23	21,53±0,28
S3G	13/10-15/1	196,69±5,97	240,03±16,56	21,24±0,25	22,75±0,45

El peso corporal alcanzado al final del periodo experimental y tras unos 7 meses, oscila entre 140,64±7,95 g en el lote de ejemplares pequeños (S3P) y 240,03±16,56 en los animales grandes, pudiéndose considerar como valor promedio de todos los peces en experimentación 200,82±9,96 g que es alcanzado por el lote de peces medianos (S3M). Este crecimiento observado es superior al descrito para esta especie en el área del Mediterráneo aunque en condiciones más desfavorables.

Lote	Periodo	P <sub>g</sub>	G <sub>p</sub>	G <sub>t</sub>	A	I	IEA	IC
S1	26/5-6/6	0,45	3,31	0,81	0,44	3,23	1,01	0,99
S1P	6/6-13-10	0,70	1,98	0,62	1,06	2,57	0,66	1,52
S1M	6/6+13/10	0,96	1,75	0,54	1,77	2,52	0,54	1,86
S1G	6/6+13/10	1,17	1,50	0,47	2,17	2,61	0,54	1,86
S2	31/7-13-10	1,12	0,99	0,30	2,33	2,01	0,48	2,07
S3P	13/10-15/1	0,41	0,34	0,11	0,75	0,62	0,55	1,81
S3M	13/10-15/1	0,55	0,32	0,10	0,99	0,57	0,56	1,79
S3G	13/10-15/1	0,46	0,21	0,07	1,16	0,53	0,40	2,52

El aprovechamiento de la dieta muestra valores muy satisfactorios. El IC, por lo general, tiene valores inferiores a 2 e incluso a 1. Éstos IC son más bajos que los obtenidos para la dorada, utilizando un pienso de composición parecida y una metodología similar.

En las condiciones del proyecto, los factores que mayor influencia tienen sobre las tasas de crecimiento e ingesta son el peso corporal, la temperatura y la época de reproducción. Con estas 3 variables se han desarrollado los modelos preliminares de crecimiento e ingesta, en función del peso corporal y la temperatura, y distinguiendo si los datos se obtienen en la época de reproducción o fuera de ella.

En la siguiente tabla se muestra el número de observaciones obtenidas de crecimiento y alimentación:

	n	P <sub>m</sub> (g)	T (°C)	C (Kg/m <sup>3</sup> )
<b>Fuera de época reproducción</b>	26	10,76-230,36	14,02-27,42	0,54-11,74
<b>Época de reproducción</b>	12	92,94-225,61	15,68-24,96	2,81-11,79

Fuera de la época de reproducción se han utilizado dos modelos (A y B), en los que se asume que el coeficiente del peso es independiente de la temperatura, lo cual se ha demostrado en la dorada. El primer modelo, A, interpreta que existe una temperatura máxima a partir de la cual la variable dependiente comienza a disminuir a incrementos de T, mientras que el segundo modelo, B, no.

Durante la época de reproducción, al ser las temperaturas moderadas y el rango más estrecho, únicamente se utiliza el modelo B.

En cuanto al efecto de la temperatura en el modelo A, se interpreta que en el rango considerado (12 – 28 °C) existe una temperatura donde la variable dependiente (crecimiento e ingesta) alcanza un valor máximo y a partir del cual, comienza a descender el incremento de temperatura. El modelo indudablemente tiene sesgo, por lo que la temperatura máxima real de crecimiento de esta especie puede no coincidir exactamente con la estimada en el modelo.

Durante la época de reproducción únicamente se ha utilizado el modelo B, porque el rango de temperaturas es más estrecho y es inferior a la temperatura máxima. El coeficiente de peso, es significativamente diferente al obtenido cuando la especie se encuentra en reposo sexual.

Las mayores mortalidades se han registrado durante el mes de agosto cuando la temperatura es superior a los 26 °C. Durante el resto del año, la mortalidad es muy baja. Este pico de mortalidad producido en agosto, se produce en su mayoría tras manipular los peces para muestrearlos y es debida a infecciones por bacterias oportunistas que proliferan en el organismo cuando el sistema inmunológico está disminuido, presumiblemente porque a temperaturas superiores a los 26°C esta especie comienza a estar en una situación de estrés ambiental, siendo entonces muy sensible a las enfermedades.

### **Conclusiones: Determinación del crecimiento, la ingesta y el aprovechamiento de la dieta.**

En cuanto a la evolución del crecimiento se distinguen dos periodos:

- El primero, desde mayo a octubre, donde el crecimiento es alto.
- El segundo, desde octubre a enero, donde el crecimiento disminuye considerablemente debido a dos razones:
  - 1- En octubre – noviembre se produce la maduración sexual, y la energía del alimento se desvía en parte hacía el desarrollo de las gónadas no habiendo crecimiento somático.
  - 2- En octubre la temperatura comienza a descender.

En el segundo periodo (octubre – enero) la ingesta también disminuye, presumiblemente por las mismas razones, pero también, porque el crecimiento del metabolismo disminuye según aumenta el peso corporal.

En el sargo picudo, no se puede analizar si el coeficiente del peso y las tasas de alimentación son independientes de la temperatura, debido a que el número de observaciones obtenidas en 1997 son insuficientes. Este punto se analizará en la segunda parte del estudio, a realizar en 1998.

Se establece para la especie de sargo picudo, como primera aproximación, una temperatura mínima (15 °C) donde el crecimiento es muy bajo y una temperatura máxima (26 °C) donde se alcanzan las mayores tasas de crecimiento.

#### **Metodología: Biometría e índices somáticos.**

Se adquirieron unos 20 ejemplares de la lonja de Lo Pagan.

Para la comparación de ejemplares en cultivo con los del medio natural, desde octubre, y con una periodicidad de 30 días, se sacrifican 6 animales de cada lote.

En cada individuo de cada muestra se toma su peso total (P), longitud total (L), longitud estándar, longitud cefálica, anchura máxima, peso del hígado y peso de la porción comestible. Con estas medidas se calculan los índices siguientes:

- Índice de condición.
- Índice cefálico (icef).
- Índice hepático (Ihep).
- Porcentaje comestible (%com).

#### **Resultados: Biometría e índices somáticos.**

Se utilizan un total de 710 observaciones de peso corporal en gramos (P), longitud total en cm (L), anchura máxima en mm (A) e índice de condición (K) de los ejemplares sometidos a condiciones experimentales de cultivo, a partir de las cuales se establecen las relaciones biométricas A-P, L-P y P-K.

Las dos primeras relaciones se ajustan al modelo  $Y = a \cdot X^b$  y la tercera al modelo  $Y = a + b \cdot \log X$ .

En las siguientes tablas se muestran las biometrías y los índices somáticos, según procedan del medio natural o de cultivo.

Procedencia	Fecha	Lote	Peso	Longitud total	Longitud estándar	Anchura
LONJA	Oct.		182,39±20,91	21,37±0,86	16,47±0,69	2,69±0,13
	Nov.		184,05±21,32	21,57±0,85	17,15±0,61	2,63±0,13
CULTIVO	Oct.	S2	156,17±21,29	18,97±0,75	15,27±0,48	2,61±0,19
	Nov.	S3P	105,00±12,54	17,83±0,72	13,97±0,82	2,27±0,16
		S3M	164,83±19,01	20,15±0,56	15,70±0,50	2,72±0,16
		S3G	205,17±14,70	21,76±0,31	17,00±0,33	2,93±0,14

En los métodos usuales de clasificación industrial de peces, el criterio de separación de los distintos tamaños es la anchura máxima del pez.

Procedencia	Fecha	Lote	Peso	I.céf.	K	% com
LONJA	Oct.		182,39 $\pm$ 20,91	22,35 $\pm$ 0,46	1,30 $\pm$ 0,11	52,57 $\pm$ 1,33
	Nov.		184,05 $\pm$ 21,32	23,13 $\pm$ 0,37	1,54 $\pm$ 0,14	56,79 $\pm$ 3,26
CULTIVO	Oct.	S2	156,17 $\pm$ 21,29	23,61 $\pm$ 0,52	1,92 $\pm$ 0,24	49,30 $\pm$ 2,35
	Nov.	S3P	105,00 $\pm$ 12,54	23,27 $\pm$ 0,53	2,08 $\pm$ 0,79	52,25 $\pm$ 3,79
		S3M	164,83 $\pm$ 19,01	23,10 $\pm$ 0,76	1,92 $\pm$ 0,39	54,24 $\pm$ 3,43
		S3G	205,17 $\pm$ 14,70	22,88 $\pm$ 0,67	1,24 $\pm$ 0,19	56,86 $\pm$ 6,34

El índice de condición K se suele utilizar para valorar el estado nutritivo de los organismos y expresa la relación volumétrica existente en función del peso. Este índice es útil para comparar y cuantificar el estado en que se encuentra el pez, en forma numérica, pudiéndose asociar a una valoración del estado de delgadez o de obesidad. K está relacionado con el peso, aunque tiende a un valor constante de 2, al menos en los ejemplares en cultivo.

En la siguiente tabla se muestra el análisis estadístico de los valores del índice hepático y el índice de condición según la procedencia, lonja o cultivo, y el tiempo, octubre o noviembre.

	(L-C) <sub>oct</sub>		(L-C) <sub>nov</sub>		L <sub>(oct-nov)</sub>		C <sub>(oct-nov)</sub>	
<b>I. hepático</b>	p<0,05	L<C	N.S.		p<0,05	Oct<Nov		N.S.
<b>I. condición</b>	p<0,05	L<C	N.S.		N.S.		p<0,05	Oct>Nov

N.S: No significativo

### Conclusiones: Biometría e índices somáticos.

A lo largo del estudio, la dispersión del peso de los ejemplares en experimentación ha sido muy grande debido a la variabilidad individual de la tasa de crecimiento, lo que ha hecho necesario realizar dos clasificaciones para mantener la homogeneidad de los tres grupos establecidos desde el inicio (pequeños, medianos y grandes). Por lo tanto, en el cultivo industrial de esta especie, se hace necesario la clasificación con el fin de optimizar el crecimiento y el índice de conversión y reorganizar el cultivo con objeto de obtener un producto final homogéneo de alta calidad que alcance el mayor precio posible en el mercado.

Cuando se comparan las características biométricas de ejemplares procedentes del medio natural y de cultivo cabe resaltar dos aspectos:

- El índice de condición es mayor en peces cultivados en octubre que en peces procedentes de lonjas, igualándose en el mes de noviembre, al bajar el índice de condición de los animales en cultivo.
- El índice hepático es mayor en los peces cultivados en octubre, igualándose con los procedentes del medio natural en noviembre debido a que en éste mes el índice hepático de los animales de la lonja aumenta.

### Metodología: Determinación de la época de reproducción.

Se estudia la variación del índice gonadosomático. Para ello, de cada individuo utilizado en el estudio de la biometría, se toma su peso corporal (P), el peso de la gónada (PG) y el peso de grasa mesentérica (PGM). A partir de estos valores se calculan los siguientes índices:

- Índice gonadosomático (IGS).
- Porcentaje de grasa mesentérica (PGMS).

### Resultados: Determinación de la época de reproducción.

En las siguientes tablas se observan todos los parámetros relacionados con la determinación de la época de reproducción.

Procedencia	Fecha	Lote	Índice gonadosomático	% grasa mesentérica
LONJA	Octubre		0,91±0,19	1,49±0,18
	Noviembre		0,19±0,06	1,62±0,22
CULTIVO	Octubre	S2	0,46±0,26	2,76±0,58
	Noviembre	S3P	0,34±0,15	2,30±0,80
		S3M	0,15±0,10	2,40±0,89
		S3G	0,40±0,15	2,23±0,70

	(L-C) <sub>oct</sub>	(L-C) <sub>nov</sub>	L <sub>(oct-nov)</sub>	C <sub>(oct-nov)</sub>
I. gonadosomático	p<0,05 L>C	N.S.	p<0,05 Oct>Nov	N.S.
% grasa mesentérica	p<0,05 L>C	p<0,05 L<C	N.S.	N.S.

### Conclusiones: Determinación de la época de reproducción.

El índice gonadosomático es mayor en octubre en los animales procedentes del medio natural que en los de cultivo, disminuyendo en noviembre. Por lo tanto, la época de reproducción en el Mar Menor se localiza alrededor del mes de octubre, encontrándose en noviembre en regresión pues los animales están reponiendo sus reservas energéticas, y por tanto, aumentando el índice hepático.

También se mide el porcentaje de grasa mesentérica que se relaciona con el índice gonadosomático de forma inversa, ya que durante la época reproductora los peces utilizan las reservas energéticas, y la grasa mesentérica es un importante lugar de almacén de lípidos.

Los animales en cultivo presentan un mayor porcentaje de grasa mesentérica debido, por un lado al modo de alimentación, a saciedad y, por otro, al tipo de alimento utilizado.

### Metodología: Determinación de la composición en macronutrientes del animal completo, músculo e hígado.

La composición en macronutrientes se determina tanto en sargos completos, como en el hígado y el músculo, y en las dos poblaciones objeto de estudio, la natural y la cultivada.



Para la determinación de la composición de macronutrientes, se procede a triturar las muestras y se determinan los siguientes parámetros:

- Proteína.
- Grasa.
- Humedad.
- Minerales totales.

**Resultados: Determinación de la composición en macronutrientes del animal completo, músculo e hígado.**

En las siguientes tablas se muestra la composición corporal del animal completo, composición del hígado y composición del músculo, tanto de los animales procedentes del medio natural como los que proceden del cultivo.

COMPOSICIÓN CORPORAL DEL ANIMAL COMPLETO						
Procedencia	Fecha	Lote	Minerales	Humedad	Grasa	Proteína
LONJA	Octubre		3,79±0,84	66,63±3,22	11,43±2,95	19,21±0,84
	Noviembre		3,65±1,50	66,90±1,70	10,65±1,73	19,43±0,58
CULTIVO	Octubre	S2	3,75±1,53	63,09±1,01	16,43±1,43	18,12±0,31
	Noviembre	S3P	4,33±0,91	65,79±2,82	13,22±1,90	17,87±0,78
		S3M	4,41±1,05	64,85±2,88	15,09±1,96	16,92±2,23
		S3G	3,26±0,31	62,48±2,07	16,41±2,65	17,92±1,56

Análisis estadístico de los valores de composición corporal según la procedencia y el tiempo.

	(L-C) <sub>oct</sub>	(L-C) <sub>nov</sub>	L <sub>(oct-nov)</sub>	C <sub>(oct-nov)</sub>
<b>Minerales</b>	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
<b>Humedad</b>	N.S.	p<0,05	L>C	N.S.
<b>Grasa</b>	p<0,05	L<C	p<0,05	L<C
<b>Proteína</b>	N.S.	p<0,05	L>C	N.S.

COMPOSICIÓN EN MACRONUTRIENTES DEL HÍGADO						
Procedencia	Fecha	Lote	Minerales	Humedad	Grasa	Proteína
LONJA	Octubre		1,41±0,17	70,03±2,97	8,01±2,77	18,13±1,70
	Noviembre		1,23±0,20	70,40±2,19	6,12±1,06	17,62±2,66
CULTIVO	Octubre	S2	1,55±0,21	61,79±5,96	16,41±3,86	12,99±1,21
	Noviembre	S3P	1,21±0,29	53,73±10,73	29,47±14,41	14,01±8,06
		S3M	1,36±0,09	55,90±1,39	21,26±3,66	13,55±2,04
		S3G	1,31±0,24	63,78±2,67	19,94±17,21	15,08±1,73

Análisis estadístico de los valores de composición en macronutrientes del hígado según la procedencia y el tiempo.

	(L-C) <sub>oct</sub>		(L-C) <sub>nov</sub>		L <sub>(oct-nov)</sub>	C <sub>(oct-nov)</sub>
<b>Minerales</b>	N.S.		N.S.		p<0,05	Oct>Nov
<b>Humedad</b>	p<0,05	L>C	p<0,05	L>C	N.S.	N.S.
<b>Grasa</b>	p<0,05	L<C	p<0,05	L<C	N.S.	N.S.
<b>Proteína</b>	p<0,05	L>C	N.S.		N.S.	N.S.

COMPOSICIÓN EN MACRONUTRIENTES DEL MÚSCULO						
Procedencia	Fecha	Lote	Minerales	Humedad	Grasa	Proteína
LONJA	Octubre		1,42±0,07	73,16±1,36	4,42±1,37	21,90±0,38
	Noviembre		1,42±0,04	74,06±1,34	4,02±1,71	21,62±0,84
CULTIVO	Octubre	S2	1,53±0,04	71,32±3,05	6,40±2,82	21,51±0,27
	Noviembre	S3P	1,49±0,04	71,64±1,42	7,55±1,65	20,39±0,52
		S3M	1,55±0,09	72,50±1,37	5,73±1,61	21,17±1,10
		S3G	1,48±0,11	69,36±1,71	9,44±2,06	20,99±0,28

Análisis estadístico de los valores de composición en macronutrientes del músculo según la procedencia y el tiempo.

	(L-C) <sub>oct</sub>		(L-C) <sub>nov</sub>		L <sub>(oct-nov)</sub>	C <sub>(oct-nov)</sub>
<b>Minerales</b>	p<0,05	L<C	p<0,05	L<C	N.S.	N.S.
<b>Humedad</b>	N.S.		p<0,05	L>C	N.S.	N.S.
<b>Grasa</b>	N.S.		p<0,05	L<C	N.S.	N.S.
<b>Proteína</b>	N.S.		p<0,05	L>C	N.S.	N.S.

### Conclusiones: Determinación de la composición en macronutrientes del animal completo, músculo e hígado.

En los animales de cultivo se produce un engrasamiento tanto a nivel hepático como muscular y, por tanto, en el animal completo. En el engrasamiento general participa el porcentaje de grasa mesentérica de los animales cultivados.

Se puede pensar que este engrasamiento generalizado debe estar relacionado con las condiciones de cultivo, en principio, más favorables que las que se tienen en el medio natural.

### Metodología: Parámetros de la sangre.

Los animales experimentales utilizados en los apartados anteriores se emplean también para el desarrollo del presente apartado.

Una vez son los animales anestesiados, se procede a extraerles sangre mediante punción en la vena caudal.

El primer mililitro de sangre extraída es destinado a la determinación de los siguientes parámetros:

- Hematocrito: % de sangre ocupado por los glóbulos rojos.
- Hemoglobina.
- Recuento de glóbulos rojos.

Con estos parámetros se calculan los siguientes índices:

- Volumen corpuscular medio (VCM).
- Hemoglobina media corpuscular (HMC).
- Concentración corpuscular media de hemoglobina.

El análisis de los diferentes metabolitos y enzimas plasmáticos (proteínas totales, lípidos totales, glucosa, aspartato aminotransferasa y alanina aminotransferasa) se realiza mediante kits de la firma Merck y Biosystems.

La extracción de la grasa se realiza mediante la técnica de Folch con una mezcla de cloroformo – metanol. La posterior metilación de sus ácidos grasos es realizada mediante el método de Stoffel.

Los ésteres metílicos son analizados en un cromatógrafo de gases. La concentración de cada ácido graso es expresada como porcentaje total.

#### Resultados: Parámetros de la sangre.

HEMATOLOGÍA DE LOS LOTES EXPERIMENTALES "SANOS"		
	Media	
	Noviembre	Diciembre
Peso medio (g)	168,3 $\pm$ 46,3	171,4 $\pm$ 46,0
Hematocrito (%)	38,2 $\pm$ 3,8	36,3 $\pm$ 5,8
Hemoglobina (g/100 ml)	7,3 $\pm$ 1,0	5,7 $\pm$ 1,0
Recuento de glóbulos rojos ( $\times 10^6$ )	2,4 $\pm$ 0,4	2,5 $\pm$ 0,4
Volumen corpuscular medio ( $m^3$ )	162,0 $\pm$ 27,5	146,9 $\pm$ 22,2
Concentración corpuscular media de hemoglobina (g%)	19,2 $\pm$ 1,8	15,7 $\pm$ 1,8
Concentración media de hemoglobina (pg)	30,7 $\pm$ 2,4	22,7 $\pm$ 1,9

Se observa una clara disminución de la concentración de hemoglobina de noviembre a diciembre, acompañada por un descenso de la concentración corpuscular media de hemoglobina y la concentración media de hemoglobina. Este descenso coincide en el tiempo con una bajada de la temperatura del agua desde los 20-21 °C de noviembre a los 13-15°C de diciembre. La disminución del volumen corpuscular medio puede deberse al ligero aumento del recuento de glóbulos rojos como respuesta adaptativa.

METABOLITOS PLASMÁTICOS Y ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS EN PECES SANOS		
	Media	
	Noviembre	Diciembre
Proteínas totales (g/L)	46,6 $\pm$ 5,2	41,1 $\pm$ 4,6
Glucosa (mg/dL)	80,2 $\pm$ 26,9	58,8 $\pm$ 13,5
Lípidos totales (g/L)	20,5 $\pm$ 71,6	21,6 $\pm$ 80,3
GOT (U/L)	478,5 $\pm$ 237,6	464,8 $\pm$ 278,3
GPT (U/L)	8,0 $\pm$ 4,4	6,7 $\pm$ 3,1
GOT/GPT	70,5 $\pm$ 58,3	77,0 $\pm$ 51,8

El aumento de la temperatura tiene como efecto disminuir la solubilidad del oxígeno en el agua, por lo que en el caso en que no exista un aporte artificial de aquél, la sangre de los peces debe asegurar un suministro suficiente de oxígeno a los tejidos.

La elevación de la temperatura produce un aumento de la tasa metabólica, lo que conduce a un mayor consumo de oxígeno.

En las actividades enzimáticas analizadas tampoco se observan variaciones especiales. Sin embargo, es de destacar los altos valores de estas enzimas encontradas en plasma. La inexistencia de datos en sargos salvajes hace difícil la discusión de estos valores.

<b>HEMATOLOGÍA, METABOLITOS PLASMÁTICOS Y ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS EN ANIMALES “ENFERMOS”</b>			
<b>Hematocrito (%)</b>	28,9±7,1	<b>Proteínas totales</b>	159,0±134,9
<b>Hemoglobina (g/100 ml)</b>	6,3±0,9	<b>Glucosa</b>	101,4±47,6
<b>Recuento de glóbulos rojos (x10<sup>6</sup>)</b>	2,0±0,2	<b>Lípidos totales</b>	544,2±264,9
<b>Volumen Corpuscular Medio (m<sup>3</sup>)</b>	140,9±26,6	<b>GOT</b>	295,1±52,9
<b>Concentración corpuscular media de Hemoglobina (g%)</b>	22,5±4,4	<b>GPT</b>	9,7±4,1
<b>Concentración Media de Hemoglobina (pg)</b>	31,0±3,4	<b>GOT/GPT</b>	3,2±2,8

Comparando los animales sanos con los enfermos, destaca el menor valor hematocrito y de recuento de glóbulos rojos presente en los ejemplares enfermos, lo que provoca un ligero aumento de la concentración corpuscular media de hemoglobina y de la concentración media de hemoglobina. Los altos valores de proteínas totales y lípidos totales en los peces enfermos no son indicativos de una determinada enfermedad, debido a la gran variabilidad de enfermedades que presentan estos síntomas.

#### **Conclusiones: Parámetros de la sangre.**

Los parámetros hematológicos no presentan grandes diferencias entre ejemplares con pesos medios distintos.

La composición en ácidos grasos de los diferentes tejidos estudiados presentan grandes variaciones entre los animales capturados en el Mar Menor y los estabulados en el Centro de Recursos Marinos:

- Lo más destacable de los valores obtenidos en el músculo de los sargos salvajes, está en los porcentajes de ácidos grasos saturados que es bastante más elevado que en los de cultivo. Este alto valor podría reflejar una mayor ingesta de estos ácidos grasos en el caso de los animales salvajes o un exceso de monoinsaturados en la dieta de los cultivos.
- El hígado de los sargos en cultivo refleja exactamente la composición del pienso que están ingiriendo al poseer valores cercanos al 50% de monoinsaturados tal como ocurre en el pienso. Este valor equivale al doble del encontrado en el hígado de los sargos salvajes, lo que, unido al gran cúmulo de grasa detectado en el hígado de los sargos estabulados en el Centro, constituye un dato preocupante.
- En lo que respecta a la composición de la grasa mesentérica, destaca el alto porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados presentes no sólo en los animales en cultivo sino también en los salvajes. Este hecho resulta menos preocupante que en el caso del hígado porque la grasa mesentérica es considerada un tejido de reserva poco activo metabólicamente.

### **Metodología: Consumo de oxígeno.**

Para medir el consumo de oxígeno (CO) se utilizan los tanques descritos anteriormente de dimensiones 1x5,5x1 m, con un volumen de 3.500 litros.

El CO se puede calcular a partir de la diferencia entre la concentración de oxígeno disuelto del agua de entrada y salida de un tanque de cultivo de peces.

Las medidas de CO se realizan durante 31 horas consecutivas, desde las 8:00 h hasta las 15:00 del día siguiente, alimentando a los peces el primer día desde las 10:30 hasta las 16:30 h y manteniéndolos en ayunas el segundo.

Se calculan varios niveles de CO y ciertos parámetros de interés:

- CODIA: CO medio diario.
- COAM: CO con alimentación o magnitud del incremento de CO debido a la alimentación.
- COAMAX: Consumo de oxígeno máximo debido a la alimentación.
- CORNOCH: CO en reposo mínimo.
- CORMAX: CO en reposo máximo.
- DICOA: Duración del incremento de CO sobre el nivel de reposo debido a la alimentación.
- TPCOA: Tiempo que transcurre en producirse el pico de CO debido a la alimentación.

Las medidas de CO en los tanques se efectúan para los distintos lotes en tres muestreos realizados.

### **Resultados: Consumo de oxígeno.**

El consumo de oxígeno en los lotes donde se realizaron los muestreos, no presentan diferencias significativas. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de consumo de oxígeno específico para los distintos niveles:

Fecha	Lote	T °C	Peso	CODIA	DICOA	COAM	TPCOA	COA MAX	COR MAX	COR NOCH
7/10/97	S1M	24	132,05	373,54	13,5	417,02	5-7	524,51	348,81	201,53
7/10/97	S2	24	155,81	308,95	13,5	447,52	6-7,5	485,09	333,20	264,21
21/10/97	S3M	23	156,1	287,47	13,5	318,20	4-7	380,23	223,21	246,12
21/10/97	S3P	23	107,05	399,23	12,5	448,45	4-5,5	537,17	346,27	349,31
Fecha	Lote	T °C	Peso	CODIA	DICOA	COAM	TPCOA	COAM AX	CORM AX	CORN OCH
21/10/97	S3G	23	203,72	303,16	12,5	330,01	4-5,5	356,95	244,67	272,47
20/11/97	S3M	18	175,11	159,88	14	186,86	3-6	245,90	236,35	141,39
20/11/97	S3P	18	124,3	239,1	12	263,43			249,74	224,82
21/11/97	S3G	18	226,61	209,02	11,5	225,78	7	236,35	232,26	193,08
<b>Medias</b>		<b>21,53</b>	<b>160,09</b>	<b>285,04</b>	<b>12,88</b>	<b>329,66</b>	<b>6</b>	<b>395,17</b>	<b>276,80</b>	<b>236,62</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>40,48</b>	<b>80,47</b>	<b>0,88</b>	<b>100,95</b>		<b>125,28</b>	<b>55,37</b>	<b>62,30</b>

Como en el rango estudiado se observa influencia del peso corporal y de la temperatura sobre los distintos niveles de consumo de oxígeno, los datos obtenidos se han ajustado al modelo:

$$\ln CO = A + B \cdot \ln P + C \cdot \ln T$$

Mediante el análisis de regresión múltiple.

#### **Conclusiones: Consumo de oxígeno.**

Los datos de consumo de oxígeno se obtuvieron durante los meses de octubre y noviembre y, por tanto, están influenciados por la época de reproducción (que a su vez influye en la tasa metabólica, el peso, la temperatura y el peso corporal).

Cuando se suministra el alimento en varias tomas, el valor máximo de CO se alcanza de una forma pausada y tiende a situarse en el centro de la curva que describe el consumo de oxígeno frente al tiempo. Sin embargo, cuando el alimento se suministra de una sola vez, el CO se incrementa rápidamente para alcanzar el valor máximo tras el cual desciende lentamente hasta que su efecto queda totalmente disipado.

Tanto el peso corporal como la temperatura influyen sobre el CO, aun siendo los rangos de las variables independientes relativamente estrechos.

## OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

### **Comunidad Autónoma de Murcia:**

- **1998:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Segundo año. Continuación de años anteriores.
- **1999:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Tercer año. (Continuación de años anteriores)

## COMENTARIOS FINALES.

La alta dispersión del peso corporal hace necesario, en el cultivo del sargo picudo, realizar operaciones de clasificación.

El sargo picudo se adapta a una alimentación basada en el suministro de pienso del tipo utilizado en la dorada, pese a no ser considerado como una dieta óptima.

Los ejemplares de sargo picudo de la clase 0+, con un rango de peso corporal de 100 a 250 g, maduran las gónadas durante los meses de octubre a noviembre, tanto en la población salvaje del Mar Menor como los sometidos a cultivo.

El crecimiento del sargo picudo es muy bajo con temperaturas del agua inferiores a 15°C y prácticamente se detiene a 13°C. El máximo crecimiento se obtiene con temperaturas del agua de 26-27 °C y desciende seguidamente.

El crecimiento de los juveniles de sargo picudo, hasta los 70 g de peso corporal, es superior que el de los de la dorada, después el crecimiento tiende a igualarse.

Con temperaturas superiores a 26-27°C esta especie parece entrar en un estado de estrés ambiental, siendo mucho más sensible a la manipulación y enfermedades.

El sargo picudo, sometido a condiciones de cultivo, presenta un mayor contenido corporal en grasa que los ejemplares salvajes del Mar Menor, como resultado de un mayor acumulo de grasa mesentérica y mayores contenidos en músculo e hígado.

Tanto los valores de los parámetros hematológicos, como la concentración de proteínas totales y glucosa, se encuentran dentro de los rangos encontrados para otras especies de peces.

### 3. PROYECTO: ESTUDIOS SOBRE EL CULTIVO INTEGRAL INTENSIVO DEL SARGO PICUDO (*Puntazzo puntazzo*) EN EL LITORAL DE LA REGIÓN DE MURCIA, DURANTE 1998. 2<sup>do</sup> AÑO.

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1998

Finalización del plan: 1998

#### OBJETIVOS:

- Estudio del crecimiento y del índice de conversión en el sargo picudo en condiciones de engorde intensivo en tanques experimentales a lo largo de 18 meses.
- Determinación de la composición corporal: seguimiento de las variaciones en la composición corporal del sargo picudo en cultivo y comparación con animales procedentes de poblaciones naturales.
- Análisis comparativo de los cambios en diversas relaciones biométricas y somatométricas en animales cultivados y procedentes de poblaciones naturales.
- Estudio, en las condiciones de engorde intensivo, de las relaciones alométricas peso – talla, peso – anchura máxima y peso – K.
- Optimización de los rendimientos nutritivos de las dietas. Estudio del crecimiento del sargo picudo utilizando 3 piensos en gránulo con diferentes relaciones proteínas / energía existentes en el mercado para el engorde de dorada y lubina.
- Comprobación de la existencia del fenómeno de crecimiento compensatorio en el sargo picudo.
- Estudio de la influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo en condiciones de engorde intensivo.
- Estudio de cómo el crecimiento y la tasa de alimentación varían en función del peso corporal y de la temperatura, desarrollando modelos que expliquen dichas variaciones, con el objeto de utilizarlos como herramienta útil en la gestión de su cultivo. También se analizará de qué forma la tasa de alimentación influye sobre el crecimiento.
- Conocimiento de la época de reproducción del sargo picudo en condiciones de cultivo y comparación con las del medio natural en la región de Murcia.

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.

Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.

Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Benjamín.

Apellidos: García García.



## UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El presente estudio se ha desarrollado en las instalaciones experimentales de acuicultura del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología del crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el engorde intensivo en tanques:

Los alevines se capturaron en la laguna litoral El Mar Menor y se estabularon en tanques de 5.000 litros en circuito abierto de agua de mar. El peso medio inicial de los juveniles fue de  $11,21 \pm 0,88$ , variando entre 3,5 y 23,6 g. Los peces se clasifican en función de su peso en tres tamaños, grandes (24% de la población de cultivo), medianos (el 61%) y pequeños (el 15% de la población en cultivo).

El oxígeno disuelto se mantiene entre 70-90% de saturación y la temperatura del agua fluctúa entre 12-15 °C en invierno y 26-29°C en verano. La carga de cultivo varía entre 1 y 16 Kg/m<sup>3</sup>. Los 3 lotes son alimentados a saciedad en cinco tomas diarias con un pienso comercial en gránulo para dorada de composición: 48% proteína, 12% grasa, 17% hidratos de carbono. 11% cenizas, 2% de fibra y 10% de humedad.

Cada 15-30 días se muestrea un número significativo de individuos de cada lote para determinar el peso corporal medio y el alimento ingerido.

Los valores de peso medio, en función del tiempo de cultivo, se ajustan mediante el análisis de regresión múltiple a un modelo polinómico del tipo  $P = a + b*t + c*t^2 + d*t^3 + e*t^4 + f*t^5 + g*t^6$ , donde P es el peso corporal en cada momento y t es el tiempo en días que ha transcurrido desde el inicio del estudio hasta alcanzar el valor de P.

El índice de conversión se calcula como el valor acumulado (IC<sub>a</sub>), es decir, entre el momento inicial del estudio y cada uno de los muestreos.

### Resultados del crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el engorde intensivo en tanques:

El rango de variación del peso corporal es muy amplio, obteniendo valores al final del estudio de 300 a 900 g. Estas diferencias son consecuencia tanto de la distinta edad y/o peso de los juveniles iniciales, como de la existencia en esta especie de una gran variabilidad del crecimiento individual.

A partir de los métodos de cálculo del peso medio y el índice de conversión, se construye una tabla en la que se indica, para un rango de 50 a 500 g de peso corporal, el tiempo necesario de cultivo para alcanzar un determinado peso, así como el IC<sub>a</sub> estimado.

Peso (g)	L1		L2		L3	
	t (Meses)	IC	t (Meses)	IC	t (Meses)	IC
50	1,53	1,26	2,03	1,33	2,20	1,31
100	2,67	1,48	3,27	1,53	4,13	1,59
200	5,40	1,71	9,10	1,73	11,43	1,87
300	11,13	1,85	12,57	1,86	14,03	2,03
400	13,60	1,94	14,67	1,93	17,10	2,15
500	15,63	2,02				

La mortalidad es muy baja a lo largo del periodo de estudio, produciéndose únicamente cuando los peces son manipulados con temperaturas de agua de mar superior a los 26 °C.

Temperaturas del agua inferiores a los 15 °C durante el invierno producen un crecimiento muy bajo o nulo. El crecimiento también es prácticamente nulo durante la época de reproducción de septiembre a noviembre y durante el segundo año de engorde.

#### **Conclusiones del crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el engorde intensivo en tanques:**

En el cultivo intensivo del sargo picudo la clasificación por tamaños es considerada como una operación obligada para el incremento de los rendimientos.

El tamaño comercial, 300-500 g, se alcanza antes de que comience la maduración de las gónadas, por lo que no es recomendable proseguir el cultivo ya que después de la reproducción las temperaturas descienden y el incremento de peso no vuelve a ser significativo hasta abril del siguiente año.

Existe una mayor dispersión de datos a partir de los 400 días de cultivo, debido al efecto de la reproducción y al descenso de la temperatura que afecta al crecimiento y que tiene como resultado la paralización del incremento de peso y el aumento del ICa.

#### **Metodología del estudio de las variaciones de la composición corporal del sargo picudo en cultivo:**

Se realizan muestreos, con una periodicidad de 30 a 60 días, de animales mantenidos en cautividad y otros procedentes de la lonja de Lo Pagán (Mar Menor).

Los animales se estabulan en tanques tipo "raceway" con una capacidad máxima de 5.500 l. El fotoperiodo es natural, la temperatura oscila entre los 14 y los 26 °C. La salinidad se mantiene constante con un valor de 37 g/l y el oxígeno disuelto no desciende del 80% de saturación. Los peces se alimentan a saciedad con un pienso comercial en gránulo para dorada.

En cada muestreo se sacrifican entre 6 y 9 ejemplares, tomando de cada individuo su peso corporal. Para la determinación de la composición corporal total se procede a la trituración y homogeneización mecánicas del animal completo. Se toman muestras para la determinación de las proteínas, grasas, humedad y minerales totales.

### **Resultados del estudio de las variaciones de la composición corporal del sargo picudo en cultivo:**

En los sargos en cultivo se obtienen los siguientes resultados:

- ✧ El porcentaje de minerales se mantiene con un valor constante,  $4,04 \pm 0,07$  durante el desarrollo del sargo picudo.
- ✧ Las variaciones en humedad y grasa siguen una evolución inversa, es decir, un incremento en la proporción de uno, conduce a una disminución en el otro. El contenido de lípidos presenta marcadas fluctuaciones mensuales, obteniéndose los valores más altos, 16-18% en los meses de verano y los más bajos, 13,5% en los meses de invierno.
- ✧ El contenido de proteínas aumenta ligeramente conforme aumenta el peso del animal, desde un 17,7 % hasta un 21,4%.

Los sargos salvajes, presentan una composición corporal un poco diferente a la de los sargos en cultivo. Tienen más humedad, menos grasa y más proteínas. Aún así, las variaciones que experimentan con el tiempo son similares a las variaciones que presentan los sargos en cultivo: una disminución del porcentaje de grasa corporal iniciado en la estación reproductora y continuado en invierno y una relación inversa entre la humedad y el contenido de grasa.

Los pesos de todos los componentes principales se incrementan con el peso del pez. Agua y proteínas constituyen alrededor del 80% de la ganancia de peso de los peces en todos los muestreos, mientras que, la contribución de los lípidos a la ganancia de peso tiende a aumentar con el incremento de la temperatura y a disminuir con la reproducción. Se considera que la contribución de los carbohidratos al contenido energético total es despreciable

### **Conclusiones del estudio de las variaciones de la composición corporal del sargo picudo en cultivo:**

El crecimiento del sargo picudo se encuentra relacionado con la temperatura. La temperatura comienza a descender en octubre, con valores mínimos en enero – febrero, y no vuelve a aumentar hasta abril. De la misma forma, el peso corporal se mantiene prácticamente constante desde octubre hasta abril.

En el sargo picudo, los contenidos en minerales y proteínas son más o menos estables, mostrando variaciones que son dependientes del peso corporal. El contenido de proteínas se controla endógenamente y el nivel de minerales se controla homeostáticamente.

El porcentaje de grasa corporal tiende a aumentar con la talla del pez, pero también se ve afectado por los distintos estados del ciclo de vida, y por la ingesta de energía. Los porcentajes en lípidos y humedad están inversamente correlacionados. La grasa es el componente más variable en peces.

Existe una fuerte relación entre el contenido de grasa corporal y el peso, aumentando el contenido de grasa con el peso. La grasa se ve afectada por las variaciones de temperatura, siendo mayor el contenido de ésta en periodos de altas temperaturas, donde el crecimiento es mayor. El contenido de grasa comienza a disminuir en octubre cuando tiene lugar la reproducción, disminuyendo la ingesta y consumiendo reservas energéticas para el desarrollo gonadal.

Los peces salvajes presentan mayores porcentajes de proteínas y menores de grasa que los sargos en cultivo, esto es debido a que los sargos en cultivo tienen una actividad física más limitada y su alimentación es la óptima para conseguir el máximo crecimiento y una adecuada conversión del alimento, lo que conduce a un engrasamiento de los animales en cultivo.

**Metodología del estudio de las relaciones biométricas y somatométricas del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:**

Se realizan muestreos, con una periodicidad de 30 a 60 días, de animales mantenidos en cautividad y otros procedentes de la lonja de Lo Pagán (Mar Menor).

Los animales se estabulan en tanques tipo “raceway” con una capacidad máxima de 5.500 l. El fotoperiodo es natural, la temperatura oscila entre los 13 y los 27 °C. La salinidad se mantiene constante con un valor de 37 g/l y el oxígeno disuelto no desciende del 80% de saturación. Los peces se alimentan a saciedad con un pienso comercial en gránulo para dorada.

De cada animal de cada muestra se toma su peso corporal, longitud total, longitud estándar, longitud de la horquilla, longitud cefálica y anchura máxima. Se determina el peso del hígado, el peso del digestivo, de la grasa mesentérica y de la porción de comestible.

Con estas medidas se calculan los siguientes índices:

- Índice cefálico.
- Índice hepático.
- Índice digestosomático.
- Porcentaje de grasa mesentérica.
- Porcentaje comestible.

**Resultados del estudio de las relaciones biométricas y somatométricas del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:**

<b>Resultados de muestreos de peces de cultivo entre junio 1997 y noviembre 1999</b>						
<b>Muestreo</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Nº peces</b>	<b>L. total</b>	<b>L. horquilla</b>	<b>L. estándar</b>	<b>Anchura</b>
<b>Junio</b>	27,98+2,54	7	11,46+0,31	10,64+0,28	8,90+0,22	1,50+0,06
<b>Julio</b>	45,65+4,38	20	13,04+0,43	12,17+0,36	10,10+0,29	1,73+0,07
<b>Agosto</b>	79,59+4,92	22	15,59+0,33	14,55+0,32	12,20+0,29	2,15+0,07
<b>Septiembre</b>	116,73+10,16	17	17,39+0,42	16,19+0,44	13,55+0,37	2,31+0,07
<b>Octubre</b>	140,77+6,91	18	18,71+0,24	17,64+0,24	14,74+0,19	2,53+0,06
<b>Noviembre</b>	155,28+7,21	30	19,71+0,28	18,35+0,26	15,47+0,23	2,65+0,06
<b>Diciembre</b>	165,94+7,14	30	20,18+0,31	18,91+0,28	15,88+0,23	2,62+0,05
<b>Febrero</b>	184,53+14,71	18	21,21+0,45	19,90+0,54	16,63+0,38	2,57+0,09
<b>Abril</b>	216,56+15,70	18	22,33+0,42	19,83+0,46	17,49+0,36	2,78+0,07
<b>Junio</b>	272,07+9,17	38	23,95+0,23	21,16+0,23	18,77+0,22	3,15+0,05
<b>Julio</b>	350,47+10,65	18	25,85+0,19	24,42+0,22	20,92+0,50	3,43+0,05
<b>Agosto</b>	423,85+12,51	23	26,81+0,24	25,25+0,23	21,33+0,22	3,83+0,07
<b>Resultado de muestreos de peces de cultivo entre junio '97 y noviembre '99</b>						
<b>Muestreo</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Nº peces</b>	<b>L. total</b>	<b>L. horquilla</b>	<b>L. estándar</b>	<b>Anchura</b>
<b>Septiembre</b>	486,53+13,03	22	27,48+0,58	26,28+0,30	22,43+0,27	3,92+0,06
<b>Octubre</b>	462,95+8,89	22	28,09+0,26	26,33+0,23	22,61+0,28	3,85+0,04
<b>Noviembre</b>	480,19+15,65	22	28,52+0,29	26,79+0,24	22,59+0,21	3,96+0,07
<b>Diciembre</b>	501,58+16,51	12	28,90+0,35	27,40+0,32	23,35+0,28	4,14+0,07
<b>Julio</b>	618,73+37,17	11	30,40+0,67	28,75+0,50	24,29+0,43	4,33+0,13
<b>Agosto</b>	680,56+29,01	11	30,85+0,34	29,38+0,39	24,97+0,32	4,42+0,07
<b>Septiembre</b>	725,34+22,23	10	29,97+0,58	29,38+0,36	25,00+0,31	4,77+0,07
<b>Octubre</b>	727,07+34,22	10	32,47+0,35	30,00+0,36	25,81+0,30	4,47+0,14
<b>Noviembre</b>	768,45+25,55	10	32,73+0,51	30,78+0,35	26,43+0,32	4,79+0,06

En las poblaciones en cultivo se produce una gran dispersión de tamaños según éstos se desarrollan, debido a la variabilidad individual en las tasas de crecimiento. Este hecho favorece fenómenos de canibalismo y la formación de jerarquías durante todo el ciclo de cultivo, incrementándose la variabilidad en el acceso al alimento entre individuos.

Como en el Mar Menor sólo se encuentran juveniles, se muestrearon animales salvajes durante un solo año.

<b>Resultado de muestreos de peces salvajes entre junio 1997 y noviembre 1999</b>						
<b>Muestreo</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Nº peces</b>	<b>L. total</b>	<b>L. horquilla</b>	<b>L. estándar</b>	<b>Anchura</b>
<b>Junio</b>	20,96+1,88	12	10,27+0,14	9,78+0,24	8,08+0,22	1,27+0,04
<b>Julio</b>	53,41+3,59	12	14,42+0,33	13,36+0,28	11,20+0,24	1,78+0,05
<b>Agosto</b>	82,55+4,63	10	16,31+0,33	15,02+0,26	12,56+0,21	2,00+0,06
<b>Septiembre</b>	117,65+8,79	9	18,40+0,50	16,71+0,47	14,06+0,40	2,41+0,09
<b>Octubre</b>	171,14+8,02	34	20,93+0,34	19,30+0,32	16,12+0,27	2,63+0,05
<b>Noviembre</b>	165,62+9,78	28	20,84+0,40	19,53+0,37	16,40+0,33	2,53+0,06

El factor de condición se utiliza para valorar el estado de nutrición de los organismos. Éste índice es útil para comparar y cuantificar de forma numérica el estado en que se encuentra el pez. El factor de condición en peces en cultivo, suele tender a un valor constante de 2. Los animales salvajes presentan un factor de condición más bajo.

El índice cefálico puede ser alto en casos de desnutrición. El índice cefálico presenta incrementos bruscos de la época reproductora, con valores máximos en septiembre.

El índice hepatosomático muestra una variación inversa a los periodos de crecimiento. Durante los meses de invierno, crecimiento e ingesta bajos, el animal va consumiendo las reservas energéticas hepáticas. Con el aumento de la temperatura comienza la maduración gonadal, y no es hasta después de la puesta cuando el animal comienza a reponer sus reservas energéticas, aumentando el índice hepatosomático, con un máximo en el mes de diciembre. Los animales salvajes presentan un menor índice hepatosomático debido a que no están tan bien nutridos como los animales de cultivo.

El índice digestosomático disminuye conforme aumenta el peso del animal. Esto es debido a que la velocidad de crecimiento visceral es inferior a la del crecimiento somático, con lo que con la edad, se produce una disminución de las relaciones viscerosomáticas.

La grasa mesentérica es una importante reserva energética utilizada por el sargo en los meses de invierno, en los que disminuye la ingesta, y en la estación reproductora. Los animales salvajes presentan un menor porcentaje de grasa mesentérica debido a que no están tan bien nutridos como los animales de cultivo.

El porcentaje comestible se mueve en un rango muy estrecho (50-60%) y sin grandes variaciones a lo largo del año, aunque aumenta ligeramente con el tamaño del animal, con un valor máximo del 59,5% cuando alcanza el tamaño comercial (350-400 g).

#### **Conclusiones del estudio de las relaciones biométricas y somatométricas del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:**

Se distinguen dos periodos en cuanto a la evolución del peso corporal:

- 1- Desde abril a septiembre; el crecimiento es alto.
- 2- Desde septiembre a febrero; el crecimiento disminuye de forma considerable por dos causas:
  - 1º- En octubre tiene lugar la reproducción, y parte de la energía del alimento se desvía hacia el desarrollo de las gónadas disminuyendo el crecimiento somático
  - 2º- En octubre la temperatura comienza a descender, y con ella la ingesta y el crecimiento.

Es importante en producción intensiva, selecciones periódicas de tamaño, con el fin de aumentar la eficiencia de explotación y de mantener una población homogénea, ayudando de esta forma a la destrucción de la jerarquía.

Los peces durante la estación reproductora suelen disminuir la ingesta, esto, unido al hecho de que el desarrollo de las gónadas supone un considerable coste metabólico, hace que el índice cefálico alcance valores altos en esta estación.

Los lípidos se reparten entre la grasa mesentérica, hígado y músculo rojo, siendo la grasa mesentérica el principal almacén de lípidos.

Es interesante que los peces alcancen el tamaño comercial antes de la maduración sexual propiamente dicha que tiene lugar en el segundo año de vida.

**Metodología del estudio de las relaciones biométricas de utilidad en la clasificación por tamaños y en la valoración del estado nutritivo del sargo picudo en condiciones de engorde intensivo:**

El estudio se realiza sobre ejemplares de sargo picudo en condiciones de engorde intensivo en tanques experimentales. Los parámetros biométricos medidos son:

- P: Peso corporal (g).
- L: Longitud total (cm).
- A: Anchura máxima (cm).

El índice de condición se calculó como  $K = (P/L^3) \cdot 100$ .

Los datos se agrupan según se han obtenido durante la época de reproducción (agosto - octubre) y durante el resto del año. Agrupándose el resto del año en 3 rangos de temperaturas que coinciden con respuestas distintas observadas de la tasa de crecimiento y de alimentación en esta especie; 12-14 °C, 14-26°C y 26-29 °C.

**Resultados del estudio de las relaciones biométricas de utilidad en la clasificación por tamaños y en la valoración del estado nutritivo del sargo picudo en condiciones de engorde intensivo:**

Las relaciones peso – longitud y peso – anchura máxima en todos los casos se ajustaron a un modelo del tipo  $Y = MX^B$ .

Resultados del análisis de las relaciones biométricas				
	Época de reproducción	Resto del año		
		12-14 °C	14-26 °C	26-29 °C
<b>Peso (g)</b>	335-886	85-778	2-567	19-515
<b>Longitud total (cm)</b>	25,5-34,0	17,4-34,2	4,8-30,5	14,4-29,0

En la relación peso - longitud total, existen diferencias entre la época de reproducción y el resto del año. En el intervalo de temperatura entre 14 y 26°C se producen las condiciones más favorables de crecimiento y alimentación. Con temperaturas inferiores a 14 °C, hay una parada del crecimiento y con temperaturas superiores a los 26 °C hay una significativa reducción de la ingesta y de la tasa de crecimiento (sucede lo mismo en la época de reproducción).

Asumiendo que los valores de K “normales” son los obtenidos para el rango de temperatura 14-26 °C, se interpreta:

- Para temperaturas inferiores a 14 °C, los ejemplares tienden a estar delgados. Se obtienen valores de K “normales” para ejemplares con pesos superiores a los 300 g.
- Para temperaturas superiores a los 26 °C, los valores de K son inferiores a los “normales” hasta que los ejemplares alcanzan los 150 g de peso. Para pesos superiores a 150 g, los valores de K son más alto de lo normal, estando los ejemplares “gordos”.

**Conclusiones del estudio de las relaciones biométricas de utilidad en la clasificación por tamaños y en la valoración del estado nutritivo del sargo picudo en condiciones de engorde intensivo:**

Los animales más jóvenes son los más sensibles a las bajas temperaturas.

Ejemplares con peso superior a 150 g en un periodo de tiempo en el que la temperatura es superior a los 26 °C, se les suele considerar como ejemplares gordos porque coincide esta época con un aumento significativo del contenido en grasa corporal.

**Metodología del estudio de la influencia de la dieta sobre el crecimiento y la utilización nutritiva de la misma por el sargo picudo:**

Se utilizaron sargos picudos capturados en el Mar Menor en mayo de 1997 y en marzo de 1998. Estabulados en las instalaciones del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar.

Se seleccionan tres lotes de pesos homogéneos por triplicado que son alimentados con tres tipos de pienso (A, B y C) de las casas DIBAQ DIPROTEG S.A., TROUW ESPAÑA y PROAQUA NUTRICIÓN S.A.

El experimento se repite para dos pesos corporales distintos, utilizando lotes de 20 animales de  $47,65 \pm 1,04$  g de media y lotes de 7 animales de  $277,57 \pm 1,23$  g de media.

Los experimentos se llevan a cabo en 9 tanques circulares de 400 l con circulación abierta de agua de mar, estando regulado el caudal de manera que el oxígeno disuelto no descienda del 70% de saturación. El periodo experimental tiene una duración de 2 meses (agosto – septiembre) para los animales de menor tamaño y de 3 meses (julio – septiembre) para los de tamaño mayor. El fotoperiodo es natural y el rango de temperatura estuvo entre 29 y 21 °C con una temperatura media de 26,37 °C para los animales de menor tamaño y de 26,62°C para los de tamaño mayor. Se alimenta a los animales 3 veces al día a saciedad.

Se realizan controles de peso al inicio y al final del periodo experimental, así como en distintos periodos a lo largo de todo el experimento. Se controla la ingesta diaria de cada uno de los lotes experimentales y se obtiene una tasa de alimentación diaria (TAD). Se determinaron los siguientes índices:

- Incremento de peso.
- Tasa de crecimiento instantáneo en peso (TCI).
- Índice de conversión (IC).
- Valor productivo de la proteína (PPV).

De una muestra de 5 animales de cada lote, al inicio y al final del periodo experimental, además de su peso fresco y longitud total, se toma el peso del hígado, de la grasa mesentérica y el peso de las gónadas, calculándose los siguientes índices:



- Factor de condición.
- Índice hepatosomático.
- Índice digestosomático.
- Índice gonadosomático.
- Porcentaje de grasa mesentérica.

Se determina la composición corporal de 3 animales de cada uno de los lotes determinándose el contenido de proteína, grasa, humedad y minerales totales.

**Resultados del estudio de la influencia de la dieta sobre el crecimiento y la utilización nutritiva de la misma por el sargo picudo:**

El peso medio de los peces aumentó de forma continua durante toda la prueba, siendo mayor para el pienso B, seguido del C y por último el A.

El crecimiento fue superior con los piensos B y C, siendo esta diferencia estadísticamente significativa sólo en los animales de menor tamaño.

Con respecto a la ingesta, la tasa de alimentación diaria (TAD) fue superior para el pienso A, seguido de B y por último el C.

Crecimiento y utilización nutritiva de la dieta del sargo con 3 dietas diferentes						
	Pienso A		Pienso B		Pienso C	
Pienso	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g
<b>P<sub>inicial</sub> (g)</b>	49,27±2,68	280,62±0,95	47,73±0,71	275,52±0,83	45,94±1,47	276,57±3,47
<b>P<sub>final</sub> (g)</b>	95,47±2,75 <sup>a</sup>	358,03±11,66	120,62±3,95 <sup>c</sup>	399,13±10,64	113,75±3,93 <sup>b</sup>	371,14±16,25
<b>ΔP (g)</b>	46,21±0,23 <sup>c</sup>	77,41±11,94	72,89±3,40 <sup>d</sup>	123,61±11,63	67,81±2,51 <sup>b</sup>	94,57±15,81
<b>TCI</b>	1,01±0,04 <sup>a</sup>	0,29±0,04	1,40±0,03 <sup>b</sup>	0,44±0,03	1,37±0,01 <sup>b</sup>	0,35±0,05
<b>TAD</b>	2,13±0,08 <sup>c</sup>	1,05±0,01 <sup>c</sup>	1,82±0,02 <sup>b</sup>	0,95±0,03 <sup>b</sup>	1,60±0,02 <sup>a</sup>	0,77±0,04 <sup>a</sup>
<b>IC</b>	2,20±0,01 <sup>c</sup>	3,84±0,63 <sup>c</sup>	1,39±0,03 <sup>b</sup>	2,20±0,12 <sup>a</sup>	1,24±0,01 <sup>a</sup>	2,29±0,18
<b>PPV</b>	32,02±1,82 <sup>a</sup>	15,26±0,95 <sup>a</sup>	44,30±1,53 <sup>b</sup>	23,72±2,07 <sup>b</sup>	48,06±2,14 <sup>b</sup>	22,52±1,79 <sup>b</sup>

Parámetros biométricos y somáticos del sargo picudo con las distintas dietas						
	Pienso A		Pienso B		Pienso C	
Pienso	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g
<b>Factor de condición</b>	1,92±0,04 <sub>a</sub>	2,03±0,07	2,09±0,03 <sub>b</sub>	2,20±0,4 <sub>2</sub>	2,01±0,04 <sub>ab</sub>	2,08±0,04
<b>Índice gonadosomático</b>	0,16±0,04 <sub>a</sub>	0,42±0,09	0,53±0,14 <sub>b</sub>	0,58±0,0 <sub>9</sub>	0,54±0,06 <sub>b</sub>	0,61±0,15
<b>Índice hepático</b>	1,12±0,04 <sup>a</sup>	0,78±0,05	1,59±0,06 <sub>b</sub>	0,85±0,0 <sub>4</sub>	1,66±0,09 <sub>b</sub>	0,87±0,05
<b>% grasa mesentérica</b>	1,86±0,13	2,09±0,19	2,42±0,20	2,13±0,1 <sub>5</sub>	2,01±0,15	1,86±0,11

Composición corporal del sargo picudo con las distintas dietas						
Pienso	Pienso A		Pienso B		Pienso C	
	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g
<b>Proteína</b>	18,13±0,15	18,98±0,19	17,92±0,09	19,28±0,28	17,89±0,22	18,66±0,22
<b>Grasa</b>	12,93±0,31 <sup>a</sup>	15,05±0,63	14,99±0,31 <sup>b</sup>	14,41±0,77	15,46±0,56 <sup>b</sup>	16,50±0,73
<b>Humedad</b>	65,20±0,23 <sup>b</sup>	63,29±0,36 <sup>b</sup>	63,52±0,45 <sup>a</sup>	62,63±0,62 <sup>ab</sup>	62,68±0,46 <sup>b</sup>	61,21±0,51 <sup>a</sup>
<b>Minerales</b>	4,22±0,10 <sup>b</sup>	3,84±0,20	3,66±0,12 <sup>a</sup>	3,72±0,11	4,11±0,12 <sup>b</sup>	4,09±0,07

### Conclusiones del estudio de la influencia de la dieta sobre el crecimiento y la utilización nutritiva de la misma por el sargo picudo:

Se han obtenido buenos resultados de crecimiento. Los piensos B y C, con un mayor contenido energético, parecen ser más adecuados para el sargo picudo que el A.

La ingesta se encuentra en relación inversa al contenido energético del pienso consumido, esto es razonable ya que los peces comen para satisfacer sus necesidades energéticas.

El IC obtenido es satisfactorio, especialmente para los piensos B y C.

Comparando los piensos B y C, con el pienso C se obtuvieron crecimientos similares al pienso B, pero con una ingesta inferior (pienso C presenta una alta calidad de los ingredientes y su precio es mayor). El pienso más rentable es el B, especialmente para los animales de mayor tamaño.

El PPV es superior en los piensos B y C, teniendo mayor porcentaje de hidratos de carbono el B y mayor porcentaje de grasa el C.

Por el porcentaje de grasa corporal de los peces pequeños, que fue mayor para los piensos B y C, podemos pensar que se produce una acumulación de grasa debido a una mala utilización de la dieta.

### Metodología del estudio del efecto de la tasa de alimentación y la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo:

Se utilizan sargos picudos procedentes del medio natural, estabulados desde el mes de abril en las instalaciones del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar.

El experimento se repite para dos pesos distintos y diferente temperatura, suministrando el alimento de la siguiente forma: a saciedad, 2/3 de la saciedad, 1/3 de la saciedad y ayuno. Estas condiciones se mantienen durante 15 días y seguidamente se les somete durante un periodo de 18 días de duración a una realimentación a saciedad.

Experimento	Pesos iniciales	T mín-máx (°C)	T (°C) media del periodo	Nº inicial de individuos/tanque
A	36,03± 0,47	21-29	26,8	24
B	103,21±0,96	16-21	19,3	20

El experimento se lleva a cabo en 12 tanques circulares de 400 l con circulación abierta de agua de mar, regulando el oxígeno disuelto para que no descienda del 70% de saturación. Fotoperiodo y temperatura son naturales.

Se calculan los siguientes índices:

- Ingesta/pez.
- Tasa diaria de alimentación (f).
- Tasa de crecimiento diaria (g).
- Eficacia de engorde (Eg).
- Eficiencia neta (En).

**Resultados del estudio del efecto de la tasa de alimentación y la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo:**

Al final del primer periodo del primer experimento, en el que los animales se mantuvieron alimentados con diferentes tasas, las tasas de crecimiento instantáneo eran significativamente diferentes entre sí, de manera que la tasa de crecimiento instantáneo de los alimentados a saciedad fue mayor que la de los alimentados a dos tercios de la saciedad, y ésta mayor que la de los alimentados a un tercio de la saciedad. Los mantenidos en ayuno tuvieron una tasa de crecimiento instantáneo negativa. En cuanto al incremento de peso y al factor de condición al final de este periodo también fueron significativamente diferentes en orden decreciente de mayor a menor tasa de alimentación.

Para el índice de conversión, el valor más bajo fue para los que se alimentaron a dos tercios de la saciedad.

Al final del primer periodo del segundo experimento en el que los animales se mantienen alimentados con diferentes tasas, las tasas de crecimiento instantáneo son significativamente diferentes entre sí, de manera que la tasa de crecimiento instantáneo de los alimentados a saciedad es mayor que la de los alimentados a dos tercios de la saciedad, esta mayor que la de los alimentados a un tercio de la saciedad y los mantenidos en ayuno tiene una tasa de crecimiento instantáneo negativa. El incremento de peso a lo largo del periodo es significativamente mayor cuanto mayor fue la tasa de alimento dado, presentando un incremento negativo las que están en ayuno. En los I.C. no se aprecian diferencias significativas.

La cantidad de alimento que el animal necesita para mantener su peso es el 0,48% de su peso corporal en animales del experimento A y del 0,35% de su peso corporal en animales del experimento B.

En el caso de ayuno, se pierde diariamente un 0,49% del peso corporal en animales del experimento A y 0,32% del peso corporal en animales del experimento B.

La tasa diaria de alimentación y la eficiencia de engorde no aumentan proporcionalmente pero la eficiencia de engorde tiende a un punto máximo conforme aumenta la tasa de alimentación diaria.

A partir de los animales realimentados a saciedad durante un periodo de 18 días se llega a las siguientes conclusiones:

- 1- El peso final de los que fueron alimentados a saciedad desde el inicio es significativamente mayor que para el resto, sin embargo, se igualan los pesos finales de los que en el primer periodo fueron alimentados a dos tercios y un tercio de la saciedad, quedando por debajo de éstos los del ayuno.
- 2- Los IC del alimento se igualan para todos los lotes.
- 3- Las tasas de alimentación diaria y las de crecimiento instantáneo muestran un comportamiento similar siendo las más elevadas para los que habían estado en ayuno seguidas de las de los alimentados a un tercio y siendo menores e iguales entre sí las de los alimentados a saciedad y a dos tercios.
- 4- Al final del periodo de realimentación el I.C. se iguala para todos los lotes, al igual que el factor de condición

**Conclusiones del estudio del efecto de la tasa de alimentación y la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo:**

La curva de crecimiento muestra un aumento progresivo a partir de un punto negativo para una tasa de alimentación igual a 0 en cada uno de los experimentos.

La eficiencia de engorde es nula para una situación de ayuno y va aumentando conforme aumenta la ración, pero tiende a alcanzar una meseta de eficiencia máxima estimada de 0,87 y 0,91 para cada uno de los casos.

La ración de mantenimiento no produce crecimiento. El máximo crecimiento se obtiene con la tasa de alimentación de saciedad, sin embargo la eficiencia de engorde más ventajosa se consigue con una tasa de alimentación igual a 2/3 de la saciedad, por lo que la tasa óptima para esta especie se sitúa por debajo de la saciedad pero sin superar una disminución del 30%.

La eficiencia de engorde y la eficiencia neta se igualaron tras la realimentación en ambos pesos, aunque hay que tener en cuenta que por las diferencias nutritivas entre tratamientos, las ganancias de peso no son equiparables y que las ingestas globales han sido muy distintas.

Conforme aumenta la ingesta aumenta el crecimiento para los lotes con tallas pequeñas, sin embargo para tallas superiores, tasas un poco por debajo de la saciedad producen un crecimiento equiparable.

Para ambos lotes, las diferencias observadas en el factor de condición tras el periodo de restricción alimentaria son recuperadas tras la realimentación.

**Metodología del estudio de la influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo en cultivo:**

El consumo de oxígeno se calcula a partir de la diferencia de concentración de oxígeno disuelto del agua de entrada y salida del tanque de engorde. Los tanques son de tipo "raceway" de dimensiones 1x5,5x1 m, con un volumen útil de 3.500 a 4.000 litros.

Las medidas se hacen sobre 4 lotes experimentales de peso medio corporal 14, 18, 300 y 351 g. La temperatura del agua varía entre 21,9 y 22,9 °C con un valor medio de 22,31 °C; la concentración de oxígeno disuelto del agua de entrada oscila entre el 98 y el 109% de saturación y en el agua de salida entre el 76 y 97%. Las medidas que comienzan a las 8 horas, se realizan cada 30 minutos durante un periodo de 32 h. Los peces son alimentados a saciedad con un pienso comercial para dorada, distribuyendo el alimento en 5 tomas.

A partir de estas medidas se calculan varios niveles de CO así como ciertos parámetros de interés:

- CODIA
- COAM
- COAMAX
- CORMIN
- CORMAX
- DICOS
- TPCOA

**Resultados del estudio de la influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo en cultivo:**

El CO se incrementa tras la alimentación para alcanzar el valor máximo entre las 6 y las 8 horas desde que se suministró la primera toma de alimento (COAMAX), después comienza a descender para alcanzar los valores más bajos durante la noche, variando el DICOA entre 15 y 17 horas.

La relación entre el valor máximo alcanzado debido a la alimentación (COAMAX) y los valores más bajos registrados durante la noche (CORMIN) varía entre 2,03 y 2,38.

Los 5 niveles establecidos de CO se correlacionan significativamente con el peso y los datos se ajustan de forma adecuada mediante el análisis de regresión al modelo  $CO = a * P^b$ , no existiendo diferencias significativas entre exponentes de peso ( $p < 0,001$ ). El CO diario con alimentación expresada en  $mgO_2/h$  tiene la expresión  $CO = 0,379 * P^{0,701}$ .

En la siguiente tabla se indica el caudal de agua (renovaciones/h) en función del peso y de la carga de cultivo, desde 1 a 15  $Kg/m^3$ , para un rango de pesos de 10 a 350 g y, suponiendo que el agua de entrada tiene un 100% de saturación de oxígeno disuelto y la de salida el 60%.

Peso (g)	COEDIA (mgO <sub>2</sub> /Kg/h)	Carga de cultivo (Kg/m <sup>3</sup> )			
		1	5	10	15
10	734,04	0,26	1,31	2,62	3,93
50	453,87	0,16	0,81	1,62	2,43
100	368,99	0,13	0,66	1,32	1,98
200	299,99	0,11	0,54	1,07	1,61
300	265,77	0,09	0,47	0,95	1,42
350	253,81	0,09	0,45	0,91	1,36

**Conclusiones del estudio de la influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo en cultivo:**

Cuando el alimento se suministra en varias tomas el valor máximo tiende a situarse en el centro de la curva que describe el CO frente al tiempo.

El gasto metabólico del sargo picudo es ligeramente superior al de la dorada, lo cual está relacionado con un crecimiento también mayor.

**Metodología del estudio de modelización del crecimiento y la tasa de alimentación en el sargo picudo:**

El estudio se realiza entre mayo de 1997 y agosto de 1999. Se capturan en el Mar Menor 610 ejemplares de juveniles en 1997, 1291 en 1998 y 738 en 1999, con pesos que oscilaron entre 1 y 20 g.

Los juveniles se agrupan por pesos homogéneos y, transcurrido un tiempo, cuando se produce una dispersión importante del peso, los lotes son de nuevo clasificados de forma homogénea.

Se utilizan tanques de sección rectangular tipo "raceway" fabricados en poliéster y de dimensiones 1x5,5x1 m, manteniendo el volumen de agua entre 3.500 y 4.500 l. Con circulación de agua continua, fotoperiodo natural, salinidad constante en 37 g/l y con una temperatura del agua que varía entre 28 °C de media en agosto y 13 °C en febrero.

La dieta consiste en pienso seco granulado para dorada con una composición de 48% de proteínas, 12% de grasa, 17% de hidratos de carbono, 11% de cenizas, 2% de fibra y 10% de humedad. Los peces son alimentados a saciedad, suministrándose el alimento en 5 tomas.

Los lotes son muestreados periódicamente, entre 15 y 30 días, cuando la temperatura del agua es alta y se obtienen mayores tasas de crecimiento, y entre 30 y 60 días cuando la temperatura es baja y el crecimiento también.

Se calculan las siguientes tasas:

- Tasa de crecimiento absoluto o peso ganado diariamente (TCA).
- Tasa específica de crecimiento (TEC).
- Tasa de alimentación absoluta o alimento ingerido por individuo y día (TAA).
- Tasa de alimentación relativa. (TAR).

Para estudiar la influencia de las variables independientes sobre las dependientes se realiza el análisis de correlación parcial. Una vez analizado la influencia de las variables dependientes sobre las independientes se utilizan modelos lineales.

#### **Resultados del estudio de modelización del crecimiento y la tasa de alimentación en el sargo picudo:**

El número total de observaciones realizadas ha sido de 71.

La ingesta (TAR) no se correlaciona significativamente con el crecimiento en cuanto que no actuó como factor limitante, ya que los peces fueron alimentados a saciedad. La carga media que varió entre 0,74 y 26,02 Kg/m<sup>3</sup> y el oxígeno disuelto que varió entre 65,13 y 97,80% de saturación, tampoco se correlacionan significativamente con TAC y TAA. Por el contrario Pm y T sí se correlacionan significativamente.

Los datos se han ajustado mediante el análisis de regresión al modelo  $Y = a * X^b$ . Con temperaturas inferiores a 16 °C el valor del coeficiente de peso (b) tiene valores que oscilan entre 0,311 y 0,463, no habiendo diferencias significativas entre ellos. Para temperaturas superiores a los 16 °C el coeficiente  $b = 1,837$ .

#### **Conclusiones del estudio de modelización del crecimiento y la tasa de alimentación en el sargo picudo:**

En condiciones experimentales las variaciones de las tasas de crecimiento y alimentación dependen fundamentalmente del peso del pez y de la temperatura del agua. Ni la carga de cultivo ni la concentración de oxígeno media en el agua del tanque influyen sobre las tasas.

Los sargos muestran un aumento de la tasa de crecimiento cuando se eleva la temperatura, alcanzando un pico en una temperatura óptima, seguidamente disminuye y, frecuentemente, cae bruscamente en torno a la temperatura letal.

En sargos picudos, la diferencia de crecimiento entre los alevines y juveniles y los adultos es muy acusada, siendo el crecimiento en estos últimos más bajos.

La temperatura óptima, en cuanto que se obtiene el máximo crecimiento con el índice de transformación del alimento más favorable, es de 27 °C. En conclusión, cuando el alimento no es un factor limitante, la eficacia alimentaria aumenta con la temperatura.

El peso tiene un efecto negativo sobre la eficacia de la alimentación; el índice de conversión aumenta según se incrementa el peso corporal.

La temperatura puede tener un efecto negativo sobre el crecimiento cuando el alimento se encuentra limitado. A bajos niveles de ración los incrementos de temperatura producen una disminución del crecimiento, pero cuando el alimento no es limitante la temperatura tiene un efecto positivo, como ha sido comentado con anterioridad. Por esto puede decirse que la temperatura impone dos efectos antagónicos sobre el crecimiento:

- a- Incrementos de temperatura incrementan el coste metabólico.
- b- Incrementos de temperatura aumentan la eficacia de transformación de la energía de alimentación, lo cual tiene un efecto positivo sobre el crecimiento.

#### **Metodología del estudio de los resultados preliminares sobre la reproducción del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:**

Se toman muestras de sargo picudo en animales mantenidos en cautividad y procedentes de poblaciones naturales.

Los animales se estabulan en tanques "raceway" con una capacidad máxima de 5.500 l, con un fotoperiodo natural, una salinidad constante en 37 g/l y no descendiendo el oxígeno del 80% de saturación. Los peces son alimentados a saciedad con un pienso comercial para doradas.

Los muestreos de los individuos se realizan con una periodicidad de 30 (época de reproducción) a 60 días (época de descanso). Los 494 ejemplares son pesados y sexados macroscópicamente. Las gónadas son diseccionadas y pesadas, calculándose el índice gonadosomático.

#### **Resultados del estudio de los resultados preliminares sobre la reproducción del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:**

Los muestreos se realizaron entre junio de 1997 y noviembre de 1999.

En los animales en cultivo se observa que el IGS aumenta a partir del mes de agosto con un máximo en el mes de octubre, siendo mayor este incremento en el segundo ciclo reproductor y mucho mayor en el tercero. Es por tanto, durante el periodo reproductor cuando se produce fundamentalmente el desarrollo gonadal. Después, IGS desciende para, entre noviembre y julio, alcanzar los valores mínimos, de tal manera que la gónada vuelva al estado de reposo.

La época de reproducción, tanto de los animales salvajes como los animales en cautividad, es la misma, si bien existe un incremento mayor del IGS en los animales salvajes.

En la primera época de reproducción, las gónadas son muy reducidas habiendo un porcentaje muy elevado que no ha comenzado a madurar. A partir del segundo ciclo reproductor, todos los ejemplares muestran sus gónadas bien diferenciadas, 43,1% machos y 56,9% hembras. En el tercer ciclo reproductor los porcentajes de sexos son similares, con un 42,4% de machos y un 57,% de hembras.

#### **Conclusiones del estudio de los resultados preliminares sobre la reproducción del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:**

Tanto la maduración gonadal como la época reproductora comienza en agosto y se extiende hasta octubre, cuando se alcanzan los máximos incrementos gonadosomáticos.

El factor más importante que condiciona tanto la maduración como la puesta, es la temperatura. La puesta se produce de manera secuencial por las hembras mientras que la temperatura se mantenga en un estrecho rango que oscila en torno a los 20 °C.



La maduración sexual propiamente dicha se produce a los dos años de edad. El sargo picudo es una especie hermafrodita con gónadas bisexuales las cuales presentan una temprana diferenciación dando lugar a individuos predominantemente machos o predominantemente hembras, no cambiando ya de sexo.

### OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

#### **Comunidad Autónoma de Murcia:**

- **1997:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Primer año.
- **1999:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Tercer año. (Continuación de años anteriores)

### COMENTARIOS FINALES.

Existe una fuerte relación entre el peso corporal del sargo picudo y los contenidos en minerales y proteínas.

El contenido en grasa corporal del sargo picudo aumenta con la edad, aunque también se ve afectado con los distintos estados del ciclo de vida, y por la ingesta de alimento. El contenido en grasa y humedad se relacionan de forma inversa.

El factor de condición varía en función del peso corporal aumentando, en condiciones de cultivo, desde 1,7 para los juveniles hasta 2 para los de tamaño comercial.

Tanto el índice hepatosomático como el porcentaje de grasa mesentérica muestran una variación inversa a los periodos de crecimiento descritos.

El porcentaje comestible es del 50-60%, con un valor máximo cuando presenta el tamaño comercial, antes de que tenga lugar la maduración sexual.

La utilización por el sargo picudo de los piensos secos que actualmente están disponibles en el mercado para el engorde de dorada es aceptable, con tasas de crecimiento e índices de conversión satisfactorios.

La eficiencia de engorde parece tener un valor máximo para una tasa de alimentación determinada por encima de la cual tiende a disminuir conforme aumenta la ración.

La recuperación después de un periodo de ayuno o de restricción de la alimentación en peces no siempre es completa. Se han observado tanto fenómenos de hiperfagia como de crecimiento compensatorio en animales privados total o parcialmente de alimentación superiores a los observados en los animales no privados de alimentación.

Para individuos por encima de los 100 g de peso, la alternancia de periodos de alimentación a saciedad con periodos de reducción de la tasa de alimentación, brinda crecimientos adecuados, incluso mejorando los I.C. y eficiencias de engorde que se obtienen con una alimentación a saciedad.

Cargas de cultivo de 1 a 26 Kg/m<sup>3</sup> y concentraciones medias de oxígeno del agua del tanque de 100 a 65% o, concentraciones del agua de salida del tanque de hasta el 45% de saturación, no afectan al crecimiento ni a la tasa de alimentación.

El crecimiento y la tasa de alimentación dependen fundamentalmente del peso corporal y de la temperatura.

La temperatura óptima de cultivo es 27 °C, en la que se alcanza el máximo crecimiento con la mayor eficacia de alimentación.

Cuando la tasa de alimentación es limitante la temperatura tiene un efecto negativo sobre el crecimiento.

El crecimiento y la tasa de alimentación en el sargo picudo es superior que el de la dorada hasta que se alcanzan los 100 g de peso, después el proceso se invierte y ambas alcanzan el peso de 400 g en un periodo de engorde similar, y con IC también similares.

El ciclo completo del sargo picudo desde 1 a 400 g, tiene una duración de 16 meses con un IC de 2. Y si la temperatura se mantiene constante en 23°C, la duración del ciclo es de 12 meses con un I.C. de 1,98.

El periodo reproductor del sargo picudo en la región de Murcia se encuentra entre agosto y octubre, teniendo lugar la reproducción alrededor del mes de octubre. La maduración gonadal tiene lugar a partir de los dos años de edad, con una proporción de sexos de aproximadamente el 50%.

#### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Comunicaciones presentadas en forma de póster al VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Mayo de 1999 en Las Palmas de Gran Canaria:

“Crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en engorde intensivo en tanques”.

“Relaciones biométricas de utilidad en la clasificación por tamaños y en la valoración del estado nutritivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en condiciones de engorde intensivo”.

“Variaciones en la composición corporal del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en cultivo”.

“Influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en cultivo”.

“Influencia de la composición de la dieta sobre el crecimiento y la utilización nutritiva de la misma por el sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*)”.

“Evolución de la composición porcentual en ácidos grasos del músculo blanco, hígado y grasa perivisceral del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en cultivo”.

“Utilidad práctica de la modelización del efecto del peso, la temperatura y el oxígeno disuelto en agua sobre parámetros hematológicos durante el cultivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*)”.

En el libro “Convergencia entre Investigación y Empresa: Un reto para el SXXI” de Fernández-Palacios, H. e Izquierdo, M. (Eds). Monografía del Instituto Canario de Ciencias Marinas Nº 4, se encuentran las siguientes publicaciones:

“Crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en engorde intensivo en tanques”

“Relaciones biométricas de utilidad en la clasificación por tamaños y en la valoración del estado nutritivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en condiciones de engorde intensivo”.

“Influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en cultivo”.

#### **4. PROYECTO: ESTUDIOS SOBRE EL CULTIVO INTEGRAL INTENSIVO DEL SARGO PICUDO (*Puntazzo puntazzo*) EN EL LITORAL DE LA REGIÓN DE MURCIA, DURANTE 1999. 3<sup>er</sup> AÑO.**

##### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 1999

##### **OBJETIVOS:**

Describir el comportamiento respiratorio del sargo picudo, haciendo especial hincapié en los parámetros de interés para su cultivo, como son el consumo de oxígeno, concentraciones crítica y letal, y frecuencia de ventilación, así como analizar la influencia del peso y la temperatura.

Determinar los factores que influyen en el consumo de oxígeno en el sargo picudo y la obtención de modelos matemáticos que permitan predecir el consumo de oxígeno según varíen dichos factores.

Profundizar en el conocimiento adquirido de la alimentación de esta especie, en poblaciones salvajes del Mar Menor.

Probar la idoneidad de una dieta con harina de soja (reemplazando a la harina de pescado en diferentes porcentajes de sustitución), sin ningún tratamiento tecnológico previo, para el engorde de sargo picudo en condiciones intensivas.

Estudiar el nivel óptimo de proteína y glúcidos en una dieta en la que, obteniéndose resultados satisfactorios en cuanto a crecimiento, eficiencia alimentaria, supervivencia de los individuos, se pudieran rentabilizar los gastos de producción, abaratando el precio de los piensos, sustituyendo parte del porcentaje proteico por carbohidratos de menor coste.

Conocer las variaciones que sufren en su ciclo anual diversos parámetros sanguíneos en el sargo picudo.

Determinar el rango "normal" de diversos parámetros fisiológicos del sargo picudo en situación de cultivo. Conocido este rango se podrá determinar cuándo nos encontramos ante una situación de normalidad y cuándo estamos ante un problema de producción.

Estudiar el efecto a nivel fisiológico que tiene una restricción de la tasa de alimentación en el sargo picudo, así como determinar si la temperatura a la que se realiza el experimento puede influenciar esta respuesta fisiológica.

Comparar la respuesta fisiológica del sargo picudo alimentado con dietas de diferente composición tanto a nivel del porcentaje de cada macronutriente como de su fuente de materia prima.

Estudiar la capacidad del sargo picudo para compensar los posibles efectos de una restricción de la tasa de alimentación.

Determinar la viabilidad de poder utilizar el plasma tras una primera descongelación y el efecto que puede ocasionar este hecho sobre los valores que se están determinando.

Establecer una pauta de muestreo adecuada para poder comparar los valores obtenidos en peces salvajes con los de cultivo.

Establecer el rango de actividad normal de estas enzimas a lo largo del cultivo del *Puntazzo puntazzo* así como determinar posibles modificaciones ocasionadas por las variaciones de su status nutricional y de la composición de la dieta.

Realizar un seguimiento de la calidad de la grasa del sargo picudo, ya que esta demostrado que la composición de los tejidos son un fiel reflejo de la composición del alimento.

Conocer la opinión del consumidor sobre el sargo picudo mediante pruebas sensoriales dirigidas a potenciales consumidores.

#### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.  
Centro: Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario.  
Departamento: Equipo de Acuicultura.

#### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Benjamín.  
Apellidos: García García.

#### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El presente estudio se ha desarrollado en las instalaciones experimentales de acuicultura del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.

#### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

##### **Metodología del estudio del consumo de oxígeno, concentración crítica y letal y frecuencia de ventilación en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*): Efecto del peso y la temperatura:**

Se utilizan juveniles (15-20 g) de sargo picudo capturados en el Mar Menor. Se estabulan en un tanque tipo raceway de 5.500 l de capacidad, de donde se extrajeron y trasladaron los ejemplares hasta acuarios, donde se llevarían a cabo los experimentos.

Temperatura, fotoperiodo y salinidad son naturales.

La concentración de oxígeno se mantiene por encima del 70% de saturación.

Los peces son alimentados todos los días manualmente a saciedad con pienso seco granulado para dorada.

Se realizan 8 experimentos con peces de distinto tamaño y a diferentes temperaturas. Los animales ayunan las 24 h previas al experimento.

Se obtienen medidas del descenso de la concentración de oxígeno en circuito cerrado de agua. Inicialmente se corta el suministro de agua a los acuarios y se cubre con una lámina plástica flotante para evitar el intercambio de oxígeno entre agua y aire. En el interior del acuario se introduce un sensor de oxígeno y temperatura que se encuentra conectado a un ordenador donde se registran los datos mediante un programa informático.

Se obtiene un modelo de CO de rutina en función del peso y de la temperatura, calculando el CO individual en intervalos de 30 minutos, por descenso de su concentración sin llegar al punto crítico.

La frecuencia ventilatoria (FV) se obtiene visualmente, contando el número de veces que abre y cierra los opérculos en un periodo de 15 segundos, en uno de los individuos del grupo elegido al azar.

Con los datos obtenidos se calculan los siguientes índices:

- **[O<sub>2</sub>]<sub>crítica</sub>**: Valor de concentración de oxígeno por debajo del cual se modifica su consumo.
- **[O<sub>2</sub>]<sub>letal</sub>**: Concentración de oxígeno en la que muere el primer individuo del grupo.
- **LC50**: Concentración de oxígeno en la que mueren el 50% de los individuos.
- **LC100**: Concentración de oxígeno en la que mueren el 100% de los individuos.
- **FV<sub>ini</sub>**: Frecuencia ventilatoria inicial.
- **FV<sub>máx</sub>**: Frecuencia ventilatoria máxima que alcanza el pez.
- **[O<sub>2</sub>]<sub>MFV</sub>**: Concentración de oxígeno en la cual se modifica la frecuencia ventilatoria.
- **[O<sub>2</sub>]<sub>FVmáx</sub>**: Concentración de oxígeno en la que se alcanza la FV máxima.

**Resultados del estudio del consumo de oxígeno, concentración crítica y letal y frecuencia de ventilación en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*): Efecto del peso y la temperatura:**

No existen diferencias significativas entre peso y temperatura media de los 3 grupos analizados en cada experimento, por lo que se consideran como réplicas.

Se selecciona el modelo de regresión  $\text{Ln CO} = -3,264 + 0,847 \text{ Ln P} + 0,766 \text{ Ln T}$  debido a que peso y temperatura influyen en dicho modelo.

El consumo de oxígeno se mantiene constante en un amplio intervalo de concentración de oxígeno (31 y 47 % de saturación de oxígeno), hasta llegar a un **[O<sub>2</sub>]<sub>crítica</sub>** donde el consumo de oxígeno desciende significativamente. El consumo de oxígeno es independiente del peso de los animales y de la temperatura del agua.

El **[O<sub>2</sub>]<sub>letal</sub>** está comprendido entre un 8 y un 14% de saturación, siendo su valor medio de  $11,21 \pm 2,07$ , y se correlaciona positiva y significativamente con la temperatura, no viéndose afectado por el peso de los animales.

Los valores de la  $FV_{inicial}$  oscilan entre 78 y 120 ventilaciones /minuto. La  $FV_{máxima}$  oscila entre 127 y 259 ventilaciones / minuto. Tanto la  $FV_{inicial}$  como la  $FV_{máxima}$  muestran una correlación positiva y significativa con la temperatura del agua y, únicamente la  $FV_{máxima}$  se ve afectada por el peso, mientras que la  $FV_{inicial}$  no se ve afectada de forma determinante por la  $[O_2]_{inicial}$ .

Los valores de la concentración de oxígeno que modifican la frecuencia ventilatoria se encuentran relacionados con la temperatura del agua, pero no con el peso de los peces. Cuando la  $[O_2]$  disminuye por debajo de la  $[O_2]_{MFV}$ , la FV aumenta y alcanza su máximo valor posteriormente a la  $[O_2]_{crítica}$ .

Al inicio del experimento, cuando la  $[O_2]$  está en torno al 110% de saturación, la ventilación es casi imperceptible, con un ligero movimiento de los opérculos y sin participación aparente del movimiento de la boca. Presentan períodos de apnea esporádicos. La FV muestra valores muy bajos.

Cuando la  $[O_2]$  es del 70-75% de saturación, la respiración se hace más aparente, con una participación clara del movimiento de la boca y de los opérculos, observándose un aumento progresivo de la frecuencia de ventilación conforme disminuye la concentración de oxígeno.

Al llegar al 25-30% de saturación, desaparecen los patrones de comportamiento y empiezan a nadar de un lado a otro del acuario.

Cuando la concentración de oxígeno desciende hasta el 15% de saturación, aparecen espasmos acompañados de pérdida de equilibrio. Si la concentración sigue disminuyendo se acuestan sobre el fondo disminuyendo ligeramente la FV, la cual se mantiene constante hasta la muerte del animal.

#### **Conclusiones del estudio del consumo de oxígeno, concentración crítica y letal y frecuencia de ventilación en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*): Efecto del peso y la temperatura:**

El modelo  $\ln CO = -3,264 + 0,847 \ln P + 0,766 \ln T$  es el adecuado para expresar el consumo de oxígeno de rutina del sargo picudo en función del peso y de la temperatura, dentro del rango estudiado (15-300 g de peso y 15-30 °C de temperatura). El CO (consumo de oxígeno) de rutina equivale al gasto energético que realizan los animales cuando sus movimientos son aparentemente espontáneos.

El sargo picudo se comporta como un organismo regulador, manteniendo constante su CO (consumo de oxígeno) hasta un valor promedio del  $38,50 \pm 5,40\%$  de saturación. Por debajo de este valor, el CO disminuye linealmente con la  $[O_2]$ .

La  $[O_2]_{crítica}$  en el sargo picudo es independiente al efecto de la temperatura y al tamaño de los animales. El volumen de agua bombeado a través de las branquias en esta especie, no se encuentra limitado por el consumo de oxígeno. El aumento de las necesidades de oxígeno provocadas por la temperatura, se solventa mediante aumentos de la FV, siempre y cuando los niveles de oxígeno no desciendan del 38% de saturación. Los valores de la FV en reposo dependen de la temperatura y no del peso de los animales.

El estrés actúa suprimiendo el crecimiento de los peces, por medio de una elevada concentración plasmática de cortisol, supresión de esteroides anabolizantes y GH. La  $[O_2]$  en la que se modifica la frecuencia de ventilación  $\{[O_2]_{MFV}\}$  es de un 54% de promedio.

El aumento de la FV conlleva un gasto energético asociado. Dicho aporte de energía proviene de la disminución del metabolismo de otros tejidos a favor de un aumento de la FV. Otra fuente de aportación es el aumento del metabolismo anaerobio.

La  $[O_2]_{letal}$  depende de la temperatura, debido a que ésta provoca un aumento de las reacciones químicas en general y, por tanto, del metabolismo. Por esta razón, a mayor temperatura, las necesidades de oxígeno aumentan y se hace más patente su falta.

La resistencia a la hipoxia es similar en los sargos de pequeño tamaño (15 g) y en los animales grandes (280 g).

#### **Metodología del estudio de la modelización del consumo de oxígeno en función del peso y temperatura del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*).**

Los animales, capturados en el medio natural a lo largo de tres años (mayo de 1997 – mayo de 1999), se estabulan en tanques rectangulares de 1 x 5,5 x 1 m y una capacidad máxima de 5.500 l con circulación continua de agua.

Fotoperiodo y temperatura son naturales, y la salinidad se mantiene en un valor constante de 37 g/l.

El nivel medio del oxígeno disuelto en los tanques no desciende del 80% de saturación.

La dieta consiste en un pienso seco granulado para dorada repartido a los animales a saciedad en 5 tomas diarias.

El rango de temperatura considerado para el estudio oscila entre 13,29 y 28,59°C.

El CO (consumo de oxígeno) se calcula a partir de la diferencia entre la concentración de oxígeno disuelto del agua de entrada y de salida de un tanque de cultivo de peces. Esta diferencia está relacionada con el caudal de agua y la biomasa total de peces en el estanque. Las medidas de CO se realizan durante 31 horas consecutivas, alimentando a los peces el primer día desde las 10:30 hasta las 16:30 h y manteniéndolos en ayunas el segundo.

Otros parámetros de interés que se calculan:

- CODIA: CO medio diario.
- COAM: CO con alimentación.
- COAMAX: Consumo de oxígeno máximo debido a la alimentación.
- CORNOCH: CO en rutina (reposo) mínimo.
- CORMAX: CO en rutina (reposo) máximo.
- DICOA: Duración del incremento de CO sobre el nivel de reposo debido a la alimentación.
- TPCOA: Tiempo que transcurre en producirse el pico de CO debido a la alimentación.



Para estudiar la influencia de las variables independientes (peso y temperatura) sobre las dependientes (consumo de oxígeno), se realizan análisis de correlación simple, parcial y múltiple lineal. Los datos se ajustan utilizando un análisis de regresión múltiple.

### Resultados del estudio de la modelización del consumo de oxígeno en función del peso y temperatura del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*).

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para los diferentes índices de consumo de oxígeno, así como el oxígeno en tanto por ciento de saturación para cada uno de estos periodos de consumo.

Valores máximos, mínimos y medios de las variables consideradas para el análisis de correlación parcial			
	Medio	Mínimo	Máximo
<b>Peso</b>	295,41	6,29	798,62
<b>Temperatura</b>	22,06	13,29	28,59
<b>Ingesta</b>	1,26	0,10	4,19
<b>Carga</b>	11,90	0,67	27,03
<b>CODIA (mgO<sub>2</sub>/h)</b>	65,38	5,28	190,85
<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	84,52	68,87	94,85
<b>CORMIN (mgO<sub>2</sub>/h)</b>	48,75	5,24	161,48
<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	84,61	70,25	100,53
<b>CORMAX (mgO<sub>2</sub>/h)</b>	62,63	5,88	199,54
<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	85,11	68,07	99,15
<b>COAMAX (mgO<sub>2</sub>/h)</b>	100,39	8,53	311,46
<b>COAM (mgO<sub>2</sub>/h)</b>	76,16	5,90	235,93
<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	85,47	70,27	98,41
<b>DICOA (h)</b>	13,75	10,50	17,00
<b>TPCOA (h)</b>	5,46	0,50	18,00

Los datos se ajustan mediante el análisis de regresión lineal al modelo  $Y = a X^b$ . A partir de las ecuaciones de regresión obtenidas, se calcula  $Q_{10}$  para los diferentes rangos de temperatura.  $Q_{10} = (Y_2 - Y_1)^{(10/(T_2 - T_1))}$ , donde  $Y_2$  e  $Y_1$  son los valores de CODIA para  $T_2$  y  $T_1$ .

VALORES DE $Q_{10}$ CALCULADOS PARA DISTINTOS RANGOS DE TEMPERATURA			
Rango de T(°C)	CODIA $Q_{10}$	Rango de T(°C)	CODIA $Q_{10}$
14,48-18,89	4,65	27,29-28,59	3,23
18,89-23,10	1,94	14,48-23,10	3,04
23,10-25,70	1,38	23,10-27,29	1,55
25,70-27,29	1,88	25,70-28,59	2,40

Para explicar las variaciones de CODIA en función de la temperatura y el peso, se recurre a modelos lineales que se pueden desarrollar empíricamente ajustando los datos mediante análisis de regresión múltiple en los que la relación entre CODIA y peso es exponencial y, el coeficiente de peso es independiente de la temperatura:

$$\text{Temperaturas} < 27^\circ\text{C} \quad \ln \text{CODIA} = -3,8980 + 0,6593 \ln P + 0,3412 T - 0,0064 T^2$$

$$\text{Temperaturas} > 27^\circ\text{C} \quad \ln \text{CODIA} = -7,7764 + 0,6595 \ln P + 2,5843 \ln T$$

$$\ln \text{CODIA} = -1,7674 + 0,6595 \ln P + 0,0929 T$$

Los datos que se obtienen en la época de reproducción se tratan por separado debido a que el comportamiento de los animales y sus respuestas fisiológicas varían en esta época del ciclo reproductivo.

<b>Valores máximos, mínimos y medios de las variables consideradas para el análisis de correlación parcial en el periodo de reproducción</b>			
	<b>Medio</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Peso</b>	556,82	435,86	798,62
<b>Temperatura</b>	25,28	19,87	27,66
<b>Ingesta</b>	0,64	0,18	0,86
<b>Carga</b>	16,27	11,25	19,37
<b>CODIA (mgO<sub>2</sub>/h)</b>	122,22	40,69	190,85
<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	77,38	68,87	86,19
<b>CORMIN (mgO<sub>2</sub>/h)</b>	88,20	23,38	140,13
<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	78,07	70,29	84,30
<b>CORMAX (mgO<sub>2</sub>/h)</b>	115,56	45,65	190,41
<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	75,94	68,07	84,82
<b>COAMAX (mgO<sub>2</sub>/h)</b>	190,04	87,23	311,46
<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	78,87	70,27	88,86
<b>COAM (mgO<sub>2</sub>/h)</b>	147,02	53,42	235,93
<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	78,87	70,27	88,86
<b>DICOA (h)</b>	13,00	11,50	14,50
<b>TPCOA (h)</b>	3,14	0,50	7,50

Los datos para el periodo de reproducción se ajustan a las siguientes ecuaciones:

$$\ln \text{CODIA} = -8,4639 + 0,6606 \ln P + 2,7948 \ln T$$

$$\ln \text{CODIA} = -2,4190 + 0,6508 \ln P + 0,1193 T$$

### **Conclusiones del estudio de la modelización del consumo de oxígeno en función del peso y temperatura del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*).**

Mediante los análisis de correlación simple, parcial y múltiples se ha puesto de manifiesto que las variaciones en el consumo de oxígeno dependen fundamentalmente del peso de los animales y de la temperatura. La carga y la cantidad de oxígeno disuelto en el agua no influyen prácticamente sobre este consumo.

Cuando el alimento se suministra en varias tomas, el valor máximo se alcanza de una forma pausada y tiende a situarse en el centro de la curva que describe el consumo de oxígeno frente al tiempo: la duración media del incremento del CO sobre el nivel de reposo es de 13,75 h (DICOA) y el valor máximo se alcanza sobre las 5 h después de suministrar la primera toma (TPCOA).

### **Metodología del estudio de los contenidos estomacales en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) del Mar Menor:**

Se recolectan ejemplares de sargo picudo, desde el mes de mayo a octubre de 1999, en capturas comerciales realizadas en el Mar Menor.

En el laboratorio se anota toda la biometría de los peces capturados. Las cavidades abdominales se abren mediante una incisión longitudinal en la zona medio ventral.

El procedimiento de extracción de los contenidos consiste en abrir el estómago mediante una incisión longitudinal con la ayuda de unas tijeras finas y depositar su contenido sobre una malla fina de 0,2 mm. Posteriormente se vierte el contenido en una placa Petri para su análisis.

El análisis de cada contenido digestivo se realiza a través de una lupa binocular, cada categoría alimenticia se identifica hasta el nivel taxonómico más bajo posible, con arreglo a lo que su estado de digestión permite.

Se calcula el peso húmedo de las categorías identificadas; la correlación entre masa húmeda y seca es elevada.

La tasa de Actividad Metabólica es medida por el índice de Actividad (AC), porcentaje de estómagos que contienen presas respecto al número total de estómagos examinados, el mínimo de éste índice sería 0, indicando ninguna actividad metabólica, y 100 correspondería al 100% de actividad.

Los índices calculados son los siguientes:

- Índice de Ocurrencia (F): Informa de los hábitos alimenticios de una población.
- Porcentaje en número de cada categoría de presa.
- Porcentaje en peso (%W): Informa del valor alimenticio de cada categoría de presa.

#### **Resultados del estudio de los contenidos estomacales en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) del Mar Menor:**

Se examinan 63 individuos de *Puntazzo puntazzo* de tallas comprendidas entre los 110 y los 357 mm (talla media de 224 mm).

El porcentaje de actividad metabólica es de 71,42%.

Un 28% de los estómagos se encuentran vacíos (18). Las algas son una de las presas preferentes, por lo que se puede catalogar a los sargos como una especie marcadamente omnívora.

Las presas examinadas se distribuyen en 17 categorías alimentarias.

El mayor I.R.I. (Índice de Importancia Relativa) lo han presentado las algas, incluidas dentro de las presas principales, tras el análisis de la proteína contenida en la materia vegetal, se determinó un 22,5% en peso seco.

En la siguiente tabla se muestra el conjunto de presas examinadas en los contenidos estomacales:

	N (% numérico)	W (% peso presas)	F (frec. Presas)	I.R.I.	Q (Coef. Alimen.)
Algae	15,91	13,08	46,67	1352,78	208,08
Ascidia	0,76	0,95	2,22	3,79	0,72
Bryozoo	1,52	17,05	4,44	82,52	25,84
Crustacea	12,12	0,02	6,67	80,97	0,29
Escamas de pez (sargo)	2,27	0,00	6,67	15,15	0,00
Fibras de <i>P. oceanica</i>	0,76	1,89	2,22	5,87	1,43
Gasterópodo	1,52	1,34	6,67	19,01	2,03
Mollusca	5,30	1,45	6,67	45,03	7,70
Polichaeta	34,09	0,00	15,56	530,34	0,09
Porifera	11,36	11,06	22,22	498,41	125,74
Restos indeterminados	14,39	53,16	42,22	2852,12	765,13

### Conclusiones del estudio de los contenidos estomacales en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) del Mar Menor:

Los hábitos alimentarios observados en *Puntazzo puntazzo* han resultado ser omnívoros. El mayor índice de ocurrencia (F) corresponde al grupo de algas seguido del de las esponjas.

Se diferencian los individuos en función del arte de pesca con el que han sido capturados, pues hay artes en las que el ejemplar permanece más tiempo atrapado que con otros artes.

Esta especie captura sobre todo presas epibentónicas tanto de estructuras duras como de estructuras blandas y también actúa sobre la fauna asociada a las comunidades de algas del Mar Menor.

El *Puntazzo puntazzo* posee un intestino muy largo, lo que demuestra que esta adaptado a alimentarse de presas de baja digestibilidad como algas.

El porcentaje de proteína contenido en la materia vegetal no es un dato muy significativo debido a que no se pueden sacar conclusiones sobre sus efectos en el crecimiento de poblaciones naturales.

El hecho de que *Puntazzo puntazzo* depreda sobre esponjas es una estrategia para minimizar el nivel de competencia por el recurso trófico entre otras especies.

### Metodología del estudio del efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de soja en la dieta para sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) sobre su crecimiento y composición corporal:

Se utilizan sargos picudos capturados en el Mar Menor en junio de 1999 y estabulados en las instalaciones del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar. Para el estudio se selecciona una población de ejemplares de pesos homogéneos, 200 g. Son alimentados con cinco tipos de dietas diferentes, un tipo de dieta de una marca comercial, escogida como modelo de referencia y las cuatro restantes confeccionadas por el Departamento de Ciencia Animal de la UPV, con diferentes porcentajes de sustitución de harina de pescado por harina de soja (0%, 20%, 40% y 60%).

Se utilizan lotes de 15 animales de 200 g de peso medio (3 lotes por dieta). Los experimentos se llevan a cabo en 15 tanques circulares de 400 litros con circulación abierta de agua de mar, estando regulado el caudal de manera que el oxígeno disuelto no descienda del 70% de saturación. El experimento dura 3 meses (junio a septiembre). El fotoperiodo es natural y el rango de temperaturas se encuentra entre 25 y 28 °C. Los animales se alimentan *ad libitum* 3 veces al día.

Se controla el peso al inicio de la experiencia, durante la misma con una periodicidad de 30 días, y al final, a los 92 días del inicio.

Se calculan los siguientes índices de crecimiento y aprovechamiento de las dietas:

- TEC: Tasa Específica de Crecimiento.
- TAR: Tasa de Alimentación Relativa.
- IEA: Índice de Eficacia Alimentaria.
- PPV: Valor Productivo de la Proteína.
- FPV: Valor Productivo de la Grasa.

De una muestra de 6 animales iniciales y de 6 animales de cada tanque al final del periodo experimental, además de sus biometrías, se toma el peso del hígado, de la grasa mesentérica, del aparato digestivo y de las gónadas. Con estos datos se calculan los siguientes índices:

- K: Factor de Condición.
- IGS: Índice Gonadosomático.
- IHS: Índice Hepatosomático.
- PGM: Porcentaje de Grasa Mesentérica.

Se determina la composición corporal de tres animales de cada uno de los tanques.

También se realiza una prueba de palatabilidad con muestras de animales alimentados con los distintos tipos de dietas (dietas con 0%, 40% y 60% de harina de soja), con el objeto de comprobar si la sustitución de harina de pescado por harina de soja en la dieta del sargo modifica de alguna forma su perfil sensorial y, en este caso, si las diferencias detectadas en los caracteres organolépticos influyen en la aceptación del producto por parte del consumidor.

**Resultados del estudio del efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de soja en la dieta para sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) sobre su crecimiento y composición corporal:**

En los 92 días de experimentación los peces pasan de los 200 g iniciales al tamaño comercial de 350 g.

En el primer (junio – julio) y segundo (julio – agosto) periodo experimental no se producen diferencias significativas del peso medio de los distintos lotes y tampoco de TEC, TAR e IEA.

En el último periodo (agosto – septiembre) la dieta que contiene un 60% de harina de soja presenta el peso medio más bajo, siendo significativamente diferente de la dieta del 0% pero no de las otras dos. Sin embargo, no existen diferencias significativas entre los valores de TEC, TAR e IEA. Tampoco se correlacionan los índices y los distintos porcentajes de harina de soja de las distintas dietas experimentales.

Entre los índices biométricos no existen diferencias significativas, salvo en el caso del IHS. Los lotes alimentados con la dieta comercial tienen un IHS inferior a las dietas experimentales que contienen el 0 y el 20% de soja pero no existen diferencias significativas con las otras dos. No se correlacionan de forma significativa los índices biométricos y los distintos porcentajes de harina de soja de las distintas dietas experimentales.

No hay diferencias significativas ni en el contenido de proteína corporal, ni en la humedad. No habiendo una relación entre el contenido de proteína y humedad y los distintos porcentajes de harina de soja. El contenido de grasa corporal es inferior y diferente entre los animales alimentados con la dieta comercial y la dieta experimental que contiene el 0% de soja. Entre los ejemplares alimentados con las distintas dietas experimentales no existen diferencias significativas en el contenido de grasa corporal, aunque sí existe una tendencia a que ésta disminuya según aumenta el porcentaje de harina de soja en la dieta.

Los resultados de la prueba de palatabilidad muestran que no hay diferencias significativas entre las muestras de sargo alimentados con distintos porcentajes de harina de soja. La aceptación general por parte de los consumidores se califica como Aceptable – Bueno.

**Conclusiones del estudio del efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de soja en la dieta para sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) sobre su crecimiento y composición corporal:**

La evolución de los índices de crecimiento, biométricos y aprovechamiento de la dieta son los normales para esta especie en las condiciones de trabajo utilizadas en el presente estudio.

Los pesos medios alcanzados al final del experimento por los animales con la dieta del 60% de harina de soja son algo más bajos que los resultados obtenidos con las restantes dietas, pero se mantienen dentro del rango de pesos alcanzado por los animales con las dietas de soja restantes.

Tanto la proteína como la grasa son peor aprovechadas por los animales con dietas a base de harina de soja. En el caso de la grasa, el aprovechamiento va disminuyendo con tasas crecientes de incorporación de soja, debido a que la soja tiene sustancias antinutricionales y un alto porcentaje de fibra.

Hay una relación inversamente proporcional entre el contenido de grasa corporal y el porcentaje de harina de soja en la dieta, por lo que cuanto más aumenta el contenido de harina de soja, más disminuye el contenido de grasa corporal.

Desde el punto de vista del valor nutritivo, es deseable en el pescado una mayor riqueza en vitaminas y minerales y un menor contenido de grasa.

Desde el punto de vista del consumidor, sargos alimentados con harina de soja tienen igual aceptación que aquellos sargos alimentados con harina de pescado.

**Metodología del estudio de la influencia del contenido en proteína en la dieta del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) sobre su crecimiento y aprovechamiento nutritivo:**

Para un experimento de dos meses de duración (octubre – diciembre), en junio de 1999 se seleccionan 300 sargos de pesos y tallas homogéneas. Se introducen en 15 tanques circulares de 400 l de capacidad a razón de 20 sargos / tanque. El caudal se regula de tal manera que el oxígeno disuelto no descienda del 70% de saturación. El fotoperiodo es natural y la temperatura oscila entre 13 y 21 °C.

Estos sargos son alimentados a saciedad tres veces al día, con cinco diferentes tipos de dietas. Una dieta es a base de un pienso de una marca comercial, es escogido como modelo de referencia y las cuatro restantes han sido confeccionadas por el Departamento de Ciencia Animal de la UPV con diferentes porcentajes de proteínas (20%, 30%, 40% y 50%) y glúcidos, manteniendo prácticamente constante el porcentaje de grasa.

Se realizan controles de peso al inicio, a la mitad y al final del periodo experimental. Se calculan las siguientes tasas e índices:

- Tasa de alimentación diaria (TAD).
- Incremento de peso.
- Tasa absoluta de crecimiento (TAC).
- Tasa específica de crecimiento (TEC).
- Índice de Conversión (I.C.).
- Índice de eficacia alimentaria (IEA).

De una muestra de cinco animales de la población inicial y 5 de cada tanque de la población final, además de su peso fresco y longitud total, se toma el peso del hígado, de la grasa mesentérica y de las gónadas, con el fin de determinar:

- Factor de condición (K).
- Índice hepatosomático (IH).
- Índice gonadosomático (IG).
- Porcentaje de grasa mesentérica (PGM).

**Resultados del estudio de la influencia del contenido en proteína en la dieta del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) sobre su crecimiento y aprovechamiento nutritivo:**

En la siguiente tabla se muestran los valores de crecimiento y utilización nutritiva de la dieta del sargo picudo con cinco dietas diferentes.

	Pienso comercial	20% proteína	30% proteína	40% proteína	50% proteína
<b>P<sub>inicial</sub></b>	127,00+4,34	126,26+5,96	127,34+2,06	125,21+5,10	124,72+2,30
<b>P<sub>final</sub></b>	156,17+8,85	134,26+6,37	144,42+3,73	149,78+6,96	148,50+1,71
<b>TEC</b>	0,3817+0,04	0,1137+0,02	0,2271+0,03	0,3315+0,02	0,3233+0,02
<b>TAR</b>	0,9148+0,02	0,9397+0,04	0,9283+0,01	0,9394+0,03	0,9078+0,04
<b>IEA</b>	0,4165+0,05	0,1214+0,02	0,2441+0,03	0,3521+0,03	0,3551+0,01

El peso medio de los peces no aumenta de forma notable durante el periodo de la prueba, no detectándose diferencias significativas del peso medio de los distintos lotes.

Entre los lotes alimentados con pienso que contienen un 40 y un 50% de proteína, no se encuentran diferencias apreciables en cuanto a la tasa de crecimiento. Sin embargo, sí hay diferencias significativas en el crecimiento de los grupos alimentados con los piensos de 20, 30 y 40% de proteína.

El análisis de la ingesta (TAR) no demuestra diferencias significativas. La razón de que los índices de ingesta hayan sido bajos son las bajas temperaturas en las que se encontraban los peces.

Comparando los diferentes índices biométricos, no se han detectado diferencias significativas.

Se relacionan los índices de crecimiento con los diferentes porcentajes de proteína de las dietas experimentales, resultando una correlación no significativa. Por otro lado, se ha visto que existe una correlación positiva entre la tasa específica de crecimiento y las dietas correspondientes a los niveles de proteína de 20, 30 y 40%.

**Conclusiones del estudio de la influencia del contenido en proteína en la dieta del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) sobre su crecimiento y aprovechamiento nutritivo:**

Los resultados obtenidos en los casos más favorables, dietas TROUW, 40% y 50% de proteína, se encuentran dentro de un rango aceptable.

El I.C. obtenido con la dieta de un 40% de proteína es elevado, pero teniendo en cuenta el rango de temperaturas en el que nos encontramos, es satisfactorio ya que el rango óptimo de temperaturas para los sargos está en torno a los 27°C.

La tasa específica de crecimiento viene determinada por la porción de proteína, hasta unos niveles determinados de proteína (del 40%). A partir de este porcentaje, el crecimiento se estabiliza.

Los individuos de sargo picudo de media 126,18±1,11 g de peso, son capaces de utilizar una dieta compuesta por 40% de proteína, 10% de grasas, 7% de humedad, 6,27 de minerales, 1,41% de fibra y 35,59% de carbohidratos, sin que afecte al crecimiento y a la calidad del pescado.



### **Metodología del estudio de los cambios en diversos parámetros hematológicos, metabólicos plasmáticos y actividades enzimáticas del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en distintas condiciones de cultivo:**

#### **1. Seguimiento de los valores de diversos parámetros hematológicos, metabolitos plasmáticos y actividad enzimática del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.**

Durante la primavera de 1997 y la de 1998 se capturaron sargos picudos procedentes del Mar Menor. Estos sargos, son distribuidos en lotes de pesos homogéneos en varios "raceways". El fotoperiodo y la temperatura utilizados son los propios de la zona. Los animales son alimentados *ad libitum* con una dieta comercial. Cada 15 ó 30 días los animales son pesados y cada 1 ó 2 son muestreados 6 animales de cada "raceways".

Los muestreos abarcaron un total de 14 meses y en dichos meses, la temperatura del agua oscila entre los 13 y los 28 °C.

Los animales son anestesiados para extraerles la sangre. Con el primer mililitro de sangre extraída se determinan diversos parámetros hematológicos (hematocrito, concentración de hemoglobina y recuento de glóbulos rojos) con los que se calcula:

- Volumen Corpuscular Medio (V.C.M.).
- Hemoglobina Media Corpuscular (H.M.C.).
- Concentración Corpuscular Media de Hemoglobina (C.C.M.H.).

Con el resto de la sangre se determina la concentración de diversos metabolitos plasmáticos (proteínas totales, lípidos totales y glucosa).

#### **2. Establecimiento de rangos de "normalidad" de diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.**

Tanto los procesos de muestreo, como las condiciones de cultivo y los métodos de determinación de los diferentes parámetros medidos, se realizan siguiendo los protocolos descritos en el punto 1.

#### **3. Efecto de la tasa de alimentación sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.**

Se distribuyen sargos en 12 tanques circulares (23 sargos/tanque en agosto y 20 sargos/tanque en octubre). Se alimentan *ad libitum* 3 veces al día durante una semana para la aclimatación a las instalaciones.

El experimento dura 15 días. Al inicio del experimento, 3 tanques son alimentados *ad libitum*, otros 3 son alimentados a 2/3 de la ración anterior, 3 más sólo comieron 1/3 de la ración y finalmente, los 3 restantes se mantienen en ayunas. Fotoperiodo y temperatura son los propios de la zona. Al finalizar el experimento, se toman muestras de sangre a 3 peces de cada lote.

#### **4. Efecto de la composición de la dieta sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.**

En el mes de junio y durante 3 meses que dura la experiencia, se distribuyen sargos picudos de 300 g de peso en tanques circulares de fibra de vidrio con fotoperiodo y temperatura naturales. Durante el periodo experimental fueron alimentados 3 veces al día *ad libitum*. Durante el periodo de adaptación, todos los lotes son alimentados con un pienso comercial de la casa Trouw España (46% proteínas, 12% grasa, 11% minerales, 2% celulosa). Dicho pienso continúa suministrándose a los 3 lotes que servían de control. Otros 3 lotes son alimentados con un pienso de carpa de la firma Dibaq-Protec (45% proteínas, 11% grasa, 16% minerales, 2% celulosa) mientras que los 3 restantes lo son con pienso de dorada de la firma Proaqua (47% proteínas, 21% grasa, 11% minerales, 2% celulosa). Al finalizar el experimento, se toman muestras de sangre a cinco peces de cada tanque.

#### **5. Efecto del estado nutritivo previo sobre diversos parámetros hematológicos, metabolitos y enzimas plasmáticas en la realimentación.**

Se distribuyen 23 sargos/tanque en 12 tanques circulares de fibra de vidrio donde son alimentados *ad libitum* con un pienso comercial de dorada 3 veces al día durante el periodo de aclimatación. Posteriormente 3 lotes son alimentados a saciedad 3 veces al día, otros 3 son alimentados a 2/3 de la ración anterior, 3 más comieron sólo 1/3 de la ración y por último, los 3 restantes se mantienen en ayunas. Fotoperiodo y temperatura del agua son naturales.

El experimento tiene una duración de 15 días. Al finalizar se toman muestras de sangre de 3 peces de cada lote pasando a ser alimentados *ad libitum*. Tras 18 días de realimentación se toman muestras de sangre a otros 3 peces de cada lote.

#### **6. Efecto de una descongelación / congelación de las muestras de plasma sobre los parámetros medidos.**

Se extraen muestras de sangre a 18 sargos. Esta sangre es centrifugada a 3000 rpm durante 25 minutos para obtener el plasma. El plasma es recogido con pipeta y guardado en un tubo Eppendorf para ser inmediatamente almacenado a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis.

Al cabo de una semana, se realiza la primera medida de varios metabolitos (proteínas, glucosa y lípidos) y enzimas plasmáticas (aspartato aminotransferasa y alanina aminotransferasa). El plasma se mantiene en todo momento en un medio refrigerado para tras 8 horas volver a ser congelado. Tras 6 meses, se procede a volver a descongelar las muestras y repetir los análisis siguiendo el mismo protocolo.

#### **7. Efecto a corto plazo de la captura y estabulación de sargos salvajes.**

Se capturan sargos mediante un arte de pesca denominado “moruna” que permite obtener los animales vivos.

Se extrae sangre a 12 peces en un intervalo de tiempo no superior a la media hora desde su extracción de la red.

En las instalaciones, los peces son transferidos a un tanque de 1000 litros en circuito abierto. Dos horas después de su captura y tras permanecer un mínimo de 1 hora en las instalaciones, se extrae una muestra de sangre a otros 6 peces. El resto de animales permanecen en el tanque en ayunas. A las 24 y 48 horas, se vuelve a proceder a la extracción de sangre a otros 6 peces.

Se determinan los parámetros hematológicos, metabolitos y actividades enzimáticas.

#### **8. Variación de la actividad de las enzimas GOT y GPT en el plasma de *Puntazzo puntazzo* en cultivo sin restricción en la alimentación. Efecto de las restricciones alimentarias y de la composición de la dieta.**

A los sargos capturados en la primavera de 1997 y de 1998, y tras los siete primeros experimentos, se les toma una muestra de sangre que es almacenada en hielo entre 0,5 y 1 h antes de ser centrifugada a 3000 rpm durante 25 minutos. Se determina la actividad de la aspartato aminotransferasa (GOT) y la alanina aminotransferasa (GPT).

#### **9. Variación de la composición porcentual en ácidos grasos del músculo blando de sargos de cultivo.**

La extracción de la grasa se realiza mediante la técnica de Folch con una mezcla de cloroformo – metanol. La posterior metilación de los ácidos grasos se realiza siguiendo el método de Stoffel.

#### **Resultados del estudio de los cambios en diversos parámetros hematológicos, metabólicos plasmáticos y actividades enzimáticas del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en distintas condiciones de cultivo:**

##### **1. Seguimiento de los valores de diversos parámetros hematológicos, metabolitos plasmáticos y actividad enzimática del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.**

El peso medio existente para los ejemplares a estudio varía desde ejemplares con peso inferior a los 20 g y los ejemplares con un peso superior a los 500 g.

El IGS en ambos lotes, 1997 y 1998, alcanza el máximo en el mes de octubre, coincidiendo con la época de reproducción del sargo. Si bien, para los sargos procedentes del lote de 1997 el IGS alcanza un valor aproximado de 1,4 y para los sargos procedentes del lote de 1998 apenas alcanzan el valor de 1,5.

Tanto los valores de hematocrito, como los valores de hemoglobina y número de glóbulos rojos, alcanzan su valor máximo en el mes de octubre y el mínimo entre los meses de diciembre y enero.

Los valores de V.C.M., H.M.C. y C.C.M.H. alcanzan sus máximos valores en el mes de octubre, mientras que los valores mínimos son alcanzados en los meses de invierno (diciembre – enero).

Las proteínas plasmáticas no sufren variaciones importantes a lo largo del ciclo de cultivo, mientras que, tanto la glucosa como los lípidos muestran un incremento importante en los meses de septiembre y octubre coincidiendo con el aumento del índice gonadosomático.

## **2. Establecimiento de rangos de “normalidad” de diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.**

Se constata el inicio de una diferenciación sexual en torno al mes de agosto y septiembre, cuando los sargos tienen una edad de aproximadamente un año (Sargo 98). Esta diferenciación se mantiene en torno al 50% hasta agosto del siguiente año en el que ya tienen 2 años de edad (Sargo 97).

Las variaciones, tanto de los valores de hematocrito como del número de glóbulos rojos, se ven afectadas por el peso del animal.

El hematocrito está correlacionado positivamente con el recuento de glóbulos rojos (R.G.R.). El R.G.R. se correlaciona negativamente con el volumen corpuscular medio y la hemoglobina media corpuscular, con lo que aumenta el número de eritrocitos que suelen ser más pequeños y poseen menos hemoglobina.

Se observa una correlación entre el peso y el sexo del animal, lo que implica que los animales indeterminados son los más pequeños y las hembras los más grandes, evidenciando un crecimiento diferencial entre sexos. La correlación negativa entre la temperatura y el peso es seguramente producida artificialmente por el hecho de disponer sólo de lotes de animales nacidos en la misma época del año.

Existe una correlación negativa entre la actividad de la GOT y la concentración de glucosa circulante, y una correlación positiva entre la GPT y la concentración de proteínas plasmáticas. Los lípidos, sin embargo, no presentan correlación ni con la GOT ni con la GPT.

## **3. Efecto de la tasa de alimentación sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.**

En lo que respecta a los parámetros hematológicos, se observa una clara diferencia, diferencia que se ve amortiguada si el experimento se realiza a 20 °C, entre aquellos animales alimentados *ad libitum* o con 2/3 de la ración, con respecto a aquellos que no han tenido acceso al alimento o a sólo 1/3 de la ración.

No se observa variación alguna de la concentración de hemoglobina ni del recuento de glóbulos rojos a 26 °C, sin embargo, al disminuir la temperatura se observa un claro efecto de la restricción alimentaria que parece verse compensado en aquellos animales sometidos a ayuno total, con un aumento del número de glóbulos rojos tal vez incorporados desde órganos de reserva tales como el bazo.

La restricción alimentaria ocasiona un descenso de la concentración de proteína ya sólo con la reducción a 2/3 de la ración tanto a 26 como a 20 °C. La concentración de glucosa sólo disminuye cuando la ración disminuye a 1/3, cuando el agua está a 26°C, mientras que a 20°C ya se produce con 2/3 de la ración. Sin embargo, cuando la restricción es muy acusada, la concentración de glucosa aumenta, probablemente debido a la movilización de las reservas de glucógeno con el fin de soportar las necesidades energéticas del animal.

Los lípidos circulantes disminuyen, proporcionalmente al descenso de la ingesta, tanto a 26 como a 20°C, indicando que la mayor parte de éstos proceden de la dieta.

#### 4. Efecto de la composición de la dieta sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.

Los parámetros hematológicos no presentan diferencias causadas por la composición de la dieta, a excepción de lo que ocurre con la hemoglobina, donde se encuentran valores superiores estadísticamente significativos en aquellos animales alimentados con el pienso de la firma Proaqua. Este hecho es causado por el alto porcentaje de grasa presente en el pienso y la mayor necesidad de oxígeno que tendrá el pez para metabolizarlo.

En lo que respecta a los metabolitos plasmáticos medidos, aparecen diferencias significativas entre los valores de glucosa y lípidos de aquellos peces alimentados con el pienso Dibaq-Protec o con el Proaqua (alta concentración de glucosa y lípidos debido al alto porcentaje de grasa que tiene el pienso y a que parte de esta grasa se utiliza con fines energéticos y/o a que se esté formando glucógeno a partir del glicerol de los triglicéridos). Los peces alimentados con el pienso de la casa Trouw España presentan valores intermedios al de los otros dos piensos tanto de proteínas, como de glucosa y lípidos.

#### 5. Efecto del estado nutritivo previo sobre diversos parámetros hematológicos, metabolitos y enzimas plasmáticas en la realimentación.

Al finalizar el periodo de realimentación, tanto el hematocrito como el recuento de glóbulos rojos no presentan diferencias significativas aún después de que aparecieran tras el periodo de restricción alimentaria.

Los índices V.C.M. y H.M.C. muestran una clara compensación de las diferencias ocasionadas por el periodo de restricción alimentaria.

La concentración de metabolitos plasmáticos medidos muestra una clara tendencia a igualarse en cuanto los diferentes lotes de peces se alimentan *ad libitum*.

La restricción alimentaria ocasiona una menor actividad en los enzimas GOT y GTP. Posteriormente, todos los lotes a excepción del alimentado con 2/3 de la ración, tienden a presentar una actividad similar.

#### 6. Efecto de una descongelación / congelación de las muestras de plasma sobre los parámetros medidos.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos en la 1ª y 2ª medida, así como el coeficiente de variación de los resultados existentes en cada una de ellas.

	Proteínas	Glucosa	Lípidos	GOT	GPT
<b>1ª medida</b>	42,20+2,00	95,45+8,63	15,37+1,82	281,34+36,82	11,17+3,50
<b>2ª medida</b>	47,13+3,58	95,84+10,00	16,67+2,11	249,33+33,75	10,67+3,74
<b>Coef. variación 1ª</b>	0,20	0,38	0,50	0,54	1,29
<b>Coef. variación 2ª</b>	0,29	0,44	0,54	0,52	1,31
<b>Nivel significación</b>	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

N.S. indica la inexistencia de diferencias significativas entre los valores obtenidos en cada una de las medidas (n=18).

### **7. Efecto a corto plazo de la captura y estabulación de sargos salvajes.**

Respecto a los parámetros hematológicos, se detectan valores muy superiores al de los animales en cultivo, causados posiblemente por el estrés de la captura y el traslado a las instalaciones. Tras 24 ó 48 horas en las instalaciones, los valores tienden a igualarse al de los peces en cultivo.

Los metabolitos plasmáticos presentan valores muy cercanos e incluso similares al de los peces en cultivo, para posteriormente disminuir debido al hecho de que se encuentran en ayunas.

Las enzimas plasmáticas, GOT y GPT, presentan un comportamiento atípico tras la captura, indicando una posible inhibición de las rutas metabólicas en que intervienen con el fin de dar preferencias a aquellas que proporcionan energía a más corto plazo. Tras 24 horas en estabulación, se produce una inversión de la tendencia causada o por el ayuno o por la enfermedad que parece estar iniciándose.

### **8. Variación de la actividad de las enzimas GOT y GPT en el plasma de *Puntazzo puntazzo* en cultivo sin restricción en la alimentación. Efecto de las restricciones alimentarias y de la composición de la dieta.**

Los datos obtenidos en el seguimiento muestran una disminución progresiva de la actividad de la GOT en plasma a medida que aumenta el tamaño de los sargos. Esto podría relacionarse con unos requerimientos en la calidad de la proteína cada vez menos estrictos, al producirse una disminución de la velocidad de crecimiento en los animales más grandes.

La actividad de la GPT presenta un patrón muy diferente, al estar relacionado con la época de reproducción en que presenta un máximo tanto en animales de 1 año (150 gramos) como de 2 años (450 gramos).

Todo lo dicho coincide con una disminución muy importante de las reservas de las grasas mesentéricas, que puede implicar la necesidad de utilizar ciertas proteínas con fines energéticos o estructurales para formar una gónada.

Las enzimas GOT y GTP no parecen verse afectadas por las restricciones alimentarias. A 26°C se observa una pequeña disminución de la actividad GOT y GPT que no llega a ser estadísticamente significativa. Sin embargo, cuando la restricción se realiza a 20°C, esta tendencia a disminuir se diluye por la disminución global de la actividad.

### **9. Variación de la composición porcentual en ácidos grasos del músculo blando de sargos de cultivo.**

Existe una disminución de la grasa mesentérica entre los meses de septiembre y octubre, coincidiendo con los meses en los que el índice gonadosomático se encuentra con los valores más altos.

A pesar de que el índice grasosomático se mantiene estable la mayor parte del año, sufre una drástica reducción en septiembre y octubre, coincidiendo con la época de reproducción, y una posterior recuperación a partir de noviembre. En este periodo de recuperación se produce un aumento del porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados, procedentes de la dieta, en el músculo blanco, que provoca un descenso del porcentaje de ácidos grasos saturados y poliinsaturados.

**Conclusiones del estudio de los cambios en diversos parámetros hematológicos, metabólicos plasmáticos y actividades enzimáticas del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en distintas condiciones de cultivo:**

**1. Seguimiento de los valores de diversos parámetros hematológicos, metabolitos plasmáticos y actividad enzimática del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.**

Los valores de los diferentes parámetros medidos varían a lo largo de la vida del animal. Esta variación, parece verse influenciada por la temperatura del agua y por el tamaño del pez.

El aumento del valor de los parámetros hematológicos en ambos lotes en los meses de septiembre y octubre, coincide con la época de reproducción de esta especie. Sin embargo, todos los índices relacionados con la hemoglobina presentan una disminución en ese mismo periodo, a pesar de encontrarse en la época de temperatura máxima en la que la dilución del oxígeno en el agua es menor.

**2. Establecimiento de rangos de “normalidad” de diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.**

El sargo utiliza dos estrategias diferentes para tener una cantidad adecuada de hemoglobina, por un lado, poseer pocos eritrocitos de gran tamaño con mucha hemoglobina (estrategia utilizada cuando los sargos son pequeños), o tener más eritrocitos pequeños con menos hemoglobina (estrategia utilizada cuando los sargos son grandes).

Un descenso de la concentración de glucosa favorece la actividad de la GOT para desaminar aminoácidos gluconeogénicos mientras que, un incremento de la concentración de proteínas plasmáticas incentiva la actividad de la GPT para utilizar estos aminoácidos en producir energía o formar grasa.

**3. Efecto de la tasa de alimentación sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.**

La disminución del hematocrito por efecto de la restricción alimentaria indica la aparición de una posible anemia, tanto en aquellos animales ayunados como en aquellos peces alimentados a 1/3 de la ración máxima. Esta disminución se hace menor cuando también lo hace la temperatura.

La respuesta del pez a la restricción de alimento cuando se encuentra a 26°C parece centrarse en una disminución del volumen del eritrocito, mientras que a 20°C se produce una disminución global del número de eritrocitos posiblemente porque el oxígeno disuelto en el agua ya no es limitante.

**4. Efecto de la composición de la dieta sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.**

Siempre y cuando las dietas estén bien equilibradas, no se observan cambios significativos en los diferentes parámetros e índices hematológicos.

No se observa alteración de la concentración de proteínas totales circulantes por efecto de la composición de la dieta.

#### **5. Efecto del estado nutritivo previo sobre diversos parámetros hematológicos, metabolitos y enzimas plasmáticas en la realimentación.**

Las restricciones alimentarias producen efectos temporales y reversibles sobre los parámetros hematológicos, pudiéndose recuperar con rapidez sus valores en cuanto cesa la restricción.

Son de gran influencia factores externos como la temperatura cuando el animal no presenta restricciones alimentarias.

En animales alimentados con 1/3 de la ración, la glucosa actúa como la mayor fuente de energía mientras dura la restricción.

#### **6. Efecto de una descongelación / congelación de las muestras de plasma sobre los parámetros medidos.**

La inexistencia de diferencias significativas entre ambas medidas hace factible la descongelación / congelación de las muestras de plasma para los valores medidos.

Sin embargo, es preferible evitar este sistema siempre que se pueda puesto que produce un ligero aumento de la variabilidad de los datos dificultando el posterior análisis estadístico.

#### **7. Efecto a corto plazo de la captura y estabulación de sargos salvajes.**

Se han observado claros síntomas de enfermedad causados por las altas temperaturas que tiene el mar en el mes de julio.

Los resultados obtenidos indican la conveniencia de esperar al menos 24 horas tras la captura y estabulación para la extracción de sangre y la determinación de los parámetros hematológicos.

Es conveniente someter a los animales a un tratamiento preventivo con antibióticos para evitar enfermedades y aportarles alimento para eliminar el efecto del ayuno sobre los metabolitos plasmáticos.

#### **8. Variación de la actividad de las enzimas GOT y GPT en el plasma de *Puntazzo puntazzo* en cultivo sin restricción en la alimentación. Efecto de las restricciones alimentarias y de la composición de la dieta.**

Las enzimas GOT y GTP parecen verse afectadas sólo por el peso del animal, con el que mantienen una relación muy significativa.

La composición de la dieta tampoco afecta significativamente la actividad de estas enzimas, a pesar de que la calidad de la proteína parece en principio diferente.

#### **9. Variación de la composición porcentual en ácidos grasos del músculo blando de sargos de cultivo.**

Destaca la importante disminución de los ácidos grasos de cadena larga (HUFA) de la familia n3, y más concretamente C22:5n3, que es considerado esencial en la alimentación de los peces marinos.



### **Metodología del estudio de la evaluación del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) mediante análisis sensorial:**

Como el sargo picudo es una especie poco conocida entre los consumidores, en las pruebas se han incluido como referencia doradas de cultivo, cuya aceptación es sobradamente conocida.

Los sargos picudos utilizados son los que se capturaron en marzo de 1999 y que se mantuvieron en las instalaciones del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar, estabulados en tanques “raceway” de 5500 l con circulación abierta de agua de mar, fotoperiodo y temperatura naturales y salinidad constante con un valor de 37 g/l. Los sargos son alimentados a saciedad con un pienso comercial para dorada.

Las doradas utilizadas en las pruebas son adquiridas en un mercado local, procediendo de piscifactorías de la región.

Los ejemplares de sargo picudo son mantenidos en ayunas 24 horas antes de su sacrificio, realizándose las pruebas sensoriales al día siguiente de su sacrificio, asegurando de este modo que ambas especies se encontraban en condiciones similares de degustación.

Todos los peces son descamados, eviscerados y fileteados. Los filetes se envolvieron en papel de aluminio y se cocinaron al vapor durante 20 minutos.

Un total de 107 personas, 56 mujeres y 51 hombres, no entrenadas, realizan las pruebas sensoriales, entregándoles un cuestionario diseñado para obtener la máxima información posible de la opinión del degustador sobre el pescado y su intención de compra.

### **Resultados del estudio de la evaluación del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) mediante análisis sensorial:**

Un 71% de los encuestados prefiere la dorada sobre el sargo, mientras que un 29% prefiere el sargo frente a la dorada.

Ninguno de los dos pescados produjo un rechazo por alguna de sus cualidades.

En cuanto a apariencia, color, olor y sabor residual, las personas encuestadas calificaron de forma similar a ambos pescados, sin diferencias significativas. Sin embargo, en los atributos sabor, textura, jugosidad y nivel de grasa, el sargo picudo obtuvo una puntuación significativamente más baja, especialmente en jugosidad.

Un 40% de las personas encuestadas compraría dorada, un 9% el sargo y un 50,5% los dos.

### **Conclusiones del estudio de la evaluación del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) mediante análisis sensorial:**

La comercialización del sargo como nueva especie en el mercado, tendría una respuesta muy positiva entre los consumidores, pues un tercio de la población lo prefiere frente a la dorada.

El sargo picudo es algo más seco que la dorada por lo que para que tenga una buena aceptación en el mercado es aconsejable una preparación culinaria que mejore este aspecto.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### **Comunidad Autónoma de Murcia:**

- **1997:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Primer año.
- **1998:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Segundo año. (Continuación de años anteriores)

### **COMENTARIOS FINALES.**

El crecimiento del sargo, en relación con el crecimiento de la dorada o la lubina, es superior.

El sargo se presenta como una especie prometedora capaz de obtener oxígeno a una temperatura elevada, y adaptándose bien a las condiciones de cultivo.

Los estudios muestran que la aceptación que cabe esperar de la introducción del sargo picudo en el mercado es óptima.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Publicación de la revista Aquaculture con el nombre "Effects of commercial diets with different P/E ratios on sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) growth and nutrient utilization".

Publicación en la revista British Journal of Nutrition con el nombre "Differences in tissue fatty acid composition between reared and wild sharpsnout sea bream, *Diplodus puntazzo*".

Publicación en la revista Aquaculture International con el nombre "Sensory evaluation of farmed sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*)".

Publicación en la revista AquaTic con el nombre "Influencia de la proteína vegetal en la dieta natural de poblaciones salvajes de sargo picudo, *Diplodus puntazzo*: sus implicaciones en el cultivo intensivo"

Publicación en la revista Aquaculture con el nombre "Seasonal condition and body composition changes in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) raised in captivity".

Comunicaciones en forma de póster en el VIII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en mayo de 2001 en Santander:

“Efecto del peso y la temperatura sobre el consumo de oxígeno de rutina del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*)”.

“Comportamiento respiratorio del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) frente a la hipoxia progresiva: efecto del peso y la temperatura”.

“Efecto de la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) “

“Evaluación de la aceptación del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) mediante el análisis sensorial”.

“Patrón anual de alimentación en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) bajo condiciones experimentales de cultivo”.

“Efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de soja en la dieta para sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) sobre su crecimiento, composición corporal y palatabilidad”.

Comunicaciones en forma de ponencia en el VIII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en mayo de 2001 en Santander:

“Auto-selección de macronutrientes mediante comederos a demanda: un método para diseño de dietas especiales comerciales”.

## 5. PROYECTO: ESTUDIO SOBRE NIVELES Y EFECTOS DEL TRIBUTIRO DE ESTAÑO EN LA LAGUNA COSTERA DEL MAR MENOR.

### AÑO:

Comienzo del plan: 1998

Finalización del plan: 2000

### OBJETIVOS:

Se pretende determinar la existencia de compuestos organoestánicos en el Mar Menor.

Debido a la dificultad y tediosidad de las determinaciones analíticas de compuestos organoestánicos, se ha establecido la determinación de niveles de imposex como indicador de contaminación por estos compuestos en organismos bentónicos.

Por lo tanto, se pretende observar el grado de contaminación por metales pesados existente, tanto en los sedimentos como en los organismos bentónicos sedentarios que están en contacto con el fondo.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.

Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.

Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

Organismo: Universidad Politécnica de Valencia.

### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Benjamín.

Apellidos: García García.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La ubicación del estudio, tanto para sedimentos como para organismos bentónicos, se encuentra en diferentes estaciones de muestreo a lo largo del Mar Menor.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología: Contaminación por metales pesados.

Las muestras de sedimentos se toman mediante draga Van Been desde la embarcación "La Torre" perteneciente al Centro Oceanográfico de Murcia. En cada punto también se determina la salinidad y la temperatura del agua.

En los meses de junio y julio del año 2000 se toman muestras de sedimentos en los principales puertos deportivos del Mar Menor y en diversas estaciones situadas a diferentes profundidades.

Junto al contenido de metales pesados, también se determina la cantidad de materia orgánica, porcentaje de carbonato y porcentaje de fracción fina. Estos parámetros adicionales ayudarán a la interpretación de los resultados, ya que las concentraciones naturales de metales pesados varían en función de las características del sedimento, composición granulométrica y contenido de materia orgánica.

### **Resultados: Contaminación por metales pesados.**

#### *Porcentaje de fracción fina.*

Todas las estaciones, a excepción de La Encañizada, tienen un porcentaje de finos superior al 50%. Las estaciones centradas, alejadas de los puertos y de la zona costera, por tanto no influenciadas por actividades de dragado, tienen valores superiores al 80%, lo que nos demuestra un claro enfangamiento de los fondos del Mar Menor.

#### *Contenido de materia orgánica.*

La mayoría de las estaciones tienen un porcentaje superior al 2%, con un máximo de 6,5% en la estación de Los Alcázares.

Las estaciones situadas en el centro de la cubeta, alejadas de la costa, que se encuentran en fondos superiores a 4m, tienen mayores valores como corresponde a fondos anóxicos de pradera de *Caulerpa*, abundante en todo el Mar Menor.

Los menores valores se encuentran en la estación La Encañizada, de fondos arenosos, y en la estación situada en frente de la rambla del Albuñón, influenciada por los vertidos de materiales terrestres.

#### *Contenido de carbonato.*

Hay una amplia variación de los valores de carbonato, con un rango variable entre 25,8 y 50,9%. El origen de este material carbonatado se debe a los restos de detritus y de conchas de moluscos. Los valores más elevados se dan en estaciones cercanas a la costa.

#### *Metales pesados.*

Para el cobre se encuentran concentraciones relativamente uniformes. Los niveles superiores a 100 mg/Kg se encuentran en puertos deportivos y frente al muelle de Lo Pagán.

El máximo, 209 mg/Kg, corresponde a la estación ubicada en el puerto de Los Urrutias. Este puerto sufre aportes de metales cercanos, ya que se han encontrado también los máximos valores de cinc, plomo, cobre, arsénico y estaño.

El rango de concentraciones de cadmio es de 0,03-17 mg/Kg, aunque la distribución está desviada hacia valores altos, correspondiéndose los máximos a la zona sur de la laguna por vertidos de residuos estériles mineros.

Las concentraciones de plomo, cinc y arsénico, varían entre 12,9 y 5700 mg/kg. Los valores altos se producen por el aporte de residuos estériles mineros. Los valores más elevados se sitúan en las estaciones cercanas a la Rambla del Beal y en la parte sur de la laguna.

Los niveles de estaño varían entre 0,88 y 20,4 mg/Kg, encontrándose los niveles más elevados en la zona sur.

Los niveles de níquel y cromo son muy similares; en la zona central de la laguna, niveles muy uniformes, encontrándose las mayores concentraciones en la zona de influencia de la Rambla del Beal.

Los niveles de mercurio son bajos, no sobrepasan los 0,4 mg/Kg.

En resumen, las menores concentraciones para la mayoría de los metales se encuentran en la zona de referencia situada en las Encañizadas, con fondos limpios y alejadas de cualquier punto de vertido. Los valores más elevados se encuentran en la cubeta sur, situándose los máximos en la zona cercana a la rambla de Beal, que sigue constituyendo una vía de aporte de metales al Mar Menor.

#### **Conclusiones: Contaminación por metales pesados.**

Se obtienen altas correlaciones entre la mayoría de los metales tóxicos, cuya presencia en la laguna del Mar Menor se debe a actividades antrópicas.

Las concentraciones de metales aumentan cuando aumenta el porcentaje de fracción fina.

Las concentraciones de metales disminuyen a medida que aumenta la concentración de carbonatos en todos los elementos estudiados.

Existe la posibilidad de efectos negativos para la fauna bentónica en varias estaciones debido a las concentraciones de cinc, plomo y cadmio que sobrepasan los límites permitidos.

#### **Metodología: Concentración de metales en organismos bentónicos; Nacra.**

Esta especie se encuentra ampliamente distribuida por toda la laguna. Los organismos son recogidos mediante buceo con escafandra autónoma y trasladados de inmediato al Centro Oceanográfico de Murcia, donde se dejan depurar durante 24 horas para la eliminación de pseudoheces y sedimentos.

#### **Resultados: Concentración de metales en organismos bentónicos; Nacra.**

Se han encontrado altas concentraciones de metales en todas las estaciones. Para los metales tóxicos cadmio, plomo y cinc los mayores niveles se encuentran en la cubeta sur, lo que indica que los vertidos procedentes de la antigua explotación minera de la sierra de La Unión no solamente afectan a los sedimentos sino que los contaminantes están dispuestos para introducirse en la cadena trófica.

#### **Conclusiones: Concentración de metales en organismos bentónicos; Nacra.**

Existe una correlación positiva entre las concentraciones de metales y la talla del bivalvo, excepto en el cromo, por lo tanto, en animales de más edad se encontrarán concentraciones más elevadas, llegando a aumentar en 5 veces para el cadmio, cinc, plomo y estaño.

### Metodología: Niveles y efectos del TBT en la laguna del Mar Menor.

Se toma a la especie *Murex trunculus* como especie bioindicadora de la contaminación por el TBT en esta localidad, mediante la determinación de los distintos grados de imposex (índice de la contaminación por TBT, observado en más de 120 especies de prosobranquios) registrados en esta especie.

La especie *Murex trunculus* es una especie dióica, nunca hermafrodita. Su captura se realiza en apnéa o en inmersión con escafandra autónoma, dependiendo de las características de muestreo. Con la intención de coincidir con los periodos reproductivos de la especie, se realizan los muestreos en un total de 6 estaciones, durante el mes de junio de 2000 y abril de 2001. Las estaciones estudiadas son:

- La Encañizada; se tomó como zona de control.
- Puerto Estacio.
- Puerto de Los Alcázares.
- Islas Sur.
- Puerto de Los Urrutias.
- Puerto de Los Nietos.

Una vez recogidas las muestras, son trasladadas a acuarios para mantenerlas vivas hasta su procesado.

A cada individuo se le mide la longitud de la concha antes de ser anestesiado. Posteriormente, la parte blanda del animal se separa de la concha y es procesada para el análisis morfológico:

- Determinación del sexo.
- Las medidas del pene obtenidas son utilizadas para el cálculo de los índices de imposex RPSI (índice de tamaño relativo al pene en machos) y VDSI (índice de tamaño relativo al pene en hembras).

La observación bajo lupa de los individuos nos permite tener una información preliminar sobre el grado de imposex en las hembras.

### Resultados: Niveles y efectos del TBT en la laguna del Mar Menor.

Los índices de imposex determinados a partir de las medidas de los penes tanto en machos como de las hembras se exponen en la siguiente tabla:

Estación	Nº ejemplares	% hembras	% machos	MPL (mm)	FPL (mm)	RPSI	VDSI
Encañizada	26	53,85	46,15	10,29	3,14	2,84	3,34
Puerto Estacio	25	60	40	10,00	6,70	30,01	4,58
Islas sur	31	58,06	41,94	8,74	4,25	11,50	4,31
Nietos	32	37,5	42,5	14,81	13,13	69,68	4,69
Urrutias	28	39,29	60,71	6,82	7,89	154,84	4,73
Alcázares	33	45,45	54,55	8,13	7,48	77,88	4,70

Donde:

- FPL: Tamaño medio del pene en las hembras.
- MPL: Tamaño medio del pene en los machos.
- RPSI: Índice del tamaño pene relativo para machos.
- VDSI: Índice del tamaño pene relativo para hembras.

En la Encañizada, hay una alta densidad de individuos y una actividad reproductora normal, sobre todo por la abundancia de puestas. En cuanto al nivel de imposex, es relativamente bajo, no registrándose casos de esterilización.

En la Islas Sur la densidad de población está dentro de la normalidad. También se han encontrado puestas, lo que demuestra el mantenimiento de su capacidad reproductora. Una pequeña proporción de la población muestra casos de esterilidad, pero por el momento, su capacidad reproductora no se ve aún afectada.

En Los Alcázares, los niveles de imposex son elevados. No se encontraron puestas y la abundancia de ejemplares es relativamente baja.

En Los Nietos, la situación es similar a la de Los Alcázares.

En el Puerto Estacio y en Los Urrutias, hay poca abundancia de ejemplares y la esterilidad es total.

#### **Conclusiones: Niveles y efectos del TBT en la laguna del Mar Menor.**

El estudio de los niveles de imposex en esta especie bioindicadora, ha demostrado que el Mar Menor está sufriendo un aporte importante de TBT's, ya que sus efectos se detectan incluso en las poblaciones más alejadas de los puertos.

Los niveles de imposex hallados en los puertos indican la práctica esterilización de las hembras.

El hecho de que los efectos de los TBT's se estén detectando en zonas alejadas de los puertos, implica que el Mar Menor se está comportando como una zona de agua confinada, a pesar de la comunicación extra que supone el Puerto Espacio con el mar abierto. Además, los niveles de imposex hallados hacen suponer que todas las comunidades que se localizan en el Mar Menor, están siendo afectadas por los aportes de contaminantes provenientes de los puertos.

La aparición de niveles de imposex en zonas alejadas de los puertos, también puede ser utilizada como un indicador de lo que puede ocurrir con otros contaminantes distintos del TBT, que sean vertidos en el Mar Menor.



## OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

### *Comunidad Autónoma de Galicia:*

- **1998:** Estudio piloto sobre los niveles y efectos del tributilo de estaño (TBT) en una zona de cultivo de moluscos de la costa gallega.

## COMENTARIOS FINALES.

Se han encontrado altos niveles de compuestos organoestánicos en los sedimentos de los puertos deportivos del Mar Menor, lo cual demuestra que, a pesar de la prohibición de su uso en embarcaciones menores de 25 m de eslora, se siguen utilizando. Aunque las concentraciones más elevadas son de TBT y sus metabolitos, también se han podido detectar TPhT y sus metabolitos.

Los niveles de imposex en la población de gasterópodos también son elevados, con un nivel alto de esterilización de hembras en los puertos del Mar Menor estudiados.

La contaminación en la laguna por metales pesados es elevada. Los metales no solamente se encuentran en los sedimentos, sino que están biodisponibles y pasan a la cadena trófica.

Los niveles de metales pesados en organismos del Mar Menor son elevados y similares a los de zonas altamente contaminadas.

## **6. PROYECTO: PRIMEROS ESTUDIOS SOBRE EL ENGRASE DEL ATUN ROJO (*Thunnus thynnus*) EN LAS COSTAS DE LA REGIÓN DE MURCIA**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 1999

### **OBJETIVOS:**

- Caracterización biométrica y composición bioquímica de las poblaciones de origen o poblaciones salvajes de las que proceden los individuos a estabular.
- Seguimiento del proceso de engrase a lo largo del tiempo de estabulación, dependiendo de los distintos rangos de peso del atún estabulado y factores ambientales a los que está sometida la instalación.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.

Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.

Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Benjamín.

Apellidos: García García.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El presente proyecto de investigación se desarrolla en el Centro de Recursos Marinos y Humedales del Litoral de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de Murcia, situado en San Pedro del Pinatar.

También se cuenta con la colaboración del Laboratorio Agrario y de Medio Ambiente de la misma Consejería y el Departamento de Fisiología Animal y Farmacología de la Universidad de Murcia.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología del estudio del cambio en la composición corporal en macronutrientes en el atún rojo sometido a engrase intensivo en jaulas flotantes y efecto del hidrodinamismo de la zona de cultivo:**

Se realiza el seguimiento de la composición de macronutrientes y la variación del color de la "carne" en dos poblaciones de atunes sometidas a un proceso de engrase, desde su captura en junio hasta el mes de noviembre.

Ambas poblaciones permanecen durante el periodo de cautividad en jaulas flotantes en dos zonas del litoral de Murcia y pertenecientes a dos empresas distintas:

- TUNAGRASO S.A.

Las jaulas flotantes pertenecientes a esta empresa se encuentran ubicadas en una zona donde la dirección más frecuente de las corrientes es la NW-SE, con una corriente media de 10 cm/s en el mes de marzo.

- VIVERATUN S.A.

Las jaulas flotantes pertenecientes a esta empresa se encuentran ubicadas en una zona donde la dirección más frecuentes de las corrientes es la SW, con una corriente media de 3 cm/s en el mes de marzo.

Se analizan muestras de individuos de ambas poblaciones recién capturados, y muestras de individuos procedentes de diferentes despesques durante el periodo de engrase.

Se toman muestras del músculo procedente del pedúnculo caudal y con estas muestras se calculan los diferentes valores de macronutrientes (porcentaje de humedad, grasa y proteínas).

**Resultados del estudio del cambio en la composición corporal en macronutrientes en el atún rojo sometido a engrase intensivo en jaulas flotantes y efecto del hidrodinamismo de la zona de cultivo:**

No existen diferencias significativas ni en la concentración de proteínas, humedad y minerales totales, ni en la concentración de grasas entre los individuos recién capturados analizados de las dos poblaciones.

Tras un seguimiento de 6 meses se obtienen los siguientes resultados:

- Los ejemplares de TUNAGRASO poseen un 1% más de proteínas que las de VIVERATUN, debido a que los primeros se encuentran en un lugar más expuesto a las corrientes, por lo que mantienen el tono muscular más desarrollado.
- El porcentaje de grasas es también superior en los ejemplares de TUNAGRASO.
- El porcentaje de humedad es parecido en los ejemplares procedentes de ambos lotes.

Al analizar la variación de color durante el estudio, se observa que los ejemplares de VIVERATUN, al comienzo del mismo, presentan una coloración rojo vivo, según la guía PANTONE, mientras que a los 160 días del comienzo del estudio, la coloración es asalmonada debido al aumento del nivel de grasa en los atunes. En cambio, los ejemplares de TUNAGRASO presentan a lo largo de todo el estudio una coloración rojo vivo similar a la obtenida por VIVERATUN al inicio del estudio.

### **Conclusiones del estudio del cambio en la composición corporal en macronutrientes en el atún rojo sometido a engrase intensivo en jaulas flotantes y efecto del hidrodinamismo de la zona de cultivo:**

Los individuos de ambas poblaciones proceden de una migración, por lo que la masa muscular esta muy desarrollada.

Tras realizar un seguimiento en la composición de macronutrientes, observamos que existen diferencias muy significativas entre las medias de los valores de proteínas, cenizas, humedad y grasa para los distintos días y en las dos poblaciones.

Los factores ambientales, como el hidrodinamismo, afectan de manera importante al metabolismo del atún y, consecuentemente, a la eficacia en engrase de los animales estabulados.

### **Metodología del estudio del efecto del proceso de engrase intensivo en jaulas sobre la relación longitud – peso en el atún rojo:**

Se estudia la evolución de la relación entre la longitud y el peso de individuos de atún rojo capturados en junio de 1998, y sometidos a un proceso de engorde y engrase hasta el mes de noviembre del mismo año, en dos poblaciones diferentes situadas en jaulas flotantes en dos zonas diferentes del litoral de Murcia, y pertenecientes a las empresas TUNAGRASO S.A. y VIVERATUN S.A.

Se estudian las relaciones entre longitud y peso en individuos recién capturados, y en los sucesivos despesques, para ambas poblaciones.

### **Resultados del estudio del efecto del proceso de engrase intensivo en jaulas sobre la relación longitud – peso en el atún rojo:**

La distribución encontrada en la población de VIVERATUN es muy homogénea, más del 95% de los ejemplares pertenece a las clases comprendidas entre los rangos de 201 a 290 cm, lo que indica que se trata de un solo cardumen donde todos los ejemplares tienen la misma edad (más de diez años).

La distribución de la población de TUNAGRASO no es tan homogénea como la anterior; el 70% de los individuos pertenecen a un rango de población comprendido entre los 201 y los 270 cm, mientras que el 30% restante pertenecen al rango comprendido entre 161 y 200 cm, lo que parece indicar la existencia de dos cardúmenes de distintas edades, uno centrado en atunes de tamaño medio de 180 cm (unos 7 años de edad), y otro centrado en atunes de tamaño medio de 240 cm (unos 8-9 años de edad).

La proporción entre machos y hembras es aproximadamente del 50% en ambas poblaciones, aunque en TUNAGRASO existe una mayor proporción de hembras, pero las diferencias no se pueden considerar significativas.

Las diferencias entre ambas poblaciones, de los pesos medios y las longitudes, recién capturados los ejemplares, no son significativas, observándose una variación del peso de los individuos de ambas poblaciones a lo largo del tiempo.

La curva que relaciona la longitud con el peso, se ajusta a una regresión de orden dos del tipo:  $\text{Peso} = b * \text{Longitud}^k$ . Los resultados indican que la máxima delgadez se presenta en el mes de junio, tras la captura, y el máximo nivel de engrase se obtiene en noviembre, obteniendo atunes con aspecto redondeado.

### **Conclusiones del estudio del efecto del proceso de engrase intensivo en jaulas sobre la relación longitud – peso en el atún rojo:**

La caracterización biométrica de las poblaciones capturadas y su seguimiento en el proceso de engrase, facilita una explotación adecuada, aportando información para un mayor aprovechamiento empresarial.

### **COMENTARIOS FINALES.**

El presente estudio demuestra que el hidrodinamismo afecta de forma considerable al engorde de los atunes. Atunes estabulados en lugares de mayor hidrodinamismo mantienen un tono muscular más desarrollado y su eficacia de engrase es mayor.

La proporción de sexos en las poblaciones de atún es de 1:1.

### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Comunicaciones presentadas en forma de pósters al VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en mayo de 1999 en Las Palmas de Gran Canaria con los nombres:

“Cambios en la composición corporal en macronutrientes en el atún rojo (*Thunnus thynnus* Linnaeus, 1758) sometido a engrase intensivo en jaulas flotantes y efecto del hidrodinamismo en la zona de cultivo”.

“Efecto del proceso de engrase intensivo en jaulas flotantes sobre la relación longitud – peso en el atún rojo (*Thunnus thynnus* Linnaeus, 1758)”.

Comunicación presentada en forma de póster en el Congreso *First International Symposium Domestication of Thunnus thynnus* celebrado en Cartagena en febrero de 2002 con el nombre “Macronutrient composition of food for tuna fattening”.

## **7. PROYECTO: CULTIVO INTEGRAL DEL PULPO DE ROCA (*Octopus vulgaris*) EN EL MEDITERRÁNEO: PREENGORDE Y ENGORDE. (Proyecto en coordinación con la C.A. de Cataluña)**

### **AÑO:**

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 1999

### **OBJETIVOS:**

- Conocer la respuesta fisiológica del pulpo común bajo condiciones de cultivo intensivo:
  - o Aclimatar a la cautividad de los ejemplares capturados en el medio natural.
  - o Determinar los rangos óptimos de adaptación a las condiciones ambientales del Mediterráneo occidental.
  - o Estimar el consumo de oxígeno, sus requerimientos mínimos, la producción de amonio y sus niveles tolerables.
- Diseño y puesta en funcionamiento de diversos sistemas de cultivo, tanto en tierra como en el mar, y estimar las tasas de crecimiento, alimentación y conversión y supervivencia en el pulpo común.
  - o Determinar el crecimiento por sexos separados.
  - o Evaluar la eficacia de los diferentes regímenes alimentarios.
  - o Optimizar de la carga de cultivo.
- Realización de un seguimiento de la dinámica de poblaciones naturales de pulpo común explotadas por las pesquerías locales. Evaluación del stock y revisión de la regulación del recurso. Comparación con poblaciones en cultivo.

### **DATOS DE LA INSTITUCIÓN:**

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.

Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.

Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

### **COORDINADOR DEL PLAN:**

Nombre: Benjamín.

Apellidos: García García.

### **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

El presente proyecto de investigación se desarrolla en las instalaciones experimentales del Centro de Recursos Marinos y Humedales del Litoral de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de Murcia, situado en San Pedro del Pinatar.

También se ha contado con la colaboración del Laboratorio Agrario y de Medio Ambiente de la misma Consejería, los Departamentos de Fisiología Animal y de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia, y las Cofradías de Pescadores de la Región de Murcia.

### **RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.**

#### **Metodología del estudio las primeras experiencias de engorde del pulpo de roca en el litoral de la Región de Murcia. Efecto de la temperatura en el transporte y en el engorde:**

Los ejemplares son capturados a lo largo de tres jornadas (noviembre de 1997, verano de 1998 y noviembre de 1998), mediante arrastre de fondo en los fondos detríticos fangosos situados entre la Bahía de Portman y Cabo Tiñoso (Cartagena, Murcia).

La supervivencia y la mortalidad debido al transporte se estiman en porcentaje, en función del número de individuos supervivientes después de pasados dos días desde su captura.

Al día siguiente de cada campaña de captura, se procede al muestreo y clasificación de los ejemplares en lotes homogéneos. Se toman los parámetros corporales (peso total, anchura y longitud total del manto) y se determina la proporción de sexos.

Los tanques utilizados para la estabulación son de dos tipos, uno rectangular tipo raceway de 3,5 m<sup>3</sup> útiles (tanques T y P) y otro circular de 1,4 m<sup>3</sup> útiles (tanques C) con circuito abierto de agua de mar y sistema de aireación suplementario. En cada tanque se colocan refugios para los pulpos.

Con los ejemplares obtenidos tras la campaña de 1997 se establecen los primeros lotes para experiencias de engorde, utilizando tres tanques tipo C, uno tipo T y uno tipo P.

Tanto en la campaña de verano de 1998, como en la de invierno de 1998, se utilizan únicamente tanques raceway tipo P de 3,5 m<sup>3</sup> divididos por la mitad, estableciéndose lotes de pesos homogéneos formados exclusivamente por pulpos machos o por pulpos hembras, para evaluar si el crecimiento mejora manteniendo los sexos separados.

Los tanques, en todas las campañas, a los pocos días de la estabulación, fueron cubiertos con madera con rejilla de plástico para evitar que salieran los pulpos. Diariamente se limpian los tanques y se controla la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto en el agua.

La alimentación, en todos los lotes, se raciona en función de la biomasa y el tamaño de los pulpos de cada lote. Conforme va avanzando la experiencia de engorde, la dieta se va ajustando en función de la saciedad observada. El racionamiento de las distintas campañas es el siguiente:

En todas las experiencias, la tasa de alimentación inicial es de un 3% de la biomasa para los lotes formados por pulpos pequeños, de un 5% para pulpos medianos y del 10% para pulpos grandes. El alimento consiste en pescado troceado descongelado (sardina y boga) suministrado:

- 1<sup>ra</sup> experiencia: alimento suministrado manualmente y en dos tomas a lo largo del día. Experiencia con una duración de 4 meses.
- 2<sup>da</sup> experiencia: alimento suministrado manualmente y en una única toma al atardecer. Experiencia con una duración de 3 meses y medio.
- 3<sup>ra</sup> experiencia: alimento suministrado manualmente y ajustado periódicamente según la saciedad observada. Experiencia con 21 días de duración.

Los índices utilizados para la estima del crecimiento y del desarrollo del engorde son los siguientes:

- Crecimiento en gramos por día: G
- Crecimiento instantáneo en %: g
- Alimento ingerido.
- Índice de Conversión: I.C.
- Índice de Eficacia Alimentaria: I.E.A.
- Tasa de Alimentación.
- Alimento por día.

La mortalidad y la supervivencia durante el engorde se calcula como porcentaje entre cada muestreo y para el global de la experiencia.

**Resultados del estudio las primeras experiencias de engorde del pulpo de roca en el litoral de la Región de Murcia. Efecto de la temperatura en el transporte y en el engorde:**

La supervivencia de los individuos capturados se encuentra relacionada de forma inversamente proporcional con la temperatura del agua, cuanto mayor es la temperatura del agua, menor es la supervivencia.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo noviembre – diciembre de 1997.*

Los ejemplares utilizados para este seguimiento han sido los capturados en el invierno de 1997.



En los lotes formados por individuos pequeños (lotes C-1 y C-2) se ha observado un incremento en peso similar, en torno a los 150 gr. Para el rango de pesos que comprenden los lotes con individuos pequeños, parece ser que densidades bajas favorecen la supervivencia.

En los lotes formados con individuos medianos (lotes P-4 y C-3) el incremento de peso medio observado ha sido de 178 y 232 gramos respectivamente. Las diferencias de peso se encuentran relacionadas con la diferente forma y dimensiones de los tanques.

En los lotes formados con individuos grandes (T-1), el incremento de peso medio en 18 días fue de unos 450 g.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 18 días de experimentación.

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
C-1	8,69	3,32	1773 g	2,27	44 %	7,3 %	19,7	72,2
C-2	7,69	2,84	971 g	1,75	57 %	4,9 %	13,5	55,5
C-3	9,93	1,85	3800 g	1,93	52 %	3,5 %	19,2	15,4
P-4	12,90	2,35	6901 g	1,29	77 %	3,0 %	16,7	23,3
T-1	24,93	1,92	8122 g	1,81	55 %	3,4 %	45,1	23,0

El crecimiento relativo, g, desciende al aumentar el peso medio, ya que expresa en % la ingesta en función de la biomasa, por lo tanto, el crecimiento en proporción al tamaño de los individuos, es mayor para los lotes de menor peso medio. Por el contrario, el I.C. y el I.E.A. son más favorables para los pulpos de mayor tamaño.

La temperatura media fue de 16 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 85% y el 100% de saturación.

La mortalidad durante este periodo es, en general, elevada. Una buena parte de las bajas han sido ocasionadas por fugas de individuos y otra buena parte por interacciones, competencia por el espacio y por el alimento.

Tras este periodo, los lotes fueron reclasificados tratando de homogeneizar los pesos dentro de cada uno de ellos.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo diciembre de 1997 - enero de 1998.*

Las condiciones iniciales del presente seguimiento coinciden con las condiciones finales del seguimiento anterior.

Los lotes formados por individuos pequeños (C-1 y T-2) tienen un crecimiento similar, en torno a los 160 g, con un aprovechamiento del alimento bastante bajo. Los individuos medianos (P-4) tienen un incremento de peso de 225 g y el incremento de peso de los individuos grandes (T-1) es de casi 500 g.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 28 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
C-1	4,72	1,01	4775 g	3,63	28 %	2,7 %	13,1	7,14
P-4	8,02	0,94	7356 g	4,89	20 %	2,9 %	26,3	9,09
T-1	17,61	1,17	13322 g	1,99	50 %	2,4 %	43,3	31,25
T-2	6,61	1,00	6568 g	9,38	11 %	3,2 %	23,5	16,66

El crecimiento de cada lote e individuo por día en función del peso, es cuantitativamente menor, lo que indica de manera global que el crecimiento fue mayor en el anterior periodo.

La temperatura media fue de 14 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 80% y el 100% de saturación.

A pesar de que la mortalidad se redujo a más de la mitad, todavía sigue siendo alta.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo enero – febrero de 1998.*

Los lotes empleados en este seguimiento son los mismos que en el seguimiento anterior, por lo tanto las condiciones iniciales de este seguimiento coinciden con las condiciones finales del seguimiento anterior.

Se produce la muerte del lote C-1 completo, motivado por un ataque en la tubería que alimentaba dicho lote.

El incremento en peso es aceptable en los lotes T-1 y T-2, manteniendo un ritmo de crecimiento en torno a los 500 gramos, mientras que en el lote P-4 el crecimiento en peso resulta escaso.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 32 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
P-4	4,9	0,76	10765 g	6,85	15 %	3,22 %	33,6	0
T-1	15,3	0,76	12261 g	3,14	32 %	2,38 %	47,9	27,27
T-2	8,4	0,95	7596 g	4,02	25 %	3,79 %	33,9	0

Tanto el I.C., como el I.E.A., no son satisfactorios, lo que indica que el aprovechamiento de la dieta no ha sido bueno.

El crecimiento por día en los lotes T-1 y T-2 es semejante al crecimiento que ha tenido lugar en el seguimiento anterior, sin embargo, el crecimiento para el lote P-4 es bastante más bajo, lo que corrobora un crecimiento más débil en este periodo, para los lotes T-1 y T-2, por no haberse incrementado, y para el lote P-4, por haberse reducido a la mitad.

El crecimiento relativo es sensiblemente mayor para el lote formado por pulpos pequeños. La disminución en el resto de los lotes puede ser debida a que han alcanzado un peso cercano al máximo para ese periodo, o por la proximidad de la época de freza en individuos adultos.

La temperatura media fue de 13 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 95% y el 100% de saturación.

La mortalidad sigue siendo alta, lo que demuestra la competencia existente entre individuos por el espacio y por alimento.

Tras este periodo, los lotes fueron reclasificados, tratando de homogeneizar los pesos dentro de cada uno de ellos.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo febrero - marzo del 98.*

Los lotes empleados en este seguimiento son los mismos que en el seguimiento anterior, por lo tanto, las condiciones iniciales de este seguimiento coinciden con las condiciones finales del seguimiento anterior.

Los pulpos del lote T-1E, con un peso medio en torno a los 4 kilos, tienen un incremento de peso medio de 148 g. Este incremento de peso medio es bajo, lo que parece indicar que estos pulpos se encuentran muy próximos a alcanzar su talla máxima, reduciéndose notablemente el crecimiento y alcanzando I.C. y I.E.A. bastante bajos.

En los pulpos del lote T-1S, el incremento de peso es de 434 g, siendo su peso medio de unos 2,5 Kg, por lo que el incremento de peso ha sido el propio para su talla, y tanto el rendimiento como el aprovechamiento de la dieta, aún sin ser demasiado buenos, se encuentran dentro de unos márgenes aceptables.

Los lotes T-2 y P-4 son de igual peso medio, densidades de cultivo muy parecidas y en tanques de iguales dimensiones, sin embargo, el incremento de peso ha sido muy desigual. En el lote T-2, la mortalidad ha sido muy elevada (60%) y el I.C. e I.E.A. muy bajos en comparación con los observados para el lote P-4.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 28 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
T-1E	5,3	0,13	2464 g	16,6	6,0%	2,15 %	88,0	50
T-1S	15,5	0,66	3872 g	4,5	22,4%	2,94 %	69,14	50
T-2	1,6	0,15	4514 g	24,5	4,1%	3,66 %	20,15	60
P-4	9,3	0,77	9923 g	4,7	21,1%	3,66 %	88,60	11,11

La temperatura media fue de 14,5 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 85% y el 100% de saturación.

Para el global de la etapa comprendida entre noviembre de 1997 y marzo de 1998, cabe resaltar que la elevada mortalidad obtenida, ya sea por fuga o por canibalismo, no permite esclarecer un patrón de crecimiento, hecho que obliga a restablecer los lotes, lo que dificulta el seguimiento de la población cautiva.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo julio – agosto de 1998.*

Los individuos utilizados en este seguimiento son los capturados en el verano de 1998.

En este periodo, el incremento de peso medio ha sido muy parecido en los 4 lotes experimentales, en torno a los 200 gramos, después de 14 días de engorde. No se aprecian diferencias en cuanto al incremento de peso medio entre machos y hembras.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 14 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
T-2E	27,6	1,64	1209 g	3,37	45 %	5,49 %	93 g	71,4
T-2S	43,8	3,20	1358 g	2,21	30 %	6,97 %	97 g	72,7
T-3E	73,9	1,82	3000 g	2,90	35 %	5,24 %	214 g	58,3
T-3S	68,3	3,29	1500 g	1,57	64 %	5,07 %	107 g	70,5

El crecimiento relativo, g, es menor para los lotes formados por pulpos pequeños. El I.C. y el I.E.A. son más favorables para los pulpos más pequeños; al contrario de lo que ocurre en la etapa anterior (noviembre 97 – marzo 98), muestran mayor rendimiento y aprovechamiento de la ingesta.

La tasa de alimentación ha sido algo mayor para los lotes formados por pulpos pequeños, que prácticamente han doblado su peso.

La temperatura media fue de 26,75 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 85% y el 100% de saturación.

La mortalidad en este periodo ha sido bastante elevada. Este periodo ha coincidido con la máxima temperatura del agua en las instalaciones.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo agosto – agosto de 1998.*

Después del seguimiento anterior, se procede a una reclasificación de los lotes, como consecuencia de la alta mortalidad observada. La reclasificación también tiene en cuenta la separación de los pulpos por sexos.

En este periodo, a pesar de que la mortalidad fue nula, es donde se notan más drásticamente los efectos de la temperatura en el engorde del pulpo común.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 14 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
T-2E	8,29	0,31	2234 g	19,2	5,19 %	5,98 %	101,55 g	0
T-2S	3,14	0,51	579 g	13,1	7,60 %	6,68 %	26,32 g	0
T-3E	-35,5	-0,86	3336 g	-6,7	-14,9%	5,78 %	151,64 g	0
T-3S	-5,71	-0,38	2056 g	-25,7	-3,89%	9,70 %	93,45 g	0

Los incrementos de peso son muy escasos e incluso se observan pérdidas de peso.

La temperatura media fue de 26,5 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 65% y el 85% de saturación.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo agosto – octubre de 1998.*

Las condiciones iniciales para este periodo coinciden con las finales del periodo anterior. En el lote T-2S murieron todos los individuos mediada la experiencia, por lo que no se tiene en cuenta para el cálculo de los índices de crecimiento.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 14 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
T-2S	2,5	0,47	501 g	4,7	20,9%	1,8 %	11,9	0
T-3E	-5,7	-0,9	1071 g	-4,4	-260%	1,03 %	12,75	60
T-3S	-0,2	-0,03	254 g	-31	-3,14%	1,24 %	3,02	33

La temperatura media fue de 23,5 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 85% y el 95% de saturación. La mortalidad continúa siendo elevada y el crecimiento escaso o nulo en algunos lotes.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo diciembre – diciembre de 1998.*

Los individuos utilizados en este seguimiento son los capturados en el invierno de 1998. En relación con el mismo periodo del año anterior, el crecimiento global es menor, no observándose diferencias en cuanto al sexo en ninguno de los lotes.

El máximo incremento de peso corresponde a los lotes T-3E y T-3-S, alrededor de 160 gramos en 21 días. En el resto de los lotes, el incremento de peso es escaso, a pesar de que se trata de pulpos bastante pequeños. Únicamente en el lote T-1E se ha conseguido un incremento de peso similar al del mismo periodo del año anterior, en relación con el peso de los pulpos que componen los lotes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 21 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
T-1E	25,05	1,69	867 g	1,65	60,67%	4,13 %	39,41	20
T-1S	11,52	0,82	635 g	2,62	38,11%	3,23 %	28,86	0
T-2E	8,43	1,15	261 g	1,47	67,82%	2,52 %	11,86	0
T-2S	10,32	0,90	895 g	4,13	24,22%	5,59 %	40,68	37,5
T-3E	46,10	0,68	2958 g	3,06	32,72%	3,11 %	134,45	0
T-3S	45,86	0,86	2715 g	2,82	35,47%	3,64 %	123,41	0

El crecimiento y la ingesta diaria de los lotes formados por individuos más grandes son mayores y aumentan conforme lo hace el peso de los individuos.

El rendimiento y el aprovechamiento de la ingesta resultan favorables únicamente en el caso de los lotes T-1E y T-2E, en los que además la mortalidad ha sido prácticamente nula.

La temperatura media fue de 14,5 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua se mantuvo en el 95% de saturación.

Al analizar la mortalidad observada a lo largo del engorde se observa que existe una relación directamente proporcional entre la mortalidad en engorde y temperatura, es decir, cuanto más alta es la temperatura, mayor es la mortalidad. También, dicha mortalidad se encuentra relacionada con el comportamiento de esta especie, propensa a la fuga de las instalaciones y a la competencia por el alimento y por el espacio.

**Conclusiones del estudio las primeras experiencias de engorde del pulpo de roca en el litoral de la Región de Murcia. Efecto de la temperatura en el transporte y en el engorde:**

Es recomendable capturar y realizar el transporte de los pulpos a temperaturas no superiores a los 20°C, con el fin de obtener una supervivencia adecuada. Por lo tanto, es recomendable restringir las capturas a los meses de otoño – invierno, o bien, emplean enfriadores de agua. Por la breve duración del transporte, la carga no parece tener influencia en la supervivencia a los dos días.

La estabulación por sexos separados garantiza una reducción de las interacciones entre individuos que se traduce en un menor número de fugas y de episodios de canibalismo, favoreciendo la adaptación y el engorde.

En cuanto a la densidad de cultivo se refiere, está debe de ser baja, del orden de 0,5 – 1 individuo / m<sup>2</sup>.

El incremento de peso resulta mayor cuánto más grande son los individuos, pero los individuos más pequeños crecen más en proporción a su tamaño, además de tener un mayor rendimiento y aprovechamiento del alimento utilizado.

Durante el engorde, la temperatura se manifiesta como el principal factor limitante ya que, con temperaturas por encima de los 20 °C, la mortalidad es más elevada y el crecimiento es tan pobre que llega a no ser rentable.

La gran variabilidad de resultados obtenidos, impide elaborar un modelo de crecimiento que se ajuste a las condiciones del Mediterráneo.

#### **Metodología del estudio del consumo de oxígeno, concentración letal y capacidad de recuperación en el pulpo común o de roca:**

Tanto el consumo de oxígeno (CO), como el consumo de oxígeno específico (COE), se calculan a partir de la diferencia entre la concentración a la entrada y a la salida del tanque.

Únicamente se realiza una medida de consumo de oxígeno que, aunque es insuficiente para establecer conclusiones, es muy útil para compararla con otras medidas.

Las sesiones de muestreo se desarrollan a lo largo de dos días consecutivos, entre las 8h del primer día y las 14h del segundo día. Cada 30 minutos se toman medidas de la concentración de oxígeno disuelto a la entrada y a la salida del tanque. Cada 2h se mide el caudal.

El lote de pulpo sobre el que se realizan las medidas de CO esta formado por 12 individuos de 600 g de peso medio, en un tanque tipo raceway (5 x 5 x 1,5 m), con un volumen utilizado de 3,5 m<sup>3</sup> con circuito abierto de agua de mar, siendo la carga de 2,86 Kg/m<sup>3</sup>. Los pulpos no fueron alimentados durante las 30 horas que dura el experimento.

Las **medidas de CO en respirómetros**, tanques de pequeñas dimensiones de unos 300 l de capacidad, se realizan con pulpos individualmente. Se realizan dos tipos de medida:

- Medidas de 5 horas de duración sin circulación de agua. Se realizan para tres rangos de temperatura: de 13 a 15 °C, de 20 a 23°C y de 25 a 28°C.
- Medidas de CO diario, a intervalos de 30 minutos, en los que se interrumpe la circulación del agua para medir el CO a lo largo del día. Se realizaron medidas para un rango de temperaturas de 26-27°C y 28-29°C.

En ambos casos el sensor del oxímetro se dispone en el interior de una pequeña bomba filtro ubicada en el respirómetro, que proporciona el flujo necesario para obtener una medida correcta.

Para las **medidas de oxígeno letal y frecuencia ventilatoria** se emplea un acuario con un volumen variable entre los 250 y los 150 l en función del tamaño de los pulpos a utilizar.

Para medir la frecuencia ventilatoria, cada 30 minutos se cronometra el número de movimientos completos de inhalación – exhalación que realizaba el individuo en experimentación. Cada medida se repite 3 veces, calculándose el valor medio.

Se considera como concentración letal de oxígeno aquella a partir de la cuál el pulpo en experimentación paraliza por completo sus movimientos respiratorios durante más de un minuto, permaneciendo inmóvil en el fondo y sin turgencia en sus ventosas.

Se realizaron 5 experiencias con pulpos de peso comprendidos entre 300 gramos y 1 kilo, para temperaturas entre 28 y 29°C.

Cuando las concentraciones de oxígeno se aproximan a las concentraciones letales, el acuario es conectado a un circuito abierto de agua de mar, y se continua midiendo la concentración de oxígeno hasta que se alcancen los niveles normales. Si al día siguiente el animal continúa vivo se considera recuperado.

#### **Resultados del estudio del consumo de oxígeno, concentración letal y capacidad de recuperación en el pulpo común o de roca:**

- *Consumo de oxígeno.*

La temperatura media durante las medidas fue de 28,59 °C. Se observa un fuerte incremento del COE durante las primeras cuatro horas y un posterior descenso del mismo hasta valores próximos al COE medio para la jornada (222,71 mg O<sub>2</sub>/Kg/h), manteniéndose hasta el final del experimento en torno a dicho valor medio. La concentración media de oxígeno durante el experimento fue del 94,53% de saturación.

- *Medidas de CO en respirómetros a las 5 horas.*

Para un rango de temperatura de 25 – 28 °C, se observa una tendencia significativa a aumentar el consumo individual (CO) según aumenta el peso y, lógicamente, a la inversa para el consumo específico (COE).

Para un rango de temperatura de 20 –23 °C, se denota un aumento significativo del CO en función del peso, sin embargo el COE es bastante parecido para el rango de pesos considerado, teniendo en cuenta que el número de individuos examinado fue bastante menor que en el rango anterior.

Para un rango de temperatura de 13 – 16°C, se observa una ligera tendencia a aumentar el CO conforme aumenta el peso de los individuos, y lo opuesto para el COE.

- *Medidas de CO diario en respirómetros.*

El CO a lo largo del día se puede considerar constante, no encontrándose relación entre el peso y el CO, pero si entre el COE y la temperatura para cada una de las medidas, aunque hay que considerar que el número de las mismas fue bastante pequeño.

- *Medidas concentración letal de oxígeno y frecuencia ventilatoria.*

El consumo de oxígeno y la frecuencia ventilatoria son más o menos constantes, hasta que en un momento determinado ambos descienden notablemente hasta la muerte del animal en experimentación. En la siguiente tabla se ven los valores de O<sub>2</sub> letal, COE, frecuencia ventilatoria (FV), máxima FV observada y temperatura.

Peso Kg	O <sub>2</sub> letal (% sat)	O <sub>2</sub> letal (mg/l)	O <sub>2</sub> modif. F.V. (%sat)	O <sub>2</sub> modif. C.O.E. (%sat)	Máx. F.V. (vent/min)	Temperatura °C
0,364	12,38	0,78	13,65	16	26,63	27,87
0,591	12,56	0,79	20,36	25	31,7	27,59
0,675	15,92	0,99	20,27	23,8	33,7	28,21
0,682	10,72	0,68	18	22	35	28,09
1,054	15,8	1	20,76	20,76	35,31	29,06

- *Medidas de la capacidad de recuperación tras la exposición prolongada a bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua.*

La temperatura media fue de 26,06°C. A partir del 16% de saturación de O<sub>2</sub> empieza a modificarse notablemente el COE y la frecuencia ventilatoria. Después de más de una hora expuestos a concentraciones de O<sub>2</sub> por debajo del 10% de saturación, se inicia la recuperación, poniendo en marcha el circuito abierto de agua y experimentándose un acelerado incremento de la concentración de O<sub>2</sub> y un pausado aumento de la FV, alcanzando ésta valores normales a las 2 horas.

El animal se recuperó después de haber descendido la concentración de O<sub>2</sub> hasta el 7% de saturación.

El pulpo de roca muestra una alta capacidad de adaptación ante condiciones de hipoxia.

Los mecanismos de adaptación del pulpo de roca son de dos tipos, metabólicos (en condiciones de hipoxia, esta especie trata de mantener constante la presión parcial de O<sub>2</sub> en sangre, independientemente de la concentración externa) y mecánicos (según progresa la hipoxia, la FV se mantiene constante o aumenta ligeramente, y lo que se incrementa notablemente es el volumen de bombeo favoreciendo el intercambio gaseosos en las branquias).

#### **Conclusiones del estudio del consumo de oxígeno, concentración letal y capacidad de recuperación en el pulpo común o de roca:**

Tanto en condiciones de cultivo como en condiciones experimentales para un mismo rango de temperatura, el consumo de oxígeno observado es prácticamente igual para un mismo peso.



El consumo de oxígeno no se considera un factor limitante para el cultivo de esta especie.

La concentración letal de oxígeno para *Octopus vulgaris*, es bajísima. El consumo y la FV se mantienen constantes hasta un punto de no retorno en el que descienden vertiginosamente hasta la muerte por asfixia del animal.

La capacidad de recuperación ante situaciones prolongadas de hipoxia es grande siempre y cuando no se supere este punto de no retorno.

#### **Metodología del estudio sobre las pesquerías de pulpo común o de roca en el litoral de la Región de Murcia:**

Durante los años 1998 y 1999 se desarrolla en la Región de Murcia el proyecto de prospección pesquera denominado *Análisis del Estado de los Recursos Demersales de la Región de Murcia explotados por flota de arrastre (ADEMUR)*, por parte de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, siendo las especies objetivo del trabajo la merluza, el salmonete, la gamba roja y el pulpo.

Los muestreos se realizan estacionalmente tanto en lonja como en embarcaciones de arrastre de fondo, pertenecientes a las Cofradías de Pescadores de la Región de Murcia. Los distintos caladeros de nuestro litoral se clasifican por estratos batimétricos: estrato A < 150 metros; estrato B 150-350 metros; estrato C > 350 metros.

#### **Resultados del estudio sobre las pesquerías de pulpo común o de roca en el litoral de la Región de Murcia:**

Los mayores rendimientos pesqueros se obtuvieron en el estrato A, en invierno y primavera; en el estrato B los rendimientos fueron bajísimos, mientras que en el estrato C resultaron inexistentes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las capturas de pulpo, los ingresos obtenidos por la captura de pulpo y los precios mensuales totales.

<b>AÑO</b>	<b>CAPTURAS (Kg)</b>	<b>INGRESOS (ptas)</b>	<b>PRECIOS LONJA (ptas/Kg)</b>
<b>Junio-98</b>	2.765	2.140.142	814
<b>Agosto-98</b>	1.370	968.079	722
<b>Septiembre-98</b>	632	380.647	607
<b>Noviembre-98</b>	9.785	3.621.588	380
<b>Diciembre-98</b>	12.251	4.845.831	413
<b>Enero-99</b>	12.251	4.340.233	369
<b>Febrero-99</b>	10.315	4.117.020	406
<b>Marzo-99</b>	9.162	3.993.219	437
<b>Abril-99</b>	3.486	1.567.884	423
<b>Junio-99</b>	5.040	2.430.432	495
<b>TOTAL</b>	<b>67.056</b>	<b>28.405.075</b>	<b>504</b>

### **Conclusiones del estudio sobre las pesquerías de pulpo común o de roca en el litoral de la Región de Murcia:**

Gracias al estudio macroscópico del desarrollo gonadal de los ejemplares capturados, se identifica el periodo reproductor, comprendido entre marzo y agosto, con una mayor intensidad entre abril y junio. Se observan dos reclutamientos anuales, a principios del otoño y de la primavera. La talla de primera madurez para los machos es de 9 cm de longitud dorsal del manto, y de 10 cm para las hembras. La edad máxima estimada oscila entre los 1,5 y 2 años.

Se estima que el pulpo crece alrededor de 1 cm de longitud dorsal del manto al mes, fluctuando en función de la temperatura y el tipo y disponibilidad de alimento.

A partir de 1995 las capturas descienden paulatina y progresivamente.

### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

#### ***Comunidad Autónoma de Cataluña:***

- **1996:** Desarrollo de experiencias encaminadas a la cría experimental de pulpo (*Octopus vulgaris*) hasta el tamaño denominado "popet"
- **1997:** Cultivo larvario y juvenil del pulpo. *Octopus vulgaris*.
- **1999:** Cultivo integral del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) en el Mediterráneo: reproducción y cultivo larvario. (Proyecto en coordinación con la Comunidad Autónoma de Murcia).

#### ***Comunidad Autónoma de Andalucía:***

- **1999:** Aclimatación y engorde de pulpo (*Octopus vulgaris*) y sepia (*Sepia officinalis*) en distintas condiciones de cultivo. Obtención de puestas y producción de paralarvas.

### **COMENTARIOS FINALES.**

#### *Crecimiento y alimentación:*

Los individuos con un peso por debajo de los 500-700 g, deben estabularse a muy bajas densidades, incluso aislados.

El crecimiento absoluto y la cantidad de alimento en gramos ingeridos por día, son significativamente mayores conforme aumenta el peso medio de los lotes.

El crecimiento relativo según el tamaño de los individuos, es mayor para pulpos de menor peso medio.

El rendimiento y el aprovechamiento de la dieta es mayor en los individuos de mayor talla.

La variable tipo de alimentación impide a los pulpos desarrollarse y crecer al ritmo en que lo hacen en las aguas del Atlántico, una vez que se ha conseguido reducir la mortalidad. La alimentación también impide aproximarse a una densidad adecuada de individuos para minimizar la competencia intraespecífica.

El engorde de pulpo mediante separación de sexos es importante porque, además de disminuir las interacciones entre individuos, impide que las hembras sean

fecundadas y dejen de alimentarse en el periodo de puesta, con la consiguiente pérdida de peso y calidad.

*Mortalidad:*

La mortalidad es más acusada en los lotes compuestos por individuos más pequeños. Los factores que influyen en la mortalidad son la calidad de agua del cultivo (incluyendo la temperatura del agua) y la coexistencia de ambos sexos (por ello, se separan por sexos).

*Comportamiento frente al consumo de oxígeno:*

El pulpo de roca se comporta como un organismo regulador en lo que al CO<sub>2</sub> se refiere, llegando un momento en el que la concentración de oxígeno exterior es tan baja, que pasa a comportarse como un organismo conformista, pudiendo morir si esta situación se prolonga.

**DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Publicación en la Monografía N° 4 del Instituto Canario de Ciencias Marinas “Convergencia entre Investigación y Empresa: Un reto para el siglo XXI” con el nombre “Efecto de la temperatura sobre la supervivencia en el transporte, estabulación y engorde de *Octopus vulgaris* Cuvier 1797, en el Mediterráneo occidental”

Comunicaciones en forma de pósters en el VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en mayo de 1999 en Las Palmas de Gran Canaria:

“Efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre el consumo de oxígeno y la frecuencia ventilatoria, y nivel letal en el pulpo común (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797)”

“Influencia del peso y la temperatura sobre el consumo de oxígeno de rutina en el pulpo común (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797)”.

## CAPÍTULO XII: C.A. VALENCIA

### 1. PROYECTO: POTENCIAL DE CRECIMIENTO Y ETIOLOGÍA DE LOS PROCESOS PATOLÓGICOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL DENTÓN (*Dentex dentex*)

#### AÑO:

Comienzo del plan: 1996

Finalización del plan: 1999

#### OBJETIVOS:

- 1- Comprobar el grado de adaptación del dentón a las instalaciones de cultivo.
- 2- Comparar el potencial de crecimiento del dentón y la dorada.
- 3- Determinar el efecto de la ración y de la relación proteína / energía sobre el crecimiento y el sistema somatotrópico.
- 4- Evaluar la duración del periodo de engorde en condiciones naturales y de temperatura controlada.
- 5- Diagnosticar los posibles agentes etiológicos causantes de problemas patológicos.

La consecución de los objetivos señalados permitirá establecer la viabilidad del cultivo del dentón y su verdadero potencial de explotación.

#### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Centro Superior de Investigaciones Científicas.

Centro: Instituto de Acuicultura Torre de la Sal.

Departamento: Microbiología y Etiología.

#### COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Jaume.

Apellidos: Pérez Sánchez.

#### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El presente proyecto se desarrolla en las instalaciones del Instituto de Acuicultura de Torre de Sal en Castellón.

## RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

### Metodología:

Se parte de alevines – juveniles de peso medio 11-15 gramos, que se distribuyen en tanques de 75 litros (30 animales / tanque; 2 tanques / tratamiento) y son alimentados con dos dietas experimentales con diferentes niveles de ingesta (0,5%, 1%, 2%, *ad libitum*).

La formulación y el procesado de las dietas experimentales se lleva a cabo en colaboración con el Doctor Kaushik del Laboratorio de Nutrition des Poissons, Unite Mixté INRA-IFREMER, Saint-pécsur Nivelles (Francia).

Se determinan las tasas de crecimiento y de conversión del alimento.

Al inicio y al final de la experiencia se sacrifican 20 animales / tratamiento y se determina:

- Composición corporal: contenido de agua, valor energético, proteínas y lípidos.
- Niveles circulantes e hipofisarios de GH.
- Receptores hepáticos de GH.
- Expresión de IGF-1 hepática, utilizando sondas de DNA y RNA codificantes para la IGF-1 sw dorada.

Periódicamente se llevan a cabo muestreos en las instalaciones de cultivo de dentón para tener una mejor visión de la posible estacionalidad de los patógenos. Se intentará conseguir ejemplares cultivados en jaula y en instalaciones terrestres para realizar un estudio comparativo. El plan de trabajo a seguir en cada muestreo es:

- 1- Observación de la sintomatología externa y necropsia.
- 2- Estudio bacteriológico.
- 3- Estudio parasitológico.

Se diseñan determinadas pautas de alimentación (relación proteína / energía, nivel de ingesta) de alevines de dentón hasta alcanzar un peso de 250-300 gramos. Durante el periodo invernal, la mitad de los grupos experimentales se mantienen a 18-20°C.

### Resultados:

Se lleva a cabo un seguimiento del dentón desde la fase de huevo en las instalaciones del Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal. Se parte de huevos procedentes tanto de GESA como del Instituto Oceanográfico de Mazarrón y de la hatchery GPBRSA (Gerona).

Los huevos se distribuyen en tanques de 1.200 l de capacidad (500.000 huevos) dotados de circuito abierto. La salinidad es de 37-38 ppm, la aireación es mínima y la temperatura se mantiene constante en torno a los 24 °C. Desde un principio hay una mortalidad alta y constante, difícil de cuantificar debido al tamaño pequeño y transparencia de las larvas recién eclosionadas.

Desde la eclosión se suministran rotíferos junto con algunos copepoditos de *Cleptocampus retrogressus*. A partir de los 5 días de la eclosión, los rotíferos empleados se enriquecen con emulsiones comerciales o con microalgas. A los 7 días después de la eclosión se suministran nauplios recién eclosionados de *Artemia* AF y gradualmente se disminuye el aporte de rotíferos. El día 10 se incluyen nauplios enriquecidos con SS en la dieta y el día 16 se añade pienso microparticulado al que las larvas no hacen ningún caso. Es significativo ver como muchas larvas comen selectivamente copépodos, a pesar de que éstos son mucho menos abundantes que los nauplios. A los 19 días, se suministran nauplios cultivados durante 48 horas con Algamac 2000 y una semana después se pasa a alimentar con biomasa de *Artemia* que se añaden dos veces al día *ad libitum*. Hacia el día 40 se pasa a una dieta basada en boga y calamar, y poco a poco se desteta con pienso comercial.

La mortalidad es continua, agravada por canibalismo y necrofagia a partir de los 15 días. A partir del día 20, se aprecian claramente dos tipos de peces:

- Unos más oscuros (pigmentados) que frecuentemente boquean cerca de la superficie nadando en círculos.
- Peces de colores más rosados, generalmente mayores que los oscuros y que ocupan toda la columna de agua o nadan cerca del fondo, respondiendo rápidamente a cualquier estímulo.

A los 28 días de cultivo se separan 2 lotes de peces de cada uno de estos grupos. El peso y la talla de los animales pigmentados es inferior al de los aparentemente normales. No se observan diferencias en la cuantía de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, por lo que no cabe pensar que las diferencias de comportamiento y pigmentación sean indicación de un síndrome de deficiencia en ácidos grasos esenciales. El perfil encontrado es también muy similar al descrito para dorada y lubina.

A los 30 días de cultivo, se pasa de 3 mm a 18-20 mm de talla, llegándose a alcanzar un peso medio de 10 gramos a los 90 días de la eclosión.

Se realiza el estudio epidemiológico de peces procedentes de las instalaciones de GESA correspondientes a las puestas de 1996 y 1997. Se registra una mortalidad por goteo a lo largo del período de preengorde y engorde, del 51,4% en 1996 y del 57,9% en 1997.

Algunos de los síntomas que aparecen en los peces muertos son opacidad en la córnea con hemorragias alrededor de los ojos; algunos peces aparecen con pérdida total de los ojos. Algunos animales tienen hemorragias o úlceras en su parte trasera, erosiones en las aletas, branquias blanquecinas y ocasionalmente hinchazones abdominales. La autopsia de los peces enfermos revela hemorragias en el hígado, estómagos vacíos e inflamación en los riñones. Algunos peces se encuentran especialmente anoréxicos y algunas veces con un anormal desarrollo natatorio.

El estudio epidemiológico demuestra la existencia de una elevada carga parasitaria. En el riñón posterior se detecta el hongo *Ichthyophonus sp* y el mixosporodio *Lepthoteca sp*, en la vesícula biliar *Ceratomyxa sp*, en las branquias *Epitheliocystis*, y en el hígado un microsporodio aún no determinado.

Los dos parásitos más prevalentes son *Ceratomyxa sp* y *Epitheliocystis*, detectándose el primero en edades muy tempranas. En el caso de *Lepthoteca sp*, y *Epitheliocystis*, se observa un aumento de la prevalencia de la infección con la edad del pez. Todo ello por sí mismo no parece producir la muerte del animal, pero puede disminuir el potencial de crecimiento así como inducir a un estado de debilidad generalizada que disminuya la capacidad de respuesta ante bacterias o virus de carácter oportunista. Tal es el caso de la bacteria *Vibrio harveyi*, que se aísla en el 79% de los animales enfermos, y en clara asociación con los picos de mortalidad estival – otoñal en los animales de puestas de 1996 y de 1997. En puestas posteriores y una vez superada la elevada mortalidad de la fase larvaria, esta mortalidad por goteo es prácticamente nula durante 1998 y el primer semestre de 1999. No obstante, a medida que aumenta la temperatura durante el mes de agosto de éste último año, se observa la aparición de septicemias que son hasta el momento controladas.

A pesar de las dificultades derivadas de la calidad de los animales, se han podido llevar a cabo diferentes experiencias de preengorde – engorde con animales de puestas de 1996 y de 1997. Con alevines de dentón se obtienen tasas de crecimiento de un 3% diario de incremento de peso, cifra que prácticamente duplica a las alcanzadas por los alevines – juveniles de lubina (1,7-1,8%). Comparativamente con dorada, estas tasas de crecimiento son sólo ligeramente superiores (3% frente a 2,5%).

La tasa de conversión del alimento en el dentón se aproxima a 1 tanto con dietas de bajo contenido graso (9%) como de alto contenido graso (17-20%). Sin embargo, en la dorada, tales crecimientos y conversiones sólo suelen darse con una alta relación proteína / energía. Por consiguiente, si bien las diferencias en crecimiento entre dorada y dentón no son tan importantes como se creía en un principio, el poder utilizar piensos con un menor contenido proteico y mayor contenido graso le da un valor añadido al cultivo del dentón.

En una primera estimación, y tomando como alimento base un pienso de 46% de proteína y 17-20% de grasa, la mejora de las tasas de conversión es del orden del 25%, lo que en términos de coste final supone una reducción del orden del 10-12% en un producto con un precio en el mercado igual o superior al de la dorada.

Los resultados de crecimiento y conversión del alimento son acompañados de un bajo acumulo de grasa en el organismo, ello unido a parámetros de carácter metabólico – endocrino (disminución de los niveles de glucosa en sangre en combinación con una disminución de los niveles circulantes de la hormona de crecimiento, y aumento de los de somatomedinas), así como otros de carácter puramente morfológico y/o estructural (vesícula biliar y páncreas exocrino notablemente desarrollados), están en consonancia con el hecho de que esta es una especie adaptada a altos niveles de ingesta y/o aporte graso.

### Conclusiones:

Los resultados, en cuanto a desarrollo larvario, son un tanto dispares, pero de un modo global, aunque la tasa de supervivencia sigue siendo extremadamente baja, los animales no presentan signos aparentes de deformidades.

Una inadecuada dieta durante el desarrollo larvario puede ser la causa inicial que induzca al estado de debilidad generalizada que hace disminuir la capacidad de respuesta ante virus y bacterias.

Gran parte de las mortalidades producidas por bacterias o virus son fruto, al menos en parte, de las dificultades de esta especie para tolerar las elevadas temperaturas estivales que se dan en los cultivos de la franja litoral valenciana. Los mayores valores de mortalidad se producen al final del verano, después de su transporte desde los hatcheries.

Comparando lubina y dorada con el dentón, éste no solo presenta un mayor crecimiento y deposición de proteínas, además presenta una mayor tolerancia a dietas con altos niveles de lípidos. Los niveles de hormonas de crecimiento son menores en el dentón que en dorada, lo que indica el alto potencial de crecimiento de la primera especie.

El hecho de que el dentón sea una especie de gran voracidad, con un alto potencial de crecimiento y con un alto potencial de retención de proteínas hace que sea una buena candidata a introducir en la acuicultura.

### OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

#### **Comunidad Autónoma Cataluña:**

- **1994-95:** Plan experimental de cultivo de dentón (*Dentex dentex*) en jaula flotante en mar abierto en Casses d'Alcanar.
- **1999:** Plan integral de cultivo de denton (*Dentex dentex*): reproducción, cultivo larvario, destete, preengorde y engorde.

#### **Comunidad Autónoma de Baleares:**

- **1993:** Proyecto de cultivo del dentón.
- **1994:** Proyecto cultivo del dentón.
- **1995:** Proyecto del cultivo del dentón: aspectos reproductivos, mejora del cultivo larvario y diseño de dietas artificiales para su engorde.
- **1996:** Cultivo del dentón: continuación de los estudios de las necesidades nutricionales durante el periodo larvario y de los estudios encaminados a formular un pienso específico para el dentón.
- **1999:** Cultivo de dentón (*Dentex dentex*). Primeros estudios sobre el canibalismo de la especie en fase de destete y preengorde.

### COMENTARIOS FINALES.

El seguimiento del dentón en diferentes hatcheries lleva a considerar que ésta especie es una especie con unos requerimientos y/o necesidades de cultivo (manejo) diferentes a las que se vienen utilizando con otros espáridos como son por ejemplo la dorada y/o la lubina. Un buen manejo del dentón lleva a alcanzar unos crecimientos notablemente mejores a los que alcanzan la dorada y/o la lubina, de lo que se deduce que verdaderamente el dentón posee un mayor potencial de crecimiento.



### **DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.**

Publicación realizada en 1999 en la revista Journal of Fish Diseases con el nombre "Bacterial and parasitic pathogens in cultured common dentex, *Dentex dentex*".

Publicación realizada en la revista Aquat. Living Resour en 1999 con el nombre "Protein sparing effect of dietary lipids in common dentex (*Dentex dentex*): a comparative study with sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*)".

## 2. PROYECTO: MEJORA DE LA EFICIENCIA DE LA ALIMENTACIÓN EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PECES EN JAULAS FLOTANTES

### AÑO:

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 2000

### OBJETIVOS:

El objetivo fundamental de éste proyecto es el estudio de las estrategias de alimentación de la dorada y lubina para mejorar la productividad de tales especies en las granjas marinas.

### DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana.

Centro: Dirección General de Pesca y Comercialización Agraria.

Departamento: Departamento de Ciencia Animal de la UPV.

Organismo: Universidad Politécnica de Valencia

Centro: Laboratorio de Acuicultura.

### DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO:

Nombre: Miguel

Apellidos: Jover Cerdá

### UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Se disponen 8 jaulas flotantes de 5,5 metros de diámetro y 5 metros de profundidad de red en el polígono de producción de la empresa GRANJA MARINA SAFOR (GRAMASA) en Gandía (2 millas náuticas al norte de la salida del puerto y a 1 milla de la línea de playa). Éste polígono tiene de coordenadas 39° 1'12" N / 0° 8'38" W y la profundidad del fondo marino es del orden de 18 metros.

La prueba del estudio de la tasa de alimentación óptima de la lubina en el laboratorio se lleva a cabo en el laboratorio de acuicultura de la UPV en Valencia, constituido por tanques de 70, 600, 1500 y 4000 l en un sistema de recirculación de agua marina.

### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

#### Metodología de la prueba 1: Estudio de la tasa de alimentación óptima de la dorada durante invierno – primavera en jaulas marinas.

La prueba comienza el 21 de Octubre de 1999 con 16.000 doradas de 85 gramos de peso medio, procedentes de la empresa TINAMENOR (Santander), las cuales son distribuidas en las 8 jaulas experimentales de 5,5 m de diámetro y 5 m de profundidad.

Se utiliza pienso comercial ECOPRIME (47% PB, 17% GB y 17,62 Mj/Kg ED) de la empresa DIBAQ-DIPROTEG y se ensayan 4 niveles de alimentación: 80, 90, 100 y 110% de la tasa recomendada por el fabricante. El pienso se reparte manualmente en dos tomas de aproximadamente el 50% del total, a primera hora de la mañana y a mediodía, apuntándose cada día la cantidad de alimento ingerido.

### Resultados de la prueba 1: Estudio de la tasa de alimentación óptima de la dorada durante invierno – primavera en jaulas marinas.

A mediados del mes de Noviembre de 1999 se produce un temporal que ocasiona fugas de una gran parte de los peces. Por esto se tiene que reorganizar la prueba, pasando los 4.636 peces disponibles a 4 jaulas menos dañadas para continuar el experimento con las 4 dosis de pienso hasta principios de abril de 2000.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de crecimiento y de eficacia nutritiva:

Jaula	S (%)	$\Delta Pm$ (g)	$\Delta B$ (%)	I.C. <sub>apar.</sub>	C.P.(kg)	T <sub>r</sub> a.	T.C.I.	I.C.	C.T.C.
1-110%	96,8	35,7	25,8 %	2,24	55,76	95	0,25 %	1,96	0,00329
2-100%	80,6	33,0	3,00 %	18,44	82,99	100	0,23 %	2,18	0,00306
3- 90%	94,1	17,1	6,69 %	7,16	78,06	85	0,12 %	3,60	0,00157
4- 80%	97,9	18,0	11,64 %	3,65	69,29	75	0,12 %	3,05	0,00165

Donde:

- S: Supervivencia (%).
- $\Delta Pm$ : Incremento del peso medio (g).
- $\Delta B$ : Incremento Biomasa (Kg).
- T.C.I: Tasa de Crecimiento Instantáneo.
- I.C: Índice de Conversión.
- C.T.C: Coeficiente térmico Crecimiento.

Las tasas de alimentación reales, calculadas a partir del pienso real consumido, son menores a las previstas.

Los parámetros corporales y del análisis corporal de las doradas al final del ensayo son los siguientes:

PARÁMETRO	Jaula 1	Jaula 2	Jaula 3	Jaula 4
Longitud total (cm)	20,5	20,7	21,0	20,7
Anch. Dorsal máx. (cm)	2,30	2,45	2,45	2,42
Alt. Dorsal máx. (cm)	6,90	6,95	6,91	6,91
Peso total (g)	139,9	146,9	154,7	137,3
Peso canal (g)	128,5	134,3	140,2	125,6
IVS (%)	1,60	1,89	2,05	1,72
IGV (%)	0,54	0,62	1,10	0,65
Materia seca (%)	33,9	32,8	31,1	31,6
Cenizas (%m.s)	7,2	6,1	6,7	5,0
Proteína bruta (%ms)	56,4	56,3	61,7	60,3
Grasa bruta (%ms)	33,3	33,9	35,5	41,8

### **Conclusiones de la prueba 1: Estudio de la tasa de alimentación óptima de la dorada durante invierno – primavera en jaulas marinas.**

La menor supervivencia obtenida en la jaula 2, no se encuentra relacionada con la tasa de alimentación, sino con la fuga de peces.

En cuanto al crecimiento, se observa que la reducción de la tasa de alimentación (75 y 85%) provoca, en las condiciones del ensayo, una considerable disminución de los parámetros de crecimiento (peso medio, TCI y CTC) del orden de la mitad.

La fuga de peces origina unos índices de conversión aparentes muy elevados en algunas jaulas, lo que obliga a efectuar una corrección de los mismos considerando el incremento real de biomasa de los peces supervivientes. Hay que destacar los mayores valores del IC corregido, obtenidos para las menores tasas de alimentación, entre 3,05 y 3,60 frente a 2,18 para la tasa control, como consecuencia de un menor crecimiento.

Una reducción de la alimentación hasta un 95% no tiene efectos negativos en la T.C.I. o el I.C., pero niveles de alimentación menores, 75-85% originan peores rendimientos.

En cuanto a los parámetros corporales estudiados, no se aprecian diferencias significativas entre las 4 jaulas. En relación a la composición corporal, las diferencias entre la proteína y la grasa bruta de las doradas de las diferentes jaulas no parecen tener una fácil explicación.

### **Metodología de la prueba 2: Estudio de la tasa de alimentación óptima de la dorada durante verano – otoño en jaulas marinas.**

Tras la reparación de las jaulas dañadas en el temporal y la mejora en el anclaje de las mismas al entramado, se procede al inicio de la prueba 2.

En Junio de 2000 se instalan alrededor de 18.000 juveniles de dorada de peso medio inicial de 11,67 g, procedentes de la empresa TIMAR en una jaula en el puerto de Gandía, y tras un periodo de adaptación de unos 40 días se procede a la distribución de las doradas en las 8 jaulas experimentales ubicadas en el polígono de producción de GRAMASA.

El ensayo comienza el 24 de junio, con 2.175 juveniles de dorada por cada jaula, cuyo peso medio fue de 27,45 gramos, lo que supone una biomasa inicial de 59,7 Kg. Los peces se alimentan con las 4 tasas de alimentación previstas (80, 90, 100 y 110%), cada una de las cuales se ensaya en 2 jaulas.

Se emplea el pienso comercial ECODIVA (51% PB, 24% BG y 22,23 KJ/Kg ED) de DIBAQ- DIPROTEG, que se reparte manualmente en dos tomas al 50% aproximadamente hasta finales de noviembre, y una sola toma por la mañana en diciembre.

### Resultados de la prueba 2: Estudio de la tasa de alimentación óptima de la dorada durante verano – otoño en jaulas marinas.

Los días 24 de agosto y 29 de noviembre de 2000 se llevan a cabo 2 muestreos de 30 peces por jaula para estimar el crecimiento y ajustar las raciones diarias, mientras que en el muestreo del 10 de octubre se pesan un total de 200 peces por jaula. El muestreo final se lleva a cabo los días 20 y 27 de diciembre, contándose todos los peces de cada una de las jaulas y pesándose 100 doradas de cada una de ellas. En la siguiente tabla se observan los pesos medios de las doradas en jaulas marinas:

Jaula/Tasa	Muestra 27/7/00	Muestra 28/8/00	Muestra 10/10/00	Muestra 29/11/00	Muestra 20/12/00
Jaula 1-80%	27,45	49,4	118,2	150,0	174,7
Jaula 2-90%	27,45	57,2	131,6	176,0	189,7
Jaula 3-100%	27,45	54,4	143,6	165,7	179,3
Jaula 4-110%	27,45	62,3	147,0	164,8	199,8
Jaula 5-80%	27,45	59,9	128,8	147,3	178,3
Jaula 6-90%	27,45	56,1	145,5	172,7	182,9
Jaula 7-100%	27,45	59,1	149,2	175,7	193,3
Jaula 8-110%	27,45	59,7	150,4	186,5	201,0

En la siguiente tabla se muestran los resultados parciales y finales de eficacia nutritiva de doradas, alimentadas con diferentes tasas de alimentación:

MUESTREO DEL 10/10/2000								
Jaula	Nºfinal doradas	Superv . %	Biomasa final Kg	Consumo pienso Kg	Tasa aliment. real	I.C.	T.C. (%/día)	Coef. Térm. Crecim.
Jaula 1	2164	99,5	256	146	80 %	80	0,74	0,00180
Jaula 2	2162	99,4	284	204	100 %	100	0,91	0,00197
Jaula 3	2159	99,3	311	211	100 %	100	0,84	0,00212
MUESTREO DEL 10/10/2000								
Jaula	Nºfinal doradas	Superv . %	Biomasa final Kg	Consumo pienso Kg	Tasa aliment. real	I.C.	T.C. (%/día)	Coef. Térm. Crecim.
Jaula 4	2162	99,4	318	264	115 %	115	1,02	0,00215
Jaula 5	2158	99,2	278	194	90 %	90	0,89	0,00194
Jaula 6	2162	99,4	314	200	90 %	90	0,78	0,00214
Jaula 7	2158	99,2	322	235	110 %	110	0,89	0,00218
Jaula 8	2156	99,1	324	260	115 %	115	0,98	0,00219
MUESTREO DEL 27/12/2000								
Jaula	Nºfinal doradas	Superv . %	Biomasa final Kg	Consumo pienso Kg	Tasa aliment. real	I.C.	T.C. (%/día)	Coef. Térm. Crecim.
Jaula 1	1120	51,5	195,7	298	110 %	2,19	1,34	0,00185
Jaula 2	1921	88,3	364,4	386	90 %	1,27	1,40	0,00196
Jaula 3	1991	91,5	357,0	433	100 %	1,46	1,36	0,00190
Jaula 4	1837	84,4	367,0	509	115 %	1,66	1,44	0,00203
Jaula 5	1946	89,5	347,0	341	80 %	1,19	1,40	0,00190
Jaula 6	2006	92,2	366,9	396	90 %	1,29	1,42	0,00192
Jaula 7	1052	48,4	203,3	459	160 %	3,21	1,46	0,00200
Jaula 8	2021	92,9	406,2	509	100 %	1,47	1,49	0,00210

La mayoría de los peces se encuentran en el intervalo de pesos alcanzados de 150-200 gramos (entre 43 y 49%) y 200-250 g (26-35%), aunque existe un porcentaje elevado de peces pequeños comprendidos en el rango 100-150 g (entre 12 y 2%). Tan sólo el lote alimentado con la mayor tasa de alimentación (115%) presenta una elevada proporción (12%) de doradas muy grandes entre 250 y 300 g

### **Conclusiones de la prueba 2: Estudio de la tasa de alimentación óptima de la dorada durante verano – otoño en jaulas marinas.**

Se observa un crecimiento continuo en todos los peces desde el inicio, aunque la velocidad de crecimiento fue mayor durante los primeros 78 días debido a las mayores temperaturas estivales.

La supervivencia en el mes de octubre, estimada a partir de las bajas recogidas en las jaulas, fue del 99%. Al final de la prueba tales valores se reducen, aunque en la mayoría de las jaulas es alta, entre un 85 y 93%, excepto en las jaulas 1 y 7, en las que el número final de doradas es de aproximadamente la mitad, lo que hace pensar que hay fugas incontroladas.

La bajada de las temperaturas durante la segunda mitad de la prueba, junto con el mayor tamaño de los peces, origina una gran disminución de los valores del TCI.

Existe un efecto significativo de la tasa de alimentación sobre el crecimiento de los peces tanto en el muestreo de octubre como en el final, así la disminución de la tasa al 80% origina un menor peso medio final de los peces (178 g) con relación a la tasa 90 y 100% (186 y 190 g) y, sobre todo respecto a un nivel de alimentación del 115%, que origina el mayor crecimiento de los peces (200 g).

No existe ningún efecto significativo del nivel de alimentación sobre la composición de las doradas, pues tan sólo se aprecia una tendencia al engrasamiento durante el muestreo de octubre, de los peces que consumen una mayor cantidad de pienso.

### **Metodología de la prueba 3: Estudio de la tasa de alimentación óptima de la lubina en laboratorio.**

Esta prueba se lleva a cabo en el Laboratorio de Acuicultura de la UPV, en 6 tanques de 1000 litros incluidos en un sistema de recirculación de agua marina, manteniendo una temperatura constante de 24-26 °C.

El ensayo comienza en febrero de 2000 con lubinas de 17 y 25 gramos de peso medio inicial, procedentes de la GRANJA PISCÍCOLA DE BAHÍA DE ROSAS (Gerona), pero, debido a ciertos problemas patológicos que causaron cierta mortalidad en algunos lotes, los peces se redistribuyen en el mes de mayo. Las lubinas se separan en 2 grupos de pesos iniciales homogéneos, del orden de 16-18 g, que reciben unas tasas de alimentación teórica de 80, 100 y 120%, y de 24-26 g, que son alimentados con unas tasas de 90, 110 y 130%, con el fin de evitar la dispersión de pesos dentro del tanque y eliminar la competencia por el pienso.

Las lubinas se alimentan con el pienso comercial ECODIVA (51/24% PB/GB y 22,23 MJ/Kg de ED) de la empresa DIBAQ-DIPROTEG utilizando 6 tasas de alimentación (80, 90, 100, 110, 120 y 130%). El pienso se reparte en dos tomas diarias.

Los peces son muestreados quincenalmente para adaptar las tasas de alimentación al peso vivo y para establecer las curvas de crecimiento de las lubinas.

### Resultados de la prueba 3: Estudio de la tasa de alimentación óptima de la lubina en laboratorio.

En la siguiente tabla se muestra la evolución del peso medio, la supervivencia, la ingestión de pienso y el I.C. entre cada dos controles.

Tasas/Parámetro	80	90	100	110	120	130
<b>Peso medio (%)</b>						
15-05-00	40,5	64,0	48,7	68,6	47,5	76,0
14-07-00	78,1	112,4	98,4	139,8	100,0	140,9
25-10-00	177,6	230,7	206,9	257,0	202,1	-
<b>Numero de peces</b>						
15-05-00	96	154	94	141	98	166
14-07-00	90	136	88	133	86	150
25-10-00	76	119	78	115	68	0
<b>Supervivencia (%)</b>						
%	78,3	77,3	81,2	81,0	69,4	0
<b>Consumo de pienso (Kg)</b>						
15-05-00	589	2009	853	2304	941	3161
14-07-00	1163	2160	1347	3116	1456	3461
25-10-00	3158	4573	2963	4463	2578	-
<b>Índice de Conversión</b>						
15-05-00	0,8	1,1	0,9	1,0	0,8	0,9
14-07-00	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1
25-10-00	1,7	1,6	1,8	1,6	2,0	-

A principios de septiembre se produce un accidente que origina la muerte de todos los peces del tanque correspondiente a una tasa de alimentación de 130%.

A lo largo del ensayo se producen ciertos problemas patológicos causados por la bacteria *Vibrio sp*, que origina una mortalidad de lubinas que oscila entre 19 y 30%.

### Conclusiones de la prueba 3: Estudio de la tasa de alimentación óptima de la lubina en laboratorio.

Las tasas de alimentación más elevadas dentro de cada tamaño de lubinas muestran una evolución del peso medio de las lubinas similar, mientras que el peso medio de las lubinas alimentadas con un menor nivel de pienso es claramente inferior desde un principio.

Existe una progresiva reducción de la tasa de crecimiento específica (TCI) a medida que aumenta el peso de los peces. Asimismo, se comprueba la tendencia del I.C. a ir aumentando con el incremento del peso de los peces, observándose unas interesantes subidas y bajadas alternativas del valor del índice a lo largo del ensayo para todos los piensos.

Las tasas de alimentación reales son menores de lo previsto, de 90, 100 y 115% para los peces pequeños y 95 y 100% para los grandes. Los valores de peso final TCI y CTC (coeficiente térmico de crecimiento) son inferiores en los lotes alimentados con la menor tasa para los dos tamaños de lubinas.

#### **OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.**

##### ***Comunidad Autónoma de Baleares:***

- **1999:** Mejoras prácticas en el preengorde de dorada: cultivo en jaulas. (Proyecto en coordinación con la CCAA de Andalucía).

##### ***Comunidad Autónoma de Canarias:***

- **1994:** Estudio sobre el rendimiento e impacto ambiental de una instalación de jaulas flotantes para producción de especies marinas.
- **1995:** Estudio sobre el impacto ambiental de una instalación en jaulas flotantes para producción de peces marinos en el archipiélago canario.
- **1996:** Estudio sobre el rendimiento e impacto ambiental de una instalación de jaulas flotantes para producción de peces marinos en el archipiélago canario.

##### ***Comunidad Autónoma de Andalucía:***

- **1995, 96 y 98:** Cultivo de vieira en sistemas flotantes en mar abierto.
- **1999:** Mejoras prácticas en el preengorde de dorada: cultivo en jaulas. (Proyecto en coordinación con la CCAA de Baleares).

##### ***Comunidad Autónoma de Cataluña:***

- **1994-95:** Cultivo de peces (dentón) en jaulas flotantes.

#### **COMENTARIOS FINALES.**

Parece que las condiciones del ensayo de incremento de alimentación de dorada en jaulas marinas, mejora la rentabilidad de la producción durante las primeras fases de crecimiento, pero después no parece tener efecto sobre el rendimiento económico del engorde hasta el tamaño considerado.

Los resultados de la tasa de alimentación en la lubina indican que, tanto la reducción como el incremento de los niveles de alimentación, empeoran la rentabilidad económica.