

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 m², 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:

Puesta	Nº total de huevos	% Fecundados	% Eclosionados
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 Cr_2O_3 como marcador inerte.

Las características de las diferentes dietas son las siguientes:

Dieta Nº	2	3	5	6*	7*	8	9
% de har. pes. alta calidad	43,9			48,1		52,2	
% de har. pes. baja calidad		43,9	48,1		48,1		52,2
% de harina de soja	22,0	22,0	17,0	17,0	17,0	12,0	12,0
Aceite de pescado	8,1	8,1	13,9	13,9	13,9	19,8	19,8
Proteína	49	49	48	49	49	48	48
Lípidos	14	14	21	21	21	27	27
Carbohidratos	27	27	21	22	22	16	16
Energía Bruta (Mj/Kg)	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:

Dieta Nº	2	3	5	6*	7*	8	9
P_{inicial} (g)	69,87	70,60	70,04	69,95	70,04	69,48	71,19
P_{final} (g)	379,7	372,2	377,7	397,1	368,1	399,1	394,4
P_{inicial} (%)	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28
P_{final} (%)	2,07	1,62	2,32	1,61	2,37	2,68	3,34
Alim. Ing. (g)	23951	22564	23404	23236	22952	23486	24175
FCR	1,52	1,55	1,41	1,39	1,48	1,37	1,48
SGR	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 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:

Composición de las dietas experimentales						
% Peso seco	1	2	3	4	5	6
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
Composición de las dietas experimentales						
% Peso seco	1	2	3	4	5	6
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) ³	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:

Composición de las dietas experimentales								
% Peso seco	1	2	3	4	5	6	7	8
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) ³	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.

Dieta P/L en dieta (%)	1 45/10	2 45/15	3 45/20	4 50/10	5 50/15	6 50/20	7 55/15	8 55/20
P _{inicial} (g)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
P _{final} (g)	60,2 ^{ab}	61,5 ^a	56,6 ^a	64,9 ^c	73,9 ^d	58,8 ^a	69,8 ^{cd}	66,5 ^b
SGR	1,6 ^{ab}	1,6 ^{ab}	1,5 ^a	1,8 ^{bc}	1,9 ^c	1,7 ^{ab}	1,8 ^{bc}	1,7 ^{bc}
PER	1,22	1,29	1,20	1,34	1,53	0,98	1,2	1,4
IC	1,8 ^b	1,6 ^{ab}	1,8 ^b	1,4 ^{ab}	1,2 ^a	2,0 ^b	1,4 ^{ab}	1,3 ^b
Composición corporal (% peso seco)								
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 ^a	23,9 ^a	25,3 ^{ab}	24,0 ^{ab}	21,8 ^{ab}	21,2 ^{ab}	25,0 ^{ab}	27,1 ^b

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:

Formulación de las dietas experimentales						
Ingrediente	1	2	3	4	5	6
Almidón maíz crudo	3,8	3,33	15,22	-	-	-
Almidón maíz extrusionado	11,42	9,99	-	15,22	-	-
Pan rayado	-	-	-	-	15,22	-
Salvado de trigo	-	-	-	-	-	15,22

Composición de las dietas experimentales						
% Peso seco	1	2	3	4	5	6
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.

Dieta	1	2	3	4	5	6
Proteína en dieta (%)	57,24	53,78	58,16	57,55	60,60	60,86
P _{inicial} (g)	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1
P _{final} (g)	106,1 ^{ab}	104,1 ^a	111,9 ^a	117,5 ^d	118 ^{ab}	119,6 ^b
SGR	0,85 ^{ab}	0,69 ^d	0,90 ^b	0,93 ^b	0,86 ^{ab}	0,91 ^b
HSI	1,4 ^{ab}	1,2 ^a	1,3 ^a	1,5 ^{ab}	1,7 ^b	1,4 ^{ab}
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:

Ingrediente	1	2	3	4	5	6
(%P_{húmedo})						
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 _{inicial} (g)	215	215	215	215	215	215
P _{final} (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 _{medio inicial} (g)	67,5	71,4	67,0	67,1	65,8	63,2	67,0	64,1	63,7
P _{medio final} (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 \pm STD	61,63 \pm 5,6			55,83 \pm 5,2			60,96 \pm 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:

Intensidad luz	375 lux			5 lux		
Réplicas	A1	A2	A3	B1	B2	B3
P_{medio inicial} (g)	51,03	49,01	49,69	55,66	50,46	60,44
P_{medio final} (g)	121,73	122,34	138,07	133,84	123,21	144,40
Incremento en peso	70,70	73,33	88,38	83,18	72,74	83,96
Media ± STD	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:

Frecuencia alimentación	12 Tomas/día			8 Tomas/día			4 Tomas/día		
Réplicas	A1	A2	A3	B4	B5	B6	C7	C8	C9
P_{inicial} (g)	5,74			5,74			5,74		
P_{1ª muestreo} (g)	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
P_{final}	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
Incremento en peso	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
Media ± STD	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 _{inicial} (g)	90,86	91,72	92,19	91,53	93,50	91,39
P _{1ª} muestreo (g)	129,66	123,06	126,60	124,97	135,40	126,40
P _{final}	226,14	217,44	218,95	209,08	220,62	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 m³ 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 m³ 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^a 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 m³ y 6 jaulas de 8 m de profundidad y 1.600 m³, 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 cm² 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 cm² 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 m³ 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^m⁻². 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*

Efluente	Jaulas	Cabos
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 (μM)	Máximo (μM)	Mínimo (μM)	Máximo (μM)
Fosfatos	Punto 1	0,0 14/04-10-20-22- 25/05	5,07 8/04	0,0 7/04	2,74 6/04
	Punto 2	0,0 14/04-20/05	5,1 24/04	0,0 7-13/04	0,1 8/05
	Punto 3	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 (μM)	Máximo (μM)	Mínimo (μM)	Máximo (μM)
Silicatos	Punto 1	0,33 27/04	15,6 8/04	0,65 7/04	1,53 8/05
	Punto 2	0,28 11/05	12,04 24/04	0,54 7/04	1,97 8/05
	Punto 3	0,44 20/05	44,21 11/05	0,71 6/04	4,18 8/05
Nitritos + Nitratos	Punto 1	0,0 14/04	3,39 24/04	0,125 6/04	0,55 8/05
	Punto 2	0,01 27/04	1,58 10/05	0,02 6/04	0,37 7/04
	Punto 3	0,01 6/04	3,68 11/05	0,01 13/04	2,38 8/05
Amonio	Punto 1	3,71 27/04	35,14 15/04	16,58 28/04	24,05 20/04
	Punto 2	15,01 13/05	33,48 15/04	17,51 22/04	28,53 14/04
	Punto 3	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
Jaulas	4,54±0,17 ^a	78,8±2,3 ^a	5,37±0,3 _a	94,63±3,2 _a	3,2±0,01 ^a
Efluente	4,54±0,12 ^a	86,1±3,6 ^a	4,41±0,1 _b	95,6±3,3 ^a	3,79±0,01 ^a

Calidad de <i>Grateloupia doryphora</i>				
Población	G	F	HC	E
Jaulas	0,0±0,0 ^a	0,79±0,006 ^a	11,8±0,7 _a	57,1±2,1 ^a
Efluente	0,0±0,0 ^a	0,66±0,002 ^b	5,0±0,1 ^b	33,9±1,7 ^b

Siendo:

- P_h/P_s: 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.

Contenido en pigmentos de <i>Grateloupia dichotoma</i> y <i>Grateloupia doryphora</i>		
Población	FE	FC
<i>G. dichotoma</i> (Naturales)	0,14±0,01 ^a	0,004±0,0002 ^a
<i>G. doryphora</i> (Efluentes)	0,78±0,05 ^b	0,21±0,03 ^b
<i>G. doryphora</i> (Jaulas)	0,57±0,04 ^c	0,05±0,003 ^c

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.

Composición Química de <i>Grateloupia</i>				
Especie	Carbono (%)	Nitrógeno (%)	Hidrógeno (%)	C/N
<i>G. doryphora</i>	34,36±0,07 ^a	4,84±0,01 ^a	5,67±0,06 ^a	8,31±0,03 _a
<i>G. dichotoma</i>	32,36±0,14 ^b	4,74±0,01 ^b	5,67±0,02 ^a	8,13±0,07 _b

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.

	Humedad (%)	Sales Minerales (%)	Materia orgánica (%)	Grasa (%)	Proteínas (%)	HC (%)	Fibra (%)	Valor energético (Kj)
Pienso comercial	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
<i>G. doryphora</i>	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
<i>U. rigida</i>	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
Pienso mezcla	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:

P_{inicial} (g)	P_{final} (g)	I.C.-inicial	I.C.-final
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 m³ 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:

	Noviembre Pre-puesta	Marzo Puesta	Junio Post-puesta
Gónada			
LT	3,00±0,25 ^b	16,49±0,76 ^a	2,66±0,38 ^b
LN	1,01±0,07 ^b	11,69±0,63 ^a	0,92±0,14 ^b
LP	1,99±0,18 ^b	4,79±0,13 ^a	1,74±0,25 ^b
Hígado			
LT	9,35±1,18 ^b	13,10±2,00 ^a	2,66±0,53 ^{ab}
LN	2,63±0,55 ^b	6,30±3,33	3,00±0,82
LP	6,72±0,63 ^b	6,80±1,33	7,74±0,85
Músculo			
LT	2,57±0,49 ^b	4,36±0,62 ^a	2,33±0,12 ^b
LN	0,87±0,31 ^b	2,03±0,67 ^a	0,56±0,09 ^b
LP	1,70±0,18 ^b	2,33±0,06 ^a	1,76±0,09 ^b

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/m³. 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".