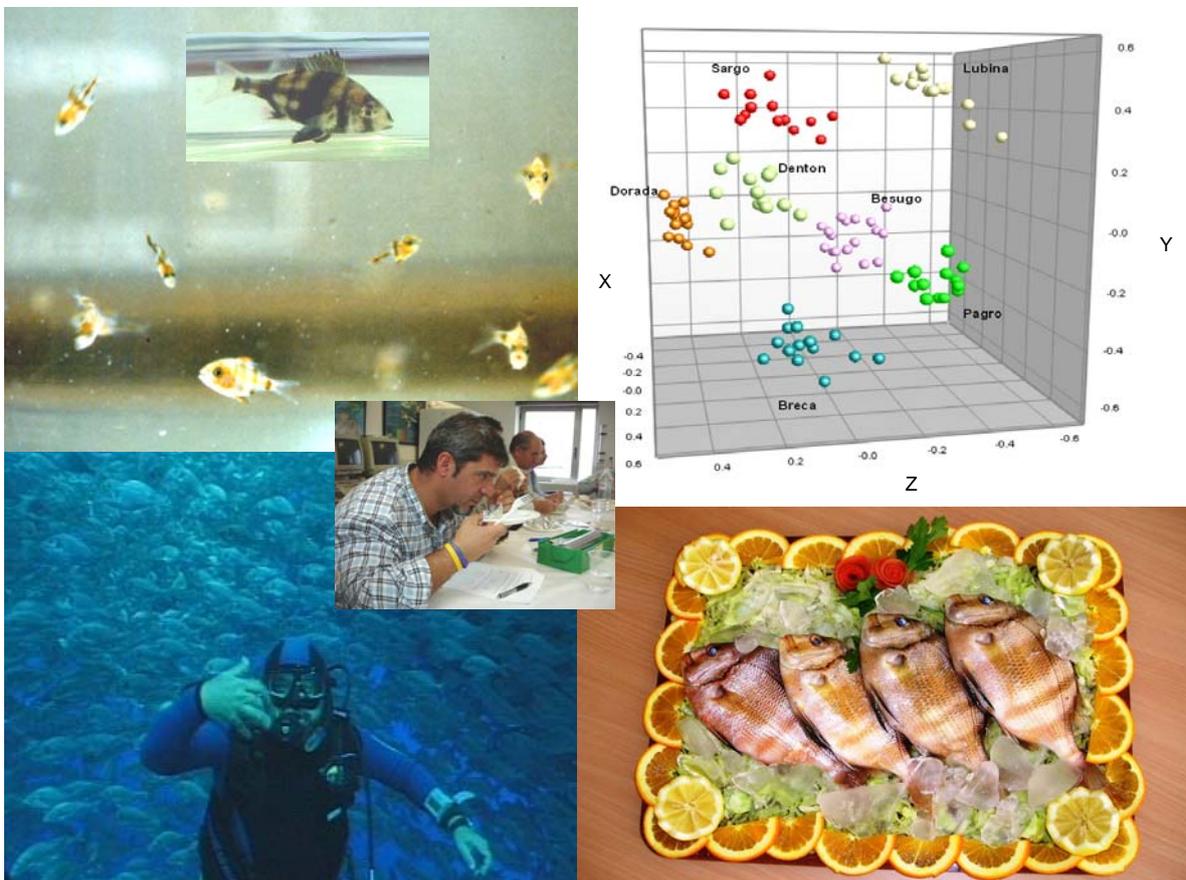


JACUMAR

MEMORIA FINAL DEL PROYECTO COORDINADO.

TÍTULO DEL PROYECTO COORDINADO:
Promoción del cultivo de las nuevas especies de espáridos:
Ensayos piloto y transferencia tecnológica (2004-2007).



Investigador Coordinador: Benjamín García García (IMIDA).

Apoyo a la coordinación:

José Luis Marengo Sierra (IFAPA-Andalucía): Análisis bioquímico.

José Antonio Sánchez Prado (UO-Asturias): Análisis genético.

Alicia Estévez García (IRTA-Cataluña): Cultivo larvario.

María Dolores Hernández Llorente (IMIDA-Murcia): Análisis sensorial y calidad alimentaria.

José García García (IMIDA-Murcia): Análisis económico.

Equipos participantes:

- Participante 1 Comunidad Autónoma de Andalucía (AND)
-IFAPA Centro *El Toruño*
Investigador Responsable: Salvador Cárdenas Rojas
Equipo:
José Luis Marengo Sierra
José Luis Muñoz Pérez
Manuel Mancahdo Campaña
Carlos Infante Toscazo
Francisco Javier Padilla Magán
- Participante 2 Comunidad Autónoma de Asturias (AST)
-Centro de Experimentación Pesquera (CEP).
-Universidad de Oviedo (UO).
Investigadora Responsable: Carmen Rodríguez Rodríguez
Equipo:
José Francisco Carrasco Fidalgo (CEP)
UO:
José Antonio Sánchez Prado (IP)
Gloria Blanco Lizana
Emilia Vazquez Menendez
Yaisel Borrell Pichs
Jorge Alvarez Piñera
- Participante 3 Comunidad Autónoma de Baleares (BAL)
-Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuicultura (LIMIA)
Investigadora Responsable: Elena Pastor Gracia
Equipo:
Amalia Grau Jofre
Enrique Massuti Pacual
- Participante 4 Comunidad Autónoma de Canarias (CAN)
- Instituto Canario de Ciencias Marinas- Universidad de las Palmas de Gran
Canaria (ICCM-ULPGC).
Investigadora Responsable: Carmen Hernández Cruz
Equipo:
Hipólito Fernández-Palacios Barber
Francisco Javier Roo Filgueira
Daniel Montero Vitores
Lidia Robaina Robaina
Rafael Ginés Ruíz

- Participante 5 Comunidad Autónoma de Cataluña (CAT)
- Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA).
Investigadora Responsable: Alicia Estévez García
- Participante 6 Comunidad Autónoma de Galicia (GAL)
-CIMA
-CO de Vigo (IEO)
-IGAFA, DXRM
Investigadora Responsable: Mercedes Olmedo Herrero
Equipo:
José Benito Peleteiro Alonso (IEO)
Fátima Linares Cuerpo (CIMA)
José Luis Rodríguez (IGAFA)
Luis M. Rodríguez (DXRM)
- Participante 7 Comunidad Autónoma de Murcia (MUR)
-Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA)
Investigadora Responsable: María Dolores Hernández Llorente
Equipo:
José García García
Jesús Cerezo Valverde
Felipe Aguado Giménez
Benjamin García García
- Participante 8 Comunidad Autónoma de Valencia (VAL)
-Grupo Acuicultura Biodiversidad, Universidad Politécnica de Valencia (GAB-UPV)
Investigador Responsable: Miguel Jover Cerdá
Equipo:
Luz María Pérez Igualada
Silvia Martínez Llorens
Juan Asturiano Nemesio
Ana Tomas Vidal
Andrés Moñino López

ÍNDICE

1. RESUMEN.	1
2. INTRODUCCIÓN.	2
3. ENSAYOS DE CULTIVO LARVARIO Y ENGORDE. (Actividades por equipos)	18
3.1. Comunidad Autónoma de Andalucía.	
IFAPA Centro el Toruño.	
“Cultivo integral de bocinegro (<i>Pagrus pagrus</i>) y hurta (<i>Pagrus auriga</i>)”	18
3.1.1. Reproducción en cautividad de bocinegro y hurta.	18
3.1.1.1. Gestión de reproductores y suministro de huevos y larvas.	18
3.1.1.2. Análisis genético del stock de reproductores de hurta.	20
3.1.1.3. Cría de larvas y alevines.	24
3.1.2. Engorde de bocinegros y hurtas en jaulas flotantes y semisumergidas.	34
3.1.2.1. Suministro de alevines de bocinegro y hurta para su engorde en jaulas flotantes.	34
3.1.2.2. Engorde de bocinegro con distintos tipos de pienso.	35
3.1.2.3. Engorde de bocinegro y hurta en jaulas flotantes en mar abierto.	37
3.1.2.4. Análisis de calidad de peces y piensos.	39
3.1.2.5. Análisis genético de los individuos durante el cultivo.	40
3.1.3. Antecedentes sobre biología y acuicultura de la hurta y bibliografía	41
3.1.4. Anexos	46
3.2. Comunidad Autónoma de Asturias.	
Universidad de Oviedo (UO), Centro de Experimentación Pesquera (CEP).	
“Aplicación de marcadores genéticos en la mejora de la producción de dentón (<i>Dentex dentex</i>), sargo picudo (<i>Diplodus puntazzo</i>) y besugo (<i>Pagellus bogaraveo</i>).”	49
3.2.1. Elección y optimización de loci microsatélite.	50
3.2.2. Utilización de los marcadores microsatélite en la gestión de stock de cultivo.	
3.2.2.1. Utilización de la variabilidad de los loci microsatélites en la estimación de relaciones de parentesco.	52
3.2.2.2. Análisis de las relaciones de parentesco entre los individuos de los lotes de reproductores de dentón del IRTA.	58
3.2.2.3. Análisis de las relaciones de parentesco entre los individuos de los lotes de reproductores de dentón del LIMIA	60
3.2.2.4. Análisis de las relaciones de parentesco entre los individuos de los lotes de reproductores de sargo picudo del LIMIA	62
3.2.2.5. Análisis de los lotes de reproductores del besugo del IOE de Vigo.	66
3.2.3.-Utilización de la variabilidad de los loci microsatélites en la asignación de paternidades en lotes de reproductores.	69
3.2.3. 1. Caracterización de la calidad de la puesta.	70
3.2.3.2. Asignación de parentales a las descendencias.	71
3.2.3.2.1. Análisis las descendencias obtenidas del lote de reproductores de dentón del IRTA.	71
3.2.3.2.2. Análisis de la evolución temporal de las puestas.	76
3.2.3.2.3. Análisis las descendencias obtenidas del lote de reproductores de dentón del LIMIA.	79
3.2.3.2.4. Análisis las descendencias obtenidas del lote de reproductores de sargo picudo del LIMIA.	80
3.2.3.2.5. Análisis de las descendencias del lote de reproductores de besugo del IEO de Vigo.	80

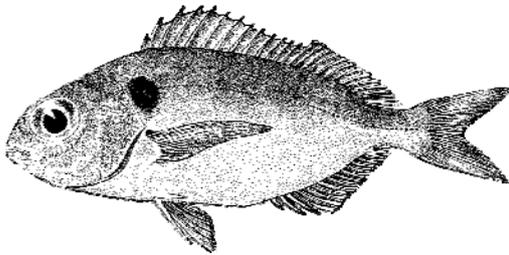
3.3. Comunidad Autónoma de Baleares.	
LIMIA.	
"Creación de stocks de reproductores y suministro de huevos y larvas de dentón (<i>Dentex dentex</i>) y sargo picudo (<i>Diplodus puntazzo</i>)".	87
3.3.1. Sargo picudo.	87
3.3.2. Dentón.	89
3.3.3. Análisis genético de los stocks de reproductores.	90
3.4. Comunidad Autónoma de Canarias.	93
ICCM-ULPGC	
"Ensayos piloto de engorde de bocinegro (<i>Pagrus pagrus</i>): transferencia tecnológica."	
3.4.1. Primera producción de bocinegro.	93
3.4.1.1. Reproducción.	93
3.4.1.2. Cultivo larvario y preengorde.	93
3.4.1.3. Engorde en tanques y jaulas.	101
3.4.1.4. Composición bioquímica.	112
3.4.2. Segunda producción de bocinegro.	124
3.4.2.1. Reproducción	124
3.4.2.2. Cultivo larvario y preengorde.	124
3.4.3. Tercera producción de bocinegro.	132
3.4.3.1. Reproducción.	132
3.4.3.2. Cultivo larvario.	132
3.4.3.3. Preengorde y engorde.	146
3.4.4. Conclusiones.	171
3.5. Comunidad Autónoma de Cataluña.	
IRTA.	
"Ensayos de reproducción y cultivo larvario de dentón (<i>Dentex dentex</i>)".	173
3.5.1. Reproductores y puestas.	173
3.5.2. Cultivo larvario.	176
3.5.3. Destete y preengorde.	182
3.5.4. Conclusiones.	184
3.5.5. Revisión bibliográfica sobre el dentón.	185
3.6. Comunidad Autónoma de Galicia.	
CIMA, IEO Centro de Vigo, IGAFSA.	
"Ensayos de engorde de besugo (<i>Pagelus bogaraveo</i>)".	191
3.6.1. Producción de alevines de besugo.	191
3.6.2. Ensayos de Engorde.	191
3.6.2.1. Selección de un pienso estándar.	192
3.6.2.2. Engorde de alevines con dos piensos de diferente contenido graso.	193
3.6.2.3. Comparación del crecimiento, composición corporal y color de los peces alimentados con dos piensos.	194
3.6.2.4. Crecimiento y composición corporal de juveniles de besugo alimentados con diferentes niveles de proteína y carbohidratos.	196
3.6.2.5. Experimento con diferentes tasas de alimentación.	197
3.6.3. Revisión bibliográfica sobre el besugo.	198
3.7. Comunidad Autónoma de Murcia.	
IMIDA.	
"Ensayos de engorde de sargo picudo (<i>Diplodus puntazzo</i>)".	201
3.7.1. Suministro de ejemplares para stock de reproductores en empresas.	201

3.7.2. Engorde de sargo picudo en jaulas en mar abierto	201
3.7.3. Valoración económica y sensorial en la selección de dietas para el sargo picudo.	203
3.7.4. Desarrollo de un modelo de crecimiento y tasa de alimentación del sargo picudo, para la gestión de la alimentación de las granjas.	208
3.7.5. Estudio de la digestibilidad en el sargo picudo de los piensos comerciales disponibles para dorada.	214
3.7.6. Modelo biológico de predicción de aportes de N y P procedentes de una granja de sargo picudo.	220
3.7.7. Efectos de la sustitución total de aceite de pescado por aceites vegetales en dietas para sargo picudo.	222
3.7.8. Efectos de la sustitución total del aceite de pescado por aceites vegetales sobre las actividades de desaturación/elongación de ácidos grasos poliinsaturados n-3 y n-6 de hepatocitos y enterocitos del sargo picudo.	227
3.7.9. Revisión bibliográfica sobre el sargo picudo.	233
3.8. Comunidad Autónoma de Valencia.	
GAB-UPV.	
“Ensayos de engorde de sargo picudo (<i>Diplodus puntazzo</i>) y dentón (<i>Dentex dentex</i>)”.	254
3.8. 1. Crecimiento del sargo picudo (<i>Diplodus puntazzo</i>) en jaulas marinas.	254
3.8.2. Necesidades proteicas y energéticas del dentón	255
3.8.2.1. Pesos metabólicos.	255
3.8.2.2. Crecimiento de juveniles de dentón con diferentes tasas de alimentación: necesidades nutritivas.	257
3.8.2.3. Crecimiento de alevines de dentón con diferentes tasas de alimentación: necesidades nutritivas.	261
3.8.3. Necesidades proteicas y energéticas del sargo picudo.	266
3.8.3.1. Diferentes tasas de alimentación para optimizar el crecimiento y el índice de conversión del Sargo Picudo (<i>Diplodus puntazzo</i>) con un pienso comercial	266
3.8.3.2. Crecimiento e índice de conversión de alevines de sargo picudo de dos tamaños con diferentes tasas de alimentación	269
3.8.3.3. Crecimiento del sargo con diferentes tasas de alimentación: necesidades nutritivas.	273
3.8.3.4. Determinación del peso metabólico del sargo picudo.	275
3.8.4. Estudio del crecimiento del sargo picudo alimentado con diferentes fuentes proteicas.	278
3.8.4.1. Efecto de la inclusión de pulpo de naranja sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo del sargo picudo.	280
3.8.4.2. Efecto de la inclusión de concentrado proteico de guisante sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de alevines de sargo.	282
3.8.4.3. Efecto de la inclusión de girasol sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de alevines de sargo picudo.	284
3.8.4.4. Estudio del crecimiento del sargo picudo alimentado con girasol durante la fase de engorde.	287
3.8.5. Estudio del crecimiento y aprovechamiento nutritivo del sargo picudo alimentado con diferentes fuentes lipídicas.	291
3.8.5.1. Efecto de la inclusión de aceite de soja sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de juveniles de sargo.	291
3.8.5.2. Efecto de la inclusión de sebo animal sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de juveniles de sargo picudo	292
3.8.6. Bases biológicas para el estudio de rentabilidad de granjas de dentón.	295

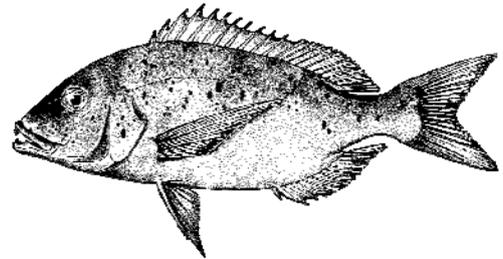
4. CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL.	297
4.1. Valorar nutricional y terapéutico.	297
Actividad conjunta: IMIDA (Murcia), IFAPA (Andalucía), LIMIA (Baleares), ICCM-ULPAC (Canarias), CIMA-IEO de Vigo (Galicia), UPV (Valencia).	
4.2. Marcadores genéticos y trazabilidad alimentaria.	305
Universidad de Oviedo, CEP (Asturias).	
5. ACEPTACIÓN POR PARTE DEL CONSUMIDOR.	312
Análisis sensorial de cinco especies de espáridos (besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo) en ocho localidades costeras de España.	
Actividad conjunta: IMIDA (Murcia), IFAPA (Andalucía), CEP (Asturias), LIMIA (Baleares), ICCM-ULPGC (Canarias), IRTA (Cataluña), DGP (Galicia), UPV (Valencia).	
5.1. Introducción.	312
5.2. Material y métodos.	313
5.2.1. Origen y preparación de las muestras.	313
5.2.2. Sesión de catas.	313
5.2.3. Encuestas.	314
5.2.4. Tratamiento de los datos.	315
5.3. Resultados y discusión.	317
5.3.1. Número de encuestas y características generales de la población encuestada.	317
5.3.2. Hábitos de consumo.	320
5.3.3. Análisis y estimación de las causas de variación del análisis sensorial.	331
5.3.4. Análisis sensorial.	336
5.3.4.1. Por especies.	336
5.3.4.2. La especie de referencia: Dorada.	339
5.3.4.3. Estimación de potenciales consumidores.	339
5.3.4.4. Por localidad.	340
5.4. Conclusiones.	346
6. ESTUDIOS ECONÓMICOS.	348
6.1. Análisis de costes comparativo del engorde de cinco especies de espáridos (besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo) en jaulas en mar abierto.	348
Actividad conjunta: IMIDA (Murcia), IFAPA (Andalucía), LIMIA (Baleares), ICCM-ULPGC (Canarias), IRTA (Cataluña), DGRM (Galicia), UPV (Valencia).	
6.2. Modelo econométrico de viabilidad/rentabilidad para el engorde de sargo picudo (<i>Diplodus puntazzo</i>) en jaulas en mar abierto.	363
IMIDA (Murcia)	
7. CONSIDERACIONES Y CONCLUSIONES GENERALES.	377

ANEXOS

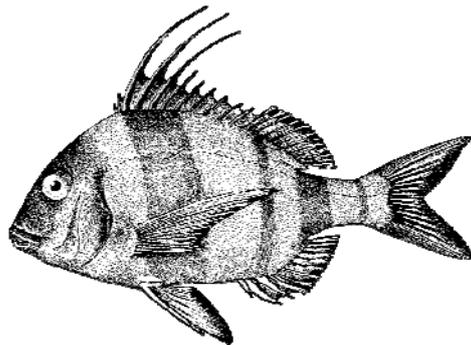
ANEXO I: Metodología Genética.	
Universidad de Oviedo (Asturias), IFAPA (Andalucía).	
ANEXO II: Protocolos del cultivo larvario.	
Actividad conjunta: IRTA (Cataluña), IFAPA (Andalucía), LIMIA (Baleares), ICCM-ULPGC (Canarias), CIMA-IEO de Vigo (Galicia).	
ANEXO III: Protocolos de engorde.	
IMIDA (Murcia), IFAPA (Andalucía), LIMIA (Baleares), ICCM-ULPGC (Canarias), CIMA, IGAFSA, IEO de Vigo (Galicia), UPV (Valencia).	
ANEXO IV: Difusión del proyecto.	



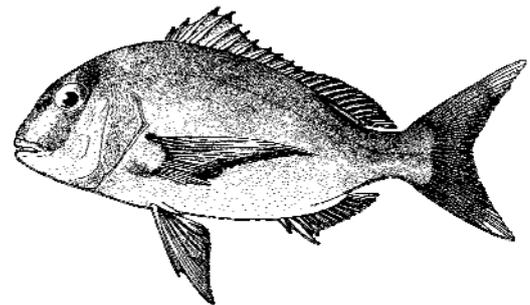
Besugo
Pagellus bogaraveo



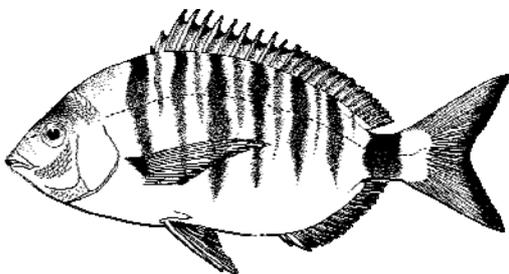
Dentón
Dentex dentex



Hurta
Pagrus auriga



Pargo o bocinegro
Pagrus pagrus



Sargo picudo
Diplodus puntazzo

1. RESUMEN.

Los resultados del presente proyecto aportan un información sobre el conocimiento y las técnicas de control genético de reproductores, cultivo larvario y engorde de las cinco especies de espáridos estudiados (besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo), constituyendo una herramienta técnica de gran utilidad para el sector y particularmente para aquellas empresas que inicien su cultivo o que ya lo estén realizando, caso del besugo. Esta información, y en definitiva la situación tecnológica actual para cada una de las especies, se valora económicamente mediante un análisis de costes en el que se analiza la viabilidad y la rentabilidad económica de cada una de las especies. Se aporta también información relevante sobre los hábitos de consumo del pescado en general en las zonas litorales del Estado Español, y cual es la opinión de los consumidores en relación a estas cinco especies, así como una estima de los potenciales consumidores. También información sobre la calidad del producto final así como una herramienta para la trazabilidad del mismo. En definitiva se suministran elementos para que el sector pueda decidir sobre la idoneidad u oportunidad de, desde una perspectiva comercial y de viabilidad y rentabilidad económica, abordar el cultivo de las distintas especies y en las distintas áreas geográficas, en el momento actual o en un futuro.

PALABRAS CLAVE: sargo picudo, pargo, dentón, hurta, besugo, producción, ensayos piloto, transferencia tecnológica, criadero, jaulas flotantes, tanques, crecimiento, análisis sensorial, economía, marcadores genéticos, pedigríes, relaciones de parentesco, trazabilidad.

2. INTRODUCCIÓN.

A lo largo de los últimos años las líneas de investigación en el campo de los cultivos marinos están dirigidas, en gran medida, a diversificar el número de especies cultivables con el fin de poner a punto las técnicas de su cría en cautividad. Hasta el momento la acuicultura marina en el Mediterráneo y Canarias está prácticamente centrada en el cultivo de dos especies, la dorada y la lubina, y el rodaballo en Galicia, para las cuales existe una tecnología de cultivo totalmente consolidada, habiéndose alcanzado en prácticamente sólo una década niveles altos de producción, particularmente de dorada y rodaballo.

Sin embargo, el crecimiento espectacular del cultivo de dorada, se ve amenazado por problemas de comercialización que hacen prever un descenso en la producción si no se solventan los problemas de saturación de mercado existentes en la actualidad, ya que desde 1999 el precio de venta de la dorada se ha aproximado a su precio de coste (Gonzalez-Laxe, 2000). Frente a esta situación, una de las principales estrategias planteadas, además de la expansión de mercados y la reducción de costes productivos, es la diversificación de especies de cría (Stephanis y Divanach, 1993) ya que esta estrategia permite una mayor flexibilidad ante un cambio de demanda del mercado (Sweetman, 1992). Además, la diversificación de la oferta de peces de crianza podría contribuir a la estabilización de precios y a la rentabilización de instalaciones, por lo que la investigación sobre nuevas especies se presenta como línea de trabajo prioritaria en acuicultura. La diversificación nos permitiría fundamentalmente reducir el riesgo de las instalaciones. También permitiría una mayor expansión en el mercado al aumentar los sectores de venta actuales y la introducción en nuevos mercados ya sean nacionales o extranjeros. Además el cultivo de nuevas especies aumenta la eficiencia de las instalaciones, en donde la utilización de los recursos se puede ampliar a prácticamente todo el año, repercutiendo directamente en los costes de producción. Sin embargo, no todo son ventajas en la diversificación. En nuevas especies de espáridos los mercados potenciales son de tamaño reducido. Existe una posible competencia con las especies ya cultivadas, con lo que la aparición de nuevas especies en el mercado puede ocasionar bajadas o desestabilizaciones en el precio de las especies ya cultivadas. Además para la puesta en el mercado de nuevas especies es necesario invertir en estudios de mercado, de factibilidad de producción y de apertura de mercado.

Los criterios de selección de nuevas especies han sido descritos por diversos autores (Pillay, 1990), entre ellos destacan las características biológicas de la especie considerada: tasa de crecimiento, tamaño y edad en alcanzar la madurez sexual, facilidad de reproducción en cautividad, fecundidad y frecuencia de puestas, hábitos alimenticios y aceptabilidad de alimento artificial, eficiencia de conversión del alimento, resistencia a condiciones ambientales desfavorables, capacidad de estabulación, etc. Al mismo tiempo han de tenerse en cuenta consideraciones de consumo y mercado: aceptación por el consumidor, disponibilidad de mercado, valor comercial, etc.

De entre las especies que han sido objeto de estudio para diversificar los productos de la acuicultura marina destacan varias especies de espáridos. Así han despertado gran interés el besugo (*Pagellus bogaraveo*) fundamentalmente en el Cantábrico, el dentón (*Dentex dentex*) y el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en el Mediterráneo, el bocinegro o pargo (*Pagrus pagrus*) en Canarias y también el Mediterráneo y la hurta (*Pagrus auriga*) en la región Suratlántica.

Especies objeto del proyecto.

Besugo.

Desde principios de la década de los 90 ha existido una fuerte demanda de diversificación de las especies objeto de cultivo en Galicia con el fin de disminuir el riesgo que supone que el cultivo de peces marinos esté prácticamente restringido al cultivo de rodaballo (*Psetta máxima*). En los últimos años se consideró el cultivo de besugo como una alternativa a los cultivos marinos usuales, por presentar esta especie unas características adecuadas tanto desde el punto de vista biológico como comercial. Desde el

punto de vista biológico, el besugo presenta una buena adaptación a las condiciones de cultivo intensivo y se ha conseguido la reproducción en cautividad obteniéndose puestas de buena calidad, así como su cultivo larvario y engorde en estas condiciones. Es una de las especies con un valor comercial más alto con pocas oscilaciones a lo largo del año y la expansión del mercado a escala internacional presenta grandes posibilidades debido a su amplia área de distribución y a su gran aceptación. Por otro lado, teniendo en cuenta el gran descenso en las capturas de besugo producido en los caladeros del norte, sur y noroeste de la península Ibérica (Peleteiro et al,2000),es una de las especies que por sus características biológicas y de comportamiento está siendo considerada con posibilidades para su utilización en programas de repoblación.

Los primeros estudios llevados a cabo en España sobre cultivo de besugo datan de principios de la década de los 90 (Fernández Pato et al.,1990, Martínez Tapia et al.,1990, Peleteiro et al.,1994).En octubre del año 1991, el C.O de Vigo del IEO comenzó a realizar capturas de juveniles de besugo. Desde 1992 el C.O. de Vigo y desde 1994 el CIMA de la Consellería de Pesca (Xunta de Galicia) comenzaron a capturar adultos del medio natural con el fin de formar un stock de reproductores. Del trabajo realizado se concluyó que el sistema mas adecuado para conseguir reproductores de esta especie era capturar juveniles y criarlos hasta la fase adulta. Desde el año 1996, el IEO de Vigo y la Consellería de Pesca (CIMA e IGAFSA) mantienen una estrecha colaboración en la investigación del cultivo de esta especie que se plasma en la presentación de diversos Proyectos de Investigación y publicaciones que abordan diferentes aspectos de este cultivo. Con el desarrollo del Plan Nacional JACUMAR sobre Cultivo de Besugo, se ha posibilitado la colaboración con Centros de Investigación de otras CC.AA (Andalucía, Asturias y Cantabria) interesadas en el cultivo de esta especie

En lo que se refiere a la reproducción, el besugo presenta hermafroditismo proterándrico. En estadios juveniles tanto en cautividad como en el medio natural se encuentran individuos con tres tipos de gónadas diferentes (Krug, 1990): machos funcionales (machos); ovotestis no funcionales (hermafroditas); ovarios funcionales con parte del testículo degenerado (hembras). El período de puesta en el medio natural abarca desde el mes de enero hasta mayo con un pico de actividad entre febrero y abril. En cautividad, va desde marzo a mayo en el Cantábrico (Fernández Pato et al., 1990) y desde febrero a mayo en el noroeste de la Península (Peleteiro et al., 1997). Las condiciones de la reproducción en cautividad y del desarrollo embrionario han sido descritas por Peleteiro et al., 1997, 2002. En cultivo, las primeras puestas de individuos que provienen del medio natural, se producen a partir del tercer año de cautividad (cuarto año de vida) y se ha demostrado que cuanto mayor sea el volumen del tanque de estabulación de reproductores, mejores resultados se obtienen en puestas naturales. Recientemente, mediante la aplicación de marcadores microsatélites a los programas de cultivo de besugo, se ha realizado la caracterización genética de diferentes stocks de reproductores procedentes del Atlántico, Mediterráneo y Cantábrico que serán de gran utilidad para realizar una adecuada selección de los mismos (Álvarez et al., 2003)

La técnica de cultivo larvario se estandarizó, siguiendo el esquema tradicional del cultivo de espáridos con modificaciones específicas para el besugo (Olmedo et al., 1998), obteniéndose índices de supervivencia larvaria entre el 20 y el 40%, a la edad de 50 días de las larvas ya en fase de alimentación inerte. En los últimos años se han hecho diversos trabajos que abordan la repercusión que determinadas dietas de enriquecimiento de presas vivas tienen sobre el crecimiento y la composición bioquímica de las larvas de besugo (Linares et al., 2002 , 2003).

En cuanto al preengorde, se han descrito una serie de parámetros controlados en diversas experiencias realizadas en esta fase de cultivo (Olmedo et al., 1997). La tasa de crecimiento diaria fue de 2,65% y la mortalidad para este período del 5,8%. Los primeros trabajos publicados en la fase de engorde fueron realizados con ejemplares capturados en el medio natural (Génovese L. et al., 1998, Chereguini O. et al., 1990, Peleteiro, J.B., et al., 1994, Greco S. et al, 1989). Más recientemente diversos trabajos abordan el engorde en tanques a distintas temperaturas (Olmedo et al,2000), así como el engorde comparativo en tanques y jaulas de cultivo de ejemplares nacidos en cautividad (Linares et al.,2001 a, Olmedo et al., 2002). En cuanto a patología de los peces en la fase de engorde en tanques es necesario citar la exoftalmia y la

inflación de la vejiga natatoria. Las experiencias realizadas de crecimiento comparativo en tanques y jaulas nos indican que el engorde de besugo debe ser realizado en jaulas flotantes. Así los últimos resultados obtenidos muestran que el crecimiento de ejemplares entre 30 y 500g es mejor en jaulas, siendo la tasa de crecimiento en todo el período estudiado del 0,36% en tanques y del 0,46% en jaulas. Los ejemplares de besugo presentan una buena adaptación a las jaulas de cultivo, ausencia de patologías y baja mortalidad. Otra de las ventajas que presenta el engorde en jaulas frente al realizado en tanques de cultivo es la clara mejoría del aspecto externo de los peces. Uno de los principales problemas encontrados en el engorde del besugo en cultivo es el excesivo engrasamiento. Los ejemplares procedentes de cultivo intensivo, presentan un contenido graso perivisceral y en hígado y músculo mucho más alto que los del medio natural (Linares et al., 2000). Se han realizado los primeros ensayos utilizando piensos con diferente composición proteína/grasa (Linares et al., 2001 b) que demuestran la influencia del alimento en el crecimiento y la composición de los alevines, lo que induce a pensar que este problema puede ser corregido con la utilización de una dieta adecuada a los requerimientos nutritivos de esta especie.

Dentón.

El dentón es una de las especies de espáridos con mayor potencial para la acuicultura mediterránea debido a la alta calidad de su carne, su valor comercial, su rápido crecimiento (Pastor et al., 1995) y las posibilidades que ofrece para el cultivo en criadero.

Las primeras experiencias de cultivo larvario se remontan a los años 80 (Quillet y Camaret, 1982; Grau et al, 1987; Glamuzina et al., 1989) y los primeros resultados publicados con respecto al engorde i en jaulas en los 90 (Pou et al., 1990)

Los datos de que se dispone indican que el dentón es una especie gonocórica que alcanza la madurez sexual a los dos años, tras cierto grado de bisexualidad en las etapas juveniles. Los stocks de reproductores existentes en la actualidad en distintos centros de cultivos marinos son de origen salvaje (Abellán, 2000) ocurriendo las puestas entre los meses de marzo y junio (Pastor et al., 1995, Abellán et al., 1997). El cultivo larvario y destete siguen las pautas de la dorada (Abellán, 2000) aunque pueden adelantarse en el tiempo ya que la larva posee entre los días 20 y 22 una actividad enzimática completa (Martínez et al., 1997).

El crecimiento de las larvas de dentón es muy rápido, de manera que al cabo de 90 días de cultivo los juveniles pueden llegar a pesar entre 3 (Bibiloni et al., 1993) y 5 gramos (Efthimiou et al., 1994), mucho más que en el caso de la dorada (alrededor de 1.5 gramos a los 90 días). Sin embargo, las tasas de supervivencia son muy bajas, del orden del 2-2.5% (Bibiloni et al., 1993; Pastor et al., 1995). Entre las causas de mortalidad se citan la talla inadecuada de las presas (Glamuzina et al., 1989), problemas nutricionales (Pastor et al., 1995) y la inanición (Crespo et al., 2000). Estos mismos autores indican que, teniendo en cuenta la alta tasa de actividad metabólica de la larva del dentón (Mourete et al., 1999), dos veces mayor que la de la dorada, el régimen alimentario usado actualmente (que resulta exitoso en el caso de la dorada) no es el adecuado para esta especie.

En estudios de preengorde del dentón Efthimiou (1996) observa un alto grado de mortalidad (más del 50%) debida al canibalismo, los individuos más grandes de la población (del doble de peso) tienden a atacar y "morder" a los más pequeños. Este comportamiento no sólo trae consigo un aumento de mortalidad sino una disminución en el crecimiento de los individuos más pequeños debido a fenómenos de estrés social, lo que a su vez acentúa aún más el problema de canibalismo. Este autor indica como soluciones (a nivel de preengorde y engorde) la utilización de un régimen alimenticio adecuado, las clasificaciones de tallas periódicas, la disminución de la densidad de cultivo y la utilización de alta renovación (o corriente) de agua. Sin embargo, muchas de estas soluciones no son apropiadas al incrementarse el estrés debido a la manipulación.

En resumen, las características que hacen interesante el cultivo de esta especie son:

- Puestas de marzo a Junio, fuera de la época de puesta de dorada o lubina.
- Individuos con sexos separados.
- Cultivo larvario semejante al de la dorada, aunque las densidades iniciales de presas vivas han de ser mayores. La alimentación con *Artemia* y el destete han de realizarse mucho antes que con la dorada, a partir de la adición de nauplios de *Artemia* el crecimiento de la larva se dispara.
- Las tasas de crecimiento durante el preengorde y engorde son mayores que para la dorada
- Los únicos puntos en contra son la baja supervivencia final (2-3% frente al 10-15% de la dorada) y la sensibilidad de la especie al stress de manejo.

Bocinegro o Pargo o Bociargo.

El pargo también se considera susceptible de cultivo comercial en función de sus características biológicas y por que además tiene un alto precio y buena aceptación en el mercado, lo que es una condición indispensable, ya que la rentabilidad del cultivo comercial es la última finalidad de la investigación en acuicultura.

Existe cuantiosa información sobre la biología de *Pagrus pagrus* gracias a los estudios realizados en el medio natural. Los trabajos que interesan desde el punto de vista de su cultivo se refieren a: ciclo reproductor y talla de primera madurez: Cortina, 1986; Vassilopolou y Papaconstantinou, 1992, época de puesta: González et al, 1988, hermafroditismo: Alekseev, 1982 y 1983, hábitos alimenticios de juveniles: Porcile et al, 1987, de adultos: Chakroun-Marzouk y Kartas, 1987, de crecimiento: Vassilopolou, 1989, patologías: Eiras y Rego, 1987; Bartoli et al, 1988.

Por otro lado, los numerosos estudios realizados por el Grupo de Investigación en Acuicultura (GIA) sobre esta especie en cautividad, han estado dedicados a su puesta a punto como especie susceptible para el cultivo industrial y se han dirigido en las siguientes direcciones: comportamiento de reproductores en tanques de cultivo y puestas naturales: Fernández-Palacios et al, 1983; al desarrollo embrionario y larvario; Hernández et al., 1990; efecto de la dieta de los reproductores sobre la puesta: Matus et al, 1999; técnica de cultivo larvario Hernández Cruz et al, 1997; Hernández Cruz et al, 1999; Bueno et al, 1999; composición bioquímica de huevos y larvas: Bessonart et al, 1998; Hernández Cruz et al, 1998; Matus et al, 1998; desarrollo de distintos sistemas de la larva: Socorro et al; 1997 ; Socorro et al; 1998; Roo et al, 1999; engorde: Schuchardt et al, 1999; García et al, 2003, Schuchardt et al, 2003; coloración: Fernández-Palacios et al, 1999a; Fernández-Palacios et al, 1999b; Chebbaki et al; 2002a; Chebbaki et al; 2002b; Kalinowski et al, 2003.

De todos los resultados que se tienen hasta el momento se deduce una notable mejora en la adaptación de la especie a las condiciones de cautividad, lo que se traduce en mayor calidad de la puesta, en mejores índices de conversión con valores de alrededor del 1-1.5, mejores tasas de crecimiento y una notable mejoría de la coloración de la piel del animal en poblaciones cultivadas que presentan una coloración homogénea y bastante similar a la del pargo en el medio natural.

Sargo picudo.

El sargo picudo, es otra especie mediterránea que ha despertado interés, tanto en investigadores como en productores, ya que se trata de una especie de calidad similar a la dorada y que ha dado en las primeras experiencias de cultivo resultados lo suficientemente satisfactorios como para centrar la atención en

la puesta a punto de las técnicas para su cría en cautividad (García Gómez & Ortega Ros, 1993; Abellan *et al.*, 1994). A principios de los 90 la supervivencia en hatchery era del 30%, alcanzándose los 400g a los 22 meses de edad, resultados que podemos considerar mejores a los obtenidos en cría de dorada en el mismo período (Pastor *et al.*, 2000). Desde principios de los 80 se están realizando experiencias de cultivo de esta especie, así como estudios sobre reproducción y cultivo larvario (Divanach & Kenturi, 1982; 1984; Faranda *et al.*, 1985; Franicevic, 1989; Pou *et al.*, 1990; Greco *et al.*, 1993; Caggiano *et al.*, 1993; Kenturi *et al.*, 1984; Micale *et al.*, 1996, Marangos 1995; Pastor *et al.*, 2000) y preengorde y engorde en cultivo intensivo en jaulas flotantes y tanques (Bermúdez *et al.*, 1989; Kenturi *et al.*, 1992; Abellán *et al.*, 1995; Gatland, 1995; García García *et al.*, 2001), así como de alimentación y nutrición (Mena *et al.*, 2001a; Mena *et al.*, 2001b; Pastor *et al.*, 2001; Rueda *et al.*, 2001; Hernández *et al.*, 2003) y necesidades y calidad del agua (García García, *et al.*, 2001; Cerezo, 2002). Esta especie ya ha sido desarrollada industrialmente a pequeña escala (50 a 150 Tm.) en algunos países del Mediterráneo, donde ya se está trabajando con reproductores nacidos en cautividad y conseguir alevines procedentes de criadero no parece suponer ninguna dificultad. Ya en 1995, Barbato & Corbari apuntaban al sargo picudo como la especie más prometedora para conseguir la diversificación de la producción acuícola mediterránea, debido a su rápido crecimiento, sus altos precios de venta y su facilidad de reproducción en cautividad, cría larvaria y engorde.

Algunas características de esta especie que la hacen interesante para cultivos son:

-El período natural de puesta (octubre-diciembre) se produce antes que el de la dorada (enero-marzo) y que la lubina (febrero-marzo), lo que permite optimizar la utilización de los criaderos (Marangos, 1995).

-Es una especie hermafrodita con gónadas bisexuales las cuales presentan una temprana diferenciación dando lugar a individuos predominantemente hembras o predominantemente machos, madurando de forma natural, aproximadamente, el 50% de cada sexo (Micale *et al.*, 1996; Hernández *et al.*, 2003).

-Las técnicas utilizadas para el cultivo larvario son similares a las utilizadas para la dorada (Franicevic, 1989; Abellán *et al.*, 1995; Marangos, 1995).

-La ausencia total de comportamiento agonístico hace que se obtengan fácilmente elevadas supervivencias larvianas, y que la cría larvaria no presente excesivas complicaciones (Pastor *et al.*, 2000).

-En engorde el crecimiento es muy similar al de dorada alimentando con piensos para esta especie que ofrecen muy buenos resultados (Bermúdez *et al.*, 1989; García García *et al.*, 2001; Hernández *et al.*, 2001a). Por otro lado, y a diferencia de la dorada, no rompe las redes a mordiscos, pero, además contribuye a mantenerlas limpias picoteando las algas que se adhieren a ellas (Gatland, 1995).

-Es una especie omnívora (Sala y Ballesteros, 1997), formando la proteína de origen vegetal una parte importante de la dieta de las poblaciones naturales (Mena y García García, 2002). Contenidos de hasta el 60% de harina de soja en dietas experimentales no afecta significativamente al crecimiento (Pastor *et al.*, 2001; García García *et al.*, 2003) ni a la valoración por parte del consumidor (Pastor *et al.*, 2001) y en relación a la composición en ácidos grasos se obtienen resultados satisfactorios para el consumo humano (Rondan, 2002). Dada la actual problemática de las harinas de pescado, que indudablemente se agravará con el tiempo, poder fabricar piensos con altos contenidos en harina de origen vegetal se pueden traducir en una disminución importante de los gastos de producción y consecuentemente puede ofertarse el producto, manteniendo la rentabilidad, a precios inferiores a dorada, o si el precio es superior obtener mayores beneficios (García García *et al.*, 2003).

Como suele ocurrir con muchas especies litorales cuyas poblaciones son poco abundantes, el sargo picudo es un desconocido en los grandes mercados, y se consume localmente donde ha sido pescado por pescadores de caña o con artes de pesca tradicionales características de determinadas zonas, como por ejemplo sería el caso del arte de pesca de la Paranza en el Mar Menor. Estudios preliminares sobre la aceptación de esta especie por el consumidor realizados en el IMIDA (San Pedro del Pinatar) mostraron que el sargo picudo aportaba a las personas encuestadas una impresión positiva al degustarlos (Hernández et al., 2001). No obstante, el desconocimiento que los grandes mercados tienen de ésta especie es prácticamente el mismo que, hace tan sólo 10 años, se tenía de la dorada. Los esfuerzos de comercialización que se han realizado, si embargo, han contribuido a que la dorada hoy sea una de las especies más demandadas en todos los mercados españoles. Además, hay que tener en cuenta que el sargo picudo es, sin embargo, muy apreciado en otros países mediterráneos, como Italia, donde se obtienen altos precios de venta (20.00Lit/kgs; Barbato &Corbari, 1995), y no se debe descartar su producción para la exportación hasta que los mercados locales acepten el producto a gran escala.

Hurta.

Desde 1995 se vienen realizando en el CICEM "El Toruño estudios sobre la reproducción natural y artificial de la hurta (*Pagrus auriga*), pez marino muy apreciado en Andalucía, donde se denomina como "urta", y en Canarias, donde se denomina como "sama roquera". Esta especie se caracteriza por tener un color rosa claro con 4 ó 5 bandas transversales de color rojo ladrillo, cuya talla normalmente se encuentra entre 20 y 30 cm de longitud estándar, pudiendo llegar hasta los 80 cm; tiene las dos primeras espinas dorsales muy pequeñas, mientras que las tercera a quinta son muy largas y filamentosas, disminuyendo con la edad. Se encuentra en aguas costeras sobre fondos rocosos, hasta 170 m de profundidad. Los jóvenes se localizan más cerca de la costa. Es una especie que está en el Mediterráneo, ausente en el Mar Negro; Atlántico desde Portugal hasta Angola, Madeira e Islas Canarias. Su alimentación consiste fundamentalmente en crustáceos y moluscos, y secundariamente de equinodermos, lo que implica que normalmente se alimenta de especies bentónicas (Cárdenas, 1998).

Antes de su puesta en cultivo, se han realizado estudios previos (Cárdenas, 1997; Pérez, Cárdenas y Muñoz, 1998) sobre biología reproductiva de la hurta en el litoral de Conil (Cádiz), de los cuales resaltamos lo siguiente: a) Se confirmó el hermafroditismo proterogino de esta especie; b) Se estableció que la inversión sexual ocurre en individuos entre 55 y 65 cm (3-5 kg); c) La maduración sexual en el medio natural empieza en abril y se prolonga hasta agosto, momento en que comienza la puesta.

El hermafroditismo proterogino de esta especie significa que cuando llegan a la pubertad (aproximadamente cuando alcanzan los 25 cm) poseen ovarios y testículos simultáneamente, pero maduran primero como hembras para revertir a machos cuando tienen entre 55 y 65 cm de longitud total. Los trabajos sobre reproducción artificial comenzaron con aclimatación a la cautividad en el año 1998 de hurtas capturadas en el litoral de Cádiz (Cárdenas *et al.*, 2003). Estas fueron alimentadas con una dieta variada a base de chipirones, potas, cangrejos y piensos comerciales secos. Todas las hurtas se marcaron con marcas internas electrónicas PIT (Passive Integrated Transponder), de las que se utilizan para identificar a las mascotas, con la finalidad de poder realizar un seguimiento individual del crecimiento de los peces y su control sanitario. En octubre de 2001 se estabularon estas hurtas en un tanque de 250.000 litros, donde se recircula el 90 % del agua contenida en el mismo. El sistema cuenta con otro tanque rectangular de menor capacidad (50.000 litros) que realiza las funciones de filtro biológico. Por primera vez para esta especie, y a nivel mundial, se ha obtenido su reproducción en cautividad en el CICEM "El Toruño", con puestas sucesivas desde agosto de 2002 hasta enero de 2003. La producción total se ha situado en los 5 millones de huevos, con puestas diarias de 80.000 huevos, de los cuales el 65 % estaban fecundados. Estos huevos, después de su incubación a una temperatura de 20-22 °C y salinidad de 37-39 gramos por litro, produjeron 2 millones de larvas.

Esas larvas de hurta, con edad de 1 a 3 días, se estabularon en tanques para proceder a su cultivo larvario (Prieto, Cañavate y Cárdenas, 2003). Se utilizaron tres tipos de tanques disponibles en el criadero del CICEM "El Toruño" con volúmenes entre 400 y 7.000 litros. El régimen alimentario se inició con el uso de rotíferos (*Brachionus plicatilis*) hasta el día 22 de vida, y continuando con el suministro de nauplios de artemia (*Artemia spp.*), a partir del día 20 de edad. El crecimiento hasta los 30 días de edad fue de naturaleza exponencial, alcanzando las larvas un peso seco de 2,5 mg. Este valor corresponde a tasas de crecimiento, para condiciones similares de cultivo, del orden de tres veces superior a las registradas con larvas de dorada (fotografías adjuntas). Los alevines a los 50 días se adaptaron perfectamente a la alimentación artificial a base de piensos secos, alcanzando entre 1,8 y 3,7 g de peso húmedo a los 2 meses. Actualmente seguimos cultivando estos alevines en nuestro criadero, y su peso puede rondar los 10 gramos de media.

Aplicación de marcadores genéticos en la mejora de la producción.

La utilización de procedimientos genéticos en especies acuícolas cultivadas es muy reciente y está restringida a pocas especies. Dada la importancia económica que está alcanzando el sector de la acuicultura, su interés ha ido aumentando en los últimos años y la manipulación genética de especies acuáticas es ya un hecho en algunas de las que ya están siendo explotadas comercialmente (rodaballo, lubina, dorada, salmón, trucha,...) (Borrell *et al.*, 2002 a y b) y se está iniciando en aquellas otras cuya explotación comercial se prevé a corto plazo (pulpo, ...).

La importancia y el interés en la utilización de estas técnicas para aumentar los rendimientos en las explotaciones comerciales se hace más patente a medida que los conocimientos en las condiciones de cultivo (reproducción, alimentación, sanidad, etc.) y el grado de control que es posible ejercer a lo largo del proceso productivo va incrementándose (Gjedrem, 1992; Gjerde, 1993). Hasta el momento se utilizaban dos vías clásicas para modificar la constitución genética del stock o población que está explotando: la selección y la manipulación cromosómica (Beaumont y Hoare, 2003; Falconer y McKay, 1996; Gjedrem, 1992; Gjerde, 1993). Ambos procedimientos, complementarios, son los responsables de los altos incrementos de producción logrados tanto especies animales y vegetales domesticadas y en acuicultura, y han permitido el abandono de la explotación comercial de poblaciones naturales y la utilización con fines comerciales únicamente los stocks cultivados.

Actualmente, existen diferentes métodos que nos permiten analizar la variación genética mediante análisis directo de la variación del ADN tanto nuclear como mitocondrial (RFLP's; AFLP's, minisatélites, microsátélites, etc.) siendo los microsátélites los marcadores que actualmente se presentan como más prometedores para su aplicación en acuicultura (Beaumont y Hoare, 2003; Dear, 1997; Hadrys *et al.*, 1992; Skibinsk, 1994; Williams *et al.*, 1990). Los microsátélites, son cortas secuencias de ADN (en general no mayores de 200- 300 pares de bases) compuestos por repeticiones en tandem de 2 a 5 nucleótidos). Son altamente abundantes (entre 10^3 y 10^5 copias) y están distribuidos al azar (en intervalos de cada 7 ó 10^{100} pares de bases) en el genoma de todas las especies eucariotas estudiadas hasta el momento. Cada locus microsátélites esta flanqueado por secuencias únicas a partir de las cuales se pueden diseñar iniciadores específicos que permiten amplificar por medio de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) cada locus específico (Beaumont y Hoare, 2003; Bentzen, P. *et al.* 1991) Los microsátélites tienen una serie de características que los hacen particularmente útiles como marcadores genéticos: son muy abundantes, presentan altos niveles de variación alélica, son marcadores codominantes con herencia mendeliana lo que les hace especialmente útiles en análisis de pedigrees, etc. (Bentzen, P. *et al.* 1991; Skibinsk, 1994).

Al igual que otros marcadores moleculares (Chevassus y Dorson, 1990; Gjedrem *et al.*, 1991; Iturra *et al.* 1998; Lade y Thompson, 1989) las aplicaciones más comunes en las que se están usando los microsátélites en acuicultura son:

- a) Restringir y evaluar los niveles de endogamia en los stock de cultivo y en los programas de selección.
- b) Estimaciones de heredabilidad.
- c) Selección asistida por marcadores moleculares.
- d) Caracterización e identificación de stocks.

Por todo lo anterior, parece obvio que es importante ir avanzando en la vía de la identificación genética más completa posible tanto de las especies que ya se cultivan como de aquellas susceptibles a corto plazo de ser cultivadas, caracterizando a todos los niveles primero los stock iniciales para más tarde compararlos con aquellos que obtengamos con alguna ventaja productiva, de forma que no se retrasen las ventajas que de la aplicación de métodos genéticos puedan obtenerse.

Estudio de la calidad nutricional del pescado.

Los peces son un alimento altamente nutritivo, presentan un porcentaje alto de proteínas con un elevado valor biológico para el ser humano. Los peces también contienen micronutrientes tales como yodo, selenio y vitaminas liposolubles (A y D) con efectos positivos en la salud humana. Además, son una fuente muy buena de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) de los que son conocidos sus efectos beneficiosos para la prevención de enfermedades cardiovasculares, el cáncer de mama y de colon, la psoriasis, etc (Kaushik, 2000; Leaf et al., 2003). La cantidad de PUFA es importante pero también el balance entre los ácidos grasos n-3 y n-6 (Williams, 2000). El contenido de ácidos grasos saturados es normalmente demasiado alto en las dietas occidentales. La principal fuente de PUFA de la dieta son los ácidos grasos n-6 (18:2 n-6) común en la mayoría de semillas, mientras que el contenido en ácidos grasos n-3 es bajo. Para balancear el contenido de ácidos grasos saturados y n-6 un aumento en la dieta del consumo de pescado podría ser beneficioso (Ahlgren *et al.*, 1994). Se sabe que el ácido eicosapentaenoico (20:5n-3, EPA) previene la agregación plaquetaria en humanos. El gran valor del EPA así como del ácido docosahexaenoico (22:6n-3, DHA) se indica por el hecho de que ambos son metabolizados a prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos (Sargent, 1992). Es más, se ha descrito que estos ácidos grasos n-3 son 20 veces más activos que su precursor, el ácido linoleico, en la inhibición del cáncer. Por esta relación los tipos de grasas nutricionales son importantes.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la calidad del pescado puede verse modificada por factores fisiológicos (edad, tasa de crecimiento, maduración sexual), medioambientales (temperatura del agua, salinidad, presión, flujo de agua, etc.) y alimenticios (ciclo de alimentación, ayuno, sobrealimentación, composición de la dieta) (Haard, 1992). La composición de ácidos grasos del músculo de los peces refleja la composición de ácidos grasos de la dieta (Hardy *et al.*, 1987) pero es difícil predecir la composición del pez en base a los componentes de la dieta ya que también se verá afectada por factores medioambientales (Tocher y Sargent, 1990) o la talla o edad de los animales (Kießling *et al.*, 2001) que afectan a la actividad metabólica. Los progresos en la alimentación y nutrición de los peces cultivados nos ofrece la oportunidad de mejorar la calidad nutricional del pescado cultivado. Tanto el valor nutricional como el color, la apariencia, el olor, el sabor, la textura y la capacidad de almacenamiento pueden verse afectados por la calidad de la nutrición y la alimentación durante el cultivo. Los ácidos grasos están involucrados en varios aspectos "tecnológicos" de la calidad de la carne. Como tienen puntos de fusión muy diferentes, la variación en su composición influye en la firmeza de la grasa y también en el color. La facilidad de los ácidos grasos insaturados para oxidarse rápidamente es importante en la regulación de la vida media de la carne (rancidez y deterioro del color). Sin embargo, esta propensión a oxidarse es importante en el sabor que se genera cuando es cocinado (Wood, 2003).

Estudio aproximativo de la aceptación de nuevas especies de espáridos procedentes de cultivo por el consumidor.

Entre los factores a tener en cuenta en un estudio de viabilidad económica sobre el cultivo de una determinada especie, se encuentra la aceptación del producto por el consumidor. Para que un producto de consumo se imponga en su mercado es preciso que satisfaga las necesidades y deseos de sus consumidores. Uno de los instrumentos más valiosos de que éstos disponen para evaluar dicha satisfacción es el aparato sensorial. La evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria del hombre, puesto que de forma más o menos consciente acepta o rechaza los alimentos de acuerdo con la sensación que experimenta al observarlos y/o ingerirlos (Costell y Durán, 1981). Realmente, el que un producto alimenticio sea aceptado o no por el consumidor depende de la integración de la percepción del aspecto, textura y sabor dentro de una impresión general de calidad. Los análisis químicos y físicos no proporcionan este tipo de información. Por lo tanto, la evaluación sensorial es un componente esencial en el proyecto de investigación de cualquier producto en desarrollo (Penfield et al., 1990). Las pruebas sensoriales no son ni sustituyen una prueba de mercado pero pueden servir como orientación previa, obteniendo una primera aproximación del mercado potencial de un producto.

Análisis económico.

El desarrollo del cultivo de una especie, por otro lado, pasa no sólo por establecer la viabilidad desde un punto de vista biológico y del protocolo de las técnicas rutinarias, sino también por el análisis de rentabilidad empresarial de su cultivo. Así pues, a la hora de evaluar las distintas estructuras de engorde que se puedan desarrollar, es importante establecer los modelos económicos basados en el uso del análisis de costes tal y como se utilizan en los estudios económico-financieros en producción animal (Muñoz Luna, 1997), muy aplicados en la ganadería terrestre, pero aún poco utilizados en la acuicultura marina (García García *et al.*, 1997; Gasca-Leyva, *et al.*, 1999), particularmente en la evaluación de las posibilidades de cultivo de las denominadas "nuevas especies". Por tanto, se debe analizar el potencial económico de las explotaciones en base a estudios de análisis económico-financiero, en su vertiente de analítica de viabilidad económica de inversiones así como de analítica de costes. Concretamente los análisis de costes pueden ser una herramienta muy práctica y de fácil aplicación en cualquier actividad productiva del sector, sea cría, pre-engorde o engorde, pudiendo además emplearse para analizar tanto explotaciones de especies conocidas y con demanda (caso de dorada, lubina y rodaballo), como nuevas especies a desarrollar e introducir en los mercados (pulpo, sargo picudo, denton, lenguado, etc). En cualquier caso la analítica de costes nos proporciona los umbrales de rentabilidad económica para una explotación tipo con una producción máxima establecida, es decir, precio y producción mínimos para que la explotación resulte rentable. Pero además, en el caso de nuevas especies, nos serviría para determinar datos tan significativos como el precio orientativo para ofertar el nuevo producto, el coste de los piensos y alevines acorde con una rentabilidad preestablecida, etc.

Bibliografía.

- Abellán, E. 2000. Culture of common dentex (*Dentex dentex* L.). Present knowledge, problems and perspectives. Cahiers Options Mediterr. 47, 157-168
- Abellán, E., García- Alcazar, A., García- Alcazar, S., and Martín, P. 1994. Cultivo de nuevas especies de espáridos mediterráneos: Experiencias de preengorde y engorde del Sargo común (*Diplodus sargus*, Linnaeus, 1758) y del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*, Cetti, 1777). Informes Técnicos Instituto Español de Oceanografía. 148, 1-11.
- Abellán, E., García-Alcazar, A. 1995. Pre-growout experiences with white seabream (*Diplodus sargus*, Linnaeus, 1758) and sharpnout seabream (*Diplodus puntazzo*, Cetti, 1777). Cahiers Options Méditerranéennes/ CIHEAM. 16:57-63.

- Abellán, E., García-alcazar, A., Arizcun, M., Delgado, J., Martín P. 1997. Experiencias preliminares sobre reproducción y cultivo del dentón (*Dentex dentex* L.). Actas VI Congr. Nal. Acuicultura, 477-482.
- Alekseev, F.E. 1983. Hermaphroditism in porgies (Perciformes, Sparidae). 2. Sexual structure of the populations, mechanism of its formation and evolution in scups, *Pagrus pagrus*, *P. orphus*, *P. ehrenbergi*, and *P. auriga*. *J. Ichthyol.*, 23(2):61-73.
- Ahlgren, G., Blomqvist, P., Boberg, M., Gustafsson, I.B. 1994. Fatty acid content of the dorsal muscle – an indicator of fat quality in freshwater fish. *Journal Fish Biology*. 45, 131-157.
- Álvarez, J., Blanco, G., Vázquez, E., Sánchez, J.A. 2003. Aplicación de marcadores microsatélites a los programas de cultivo de besugo (*Pagellus bogaraveo*). Libro de Resúmenes del IX Congreso Nacional de Acuicultura: 206-207.
- Barbato, F., Corbari, L. 1995. New species in Italy. *Cahiers Options Méditerranéennes* CIHEAM. 14:123-128.
- Bartoli, P., Gibson, D.I., Bray, R.A. 1988. A The Opecoelidae (Digenea) of sparid fishes of the western Mediterranean. 1. *Pachycreadium mantedi*. *SYST. Parasitol.*, vol. 12, n1. 3, pp. 231-239
- Bauchot, M.L. and Hureau, J.C. (1986) Sparidae, En "Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean". UNESCO, París pp 883-907.
- Beaumont, A.R. y Hoare, K. (Eds.). 2003. *Biotechnology and genetics in Fisheries and Aquaculture*. 158 pp. Blackwell Publishing.
- Bentzen, P. y col., 1991. Cloning of hypervariable minisatellite and simple sequence microsatellite repeats for DNA fingerprinting of important aquacultural species of salmonids and tilapia. En: *DNA Fingerprinting Approaches and Applications*. Basel: Birkhauser Verlag, pp. 243-262.
- Bermúdez, L., García García, B., Gómez, O., Rosique, M. J., Faraco, F. 1989. First results of the on-growing in cages of *Sparus aurata*, *Puntazzo puntazzo* and *Lithognathus mormirus* in the Mar Menor (Murcia, SE, Spain). *European Aquaculture Society*. 10, 27-28.
- Bessonart, M., Salhi, M., Hernández-Cruz, C.M., Izquierdo, M.S., Fernández-Palacios, H. 1998. A Fatty acid composition of eggs and fed and starved larvae of red porgy (*Pagrus pagrus* L.). VIII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITION AND FEEDING OF FISH. Las Palmas de Gran Canaria, España, 1-4 Junio.
- Bibiloni, G.; Cladera, A., Gomila, M.A., Massuti, S., Zaratiegui, I. 1993. A small scale experiment on rearing of *Dentex dentex*. *EAS Spec. Publ.* 19, 317.
- Borrell, Y., Álvarez, J., Vázquez, E., Sánchez J.A., Fernández Pato, C., Martínez Tapia, C., Blanco, G. 2002. Aplicación de marcadores microsatélites a los programas de cultivo del rodaballo (*Scophthalmus maximus* L.). *Bol. Ins. Esp. Oceanogr* 18 (1-4):203-210.
- Borrell, Y., Vázquez, E., Sánchez J.A., Blanco, G. 2002. Esclarecimiento de relaciones de parentesco en *Salmo salar* utilizando loci microsatélites. *Bol. Ins. Esp. Oceanogr* 18 (1-4):211-220.
- Bueno, D., Izquierdo, M.S., Fernández-Palacios, H., Acevedo, G., Hernández Cruz, C.M. 1999. "Densidad óptima de cultivo e influencia del fotoperiodo sobre el crecimiento y supervivencia de larvas de bocinegro (*Pagrus pagrus*). VII CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA. Las Palmas de Gran Canaria, España, 19-21 mayo.
- Cárdenas, S. 1997. Reproducción de la hurta, *Pagrus auriga* (Valenciennes, 1843), en el Golfo de Cádiz. En: *Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura* (Cartagena, Murcia, España). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Cárdenas, S. 1998. Alimentación de la breca (*Pagellus erythrinus*), pargo (*Pagrus pagrus*), salmonete de roca (*Mullus surmuletus*) y hurta (pargo) en el Golfo de Cádiz. En: *X Simpósio Ibérico de Estudos de Bentos Marinho* (Algarve, Portugal). Instituto do Mar.
- Cárdenas S., Cañavate J. P., Sánchez-Lamadrid A., Naranjo J. M. 2003. Domesticación de la hurta (*Pagrus auriga*). En: *Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura* (Cádiz, España). Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla.

- Caggiano, M., Canese, S., Lupo, A., Cirillo, A. 1993. Experiences of artificial reproduction and larval rearing of sheepshead bream (*Diplodus puntazzo*) in the South of Italy. *European Aquaculture Society*. Special Publication No. 19.
- Chakroun-Marzouk, N., Kartas, F. 1987. A Teeth and diet of the species of the genus *Pagrus* (Pisces, Sparidae) from the Tunisian coasts. *Cybius*, 11(1): 3-19.
- Chebbaki, K., Robaina, L., Vergara, J.M., Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H., Chatzifotis, S. 2002a. A Effect of carotenoid sources on the red porgy (*Pagrus pagrus*) :Effect on muscle and skin colour and skin carotenoid content@ 10th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITION & FEEDING IN FISH. Rodas, Grecia, 2-7 junio 2002.
- Chebbaki, K., Robaina, L., Vergara, J.M., Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H., Chatzifotis, S. 2002b. A Effect of carotenoid sources on the red porgy (*Pagrus pagrus*) : Growth, feed utilization and body composition@ 10th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITION & FEEDING IN FISH. Rodas, Grecia, 2-7 junio 2002.
- Chereguini, O., Fernández-Pato, C.A., Martínez Tapia, C. 1990. Growth of wild black-spot seabream (*Pagellus bogaraveo*. B) From Cantabrian sea under laboratory conditions. Some interesting parameters. ICES CM 1990/F32.
- Chevassus, B., Dorson, M. 1990. Genetics of resistance to disease in fish. *Aquaculture*, 85, 83-107.
- Cortina, C.P. 1986. A Biological studies on coastal fishes with data from two research cruises carried in 1981. The red porgy *Sparus pagrus*@. PUB. CAM, TEC. MIXTA FRENTE MARIT, ARGENT-URUG. 1(1): 53-59
- Costell, E., Durán, L. 1981. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. II. Planteamiento y planificación: selección de pruebas. *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.* 21(2), 149-166.
- Crespo, S., Marin de Mateo, M., Santamaría, C.A., Sala, R., Grau, A., Pastor, E. (2001). Histopathological observations during larval rearing of common dentex *Dentex dentex* (Sparidae). *Aquaculture*, 192, 121-132.
- Dear, P.H. (Ed.) 1997. Genome mapping. A practical approach. IRL Press. Oxford University Press.
- Divanach, P., Kentouri, M., Charalambakis, G., Pouget, F., Esterioti, A. 1993. Comparison of growth performance of six Mediterranean fish species reared under intensive farming conditions in Crete (Greece), in raceways with the use of self feeders. En: Production, Environment and Quality. Bordeaux Aquaculture '92. G. Barnabé and P. Kestemont (Eds.) *European Aquaculture Society*. Special Publication No 18, Ghent, Belgium, pp. 285-297.
- Efthimiou, S. 1996. Performance of juvenile and on-growing of common dentex (*Dentex dentex*, 1758, Sparidae) in relation to nutrition under culture. Tesis doctoral Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Alemania, 123 pp.
- Eiras, J.C., Rego, A.A. 1987. A The histopathology of *Scomber japonicus* infection by *Nematobothrium scombrum* (Trematoda: Didymozoidae) and of larval anisakid nematode infections in the liver of *Pagrus pagrus*. MEM. INST. OSWALDO CRUZ. vol. 82, no. 2, pp. 155-159.
- Falconer, D.S., McKay, L., 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 3 Ed. Longman. New York.
- Fernandez-Palacios, H., E. Moreno, J.C. Falcon, J.E. Fernandez-Palacios, C.M. Hernandez, Y. De la Portilla, R. Ramirez Felipe, D. Sacristan, J.M. Vergara, L. O'shanahan, A. Medina, C. Santana. 1983. "Plan de investigación para el establecimiento de cultivos marinos en el Archipiélago Canario". CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA GOBIERNO DE CANARIAS (ED.), Santa Cruz de Tenerife: 294 p.
- Fernández-Palacios, H., Robaina, L., Schuchardt, D., Montero, D., Hernández-Cruz, C.M., Izquierdo, M.S. 1999. "Cambios en la coloración y textura post-mortem de ejemplares adultos de bocinegros (*Pagrus pagrus*) salvajes y cultivados@. VII CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA. Las Palmas de Gran Canaria, España, 19-21 mayo.
- Fernández-Palacios, H., Robaina, L., Montero, D., Deniz, D., Valencia, A., Hernández Cruz, C.M., Izquierdo, M.S. 1999. Efecto del color de los tanques sobre la coloración de ejemplares adultos de bocinegro (*Pagrus pagrus*) salvajes y cultivados@. VII CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA. Las Palmas de Gran Canaria, España, 19-21 mayo.

- Fernández Pato, C.A, Martínez-Tapia, C., Chereguini, O., García-Banda, I. 1990. Spawn, Hatching, and larvae rearing of black-spot sea bream (*Pagellus bogaraveo* B.) First experiences in the Oceanographic Center of Santander (Spain) in order to its culture. ICES CM 1990/F30.
- Franicevic, V. 1989. Preliminary results on the larviculture of *Puntazzo puntazzo* (Gmelin 1789) (Pisces, Sparidae). En: Aquaculture. A biotechnology in progress. N. de Pauw, E. Jaspers, H. Ackefors, N. Wilkins (Eds). European Aquaculture Society, Bredene, Belgium. pp 139-141.
- García García, B., García García, J., Díaz Martínez, J. 1997. Ingresos brutos, costes de producción y estudio de viabilidad económica de una piscifactoría de engorde intensivo de dorada (*Sparus aurata* L.) en tanques. En: *Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura*. DE COSTA, J., ABELLÁN, E., GARCÍA GARCÍA, B., ORTEGA ROS, A. & ZAMORA, S. (Eds.). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. pp: 921-926.
- García, C., Robaina, L., Izquierdo, M.S., Kalinowski, T., Fernández-Palacios, H. 2003. Afecto de la adición de carotenoides en piensos para bocinegro (*Pagrus pagrus*) sobre los niveles de excreción de amonio al medio y su relación con el crecimiento de los peces. IX CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA, Cádiz, España, 12-16 mayo.
- García García, B., Hernández, M.D., Egea, M.A., Aguado, F., Rueda, F.M., Faraco, F. 2001. Relaciones biométricas de utilidad en la clasificación por tamaños y en la valoración del estado nutritivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo* Gmelin, 1789) en condiciones de engorde intensivo. En: *Convergencia entre Investigación y Empresa: Un reto para el siglo XXI*. Fernández-Palacios, H y Izquierdo, M. (Eds.). Monografías del ICCM nº4. Las Palmas de Gran Canaria. Pp:391-396.
- García García, B., Rueda, F.M., Hernández, M.D., Aguado, F., Egea, M.A., Faraco, F. 2001. Crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo* Gmelin, 1789) en engorde intensivo en tanques. En: *Convergencia entre Investigación y Empresa: Un reto para el siglo XXI*. Fernández-Palacios, H y Izquierdo, M. (Eds.). Monografías del ICCM nº4. Las Palmas de Gran Canaria. Pp: 385-390.
- García Gómez, A., Ortega Ros, A. (1993). Revisión general del cultivo de nuevas especies piscícolas en el área mediterránea y experiencias realizadas en el Centro Oceanográfico de Murcia. *Informes Técnicos Instituto Español de Oceanografía*. 141, 1-32.
- Gasca-Leyva, E., Vergara, J., Hernández, J., León, C. 1999. Bioeconomía del cultivo de dorada (*Sparus aurata*). VII Congreso Nacional de Acuicultura, Las Palmas de Gran Canaria, 19, 20 y 21 de mayo de 1999.
- Genovese L., Micale, V., Patti, F. Greco, S. 1998. Growth performance of *Pagellus bogaraveo* reared at different stocking densities. In : 33 International Symposium on New Species for Mediterranean Aquaculture. Book of Abstracts. 22-24 April, Alghero. Italy.
- Gjerde, B. 1993. Breeding and Selection. En: *Salmon Aquaculture*. Ed. Oxford: Fish News Books.
- Gjedrem, T. 1992. Breeding plans for rainbow trout. *Aquaculture*, 100: 73-83.
- Gjedrem, T. y col. 1991. Genetic variability in susceptibility to furunculosis. *Aquaculture*, 97: 1-6.
- Glamuzina, B., Jug-Dujakovic, J., Katavic, I. (1989). Preliminary studies on reproduction and larval rearing of common dentex, *Dentex dentex* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*, 77, 75-84.
- González, J.A., Lozano, I.J., Carillo, J., Caldentey, M.A. y Santana, J.I. 1988. A Epoca de puesta de ocho esparidos en las Islas Canarias. ACTAS VI SIMP. IBER. ESTUD. BENTOS MAR. Palma de Mallorca
- Gonzalez-Laxe, F. 2000. Los desafíos estratégicos de la piscicultura marina en España. *Productos del Mar* 51: 1-26.
- Grau, A., Pastor, E., Padrós, F., Crespo, S. 2003. Aspectos patológicos de la cría del dentón (*Dentex dentex*), Linnaeus 1758, durante el periodo 1989-2003 en la Estación de Acuicultura del Port d'Andratx (Mallorca). *Actas IX Congreso Nacional de Acuicultura* (en prensa)
- Greco, S., Cavaliere, A., Lo Paro, G., Manganaro, A., Sturniolo, G. 1989. Effetti di diete bilanciate nell'allevamento intensivo di *Pagellus bogaraveo* (Rovello). *OEBALIA* 1989. Vol. XV-2, N.S.: 637-644.
- Haard, N.F. 1992. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. *Food Research International* 25(4), 289-307.

- Hadrys, H. y col. 1992. Applications of random amplified polymorphic DNA (RAPD) in molecular ecology. *Molecular Ecology*, 1: 55-63.
- Hardy, R.W., Scott, T.M., Harrell, L.W. 1987. Replacement of herring oil with menhaden oil, soybean oil or tallow in the diet of Atlantic salmon raised in marine net pens. *Aquaculture*. 65, 267-277.
- Hernández, M.D., Egea, M.A., Rueda, F.M., Aguado, F., Martínez, F.J., García García, B. 2001a. Effects of commercial diets with different P/E ratios on sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo*) growth and nutrient utilization. *Aquaculture*, 321-329.
- Hernández, M.D., Martínez, F.J., García García, B. 2001b. Sensory evaluation of farmed sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquaculture Internacional* (9), 519-529.
- Hernández, M.D., Egea, M.A., Rueda, F.J., Martínez, F.J., García García, B. 2003. Seasonal condition and body composition changes in sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo*) raised in captivity. *Aquaculture*, 569-580.
- Hernández Cruz, C.M., Fernández-Palacios, H., Fernández-Palacios, J.E., 1990. "Estudio preliminar del desarrollo embrionario y larvario del bocinegro, *Pagrus pagrus* (Pisces: Sparidae) en cultivo" *Vieraea*: 19: 215-224.
- Hernández-Cruz, C.M., Salhi, M., Bessonart, M., Fernández-Palacios, H., Valencia, A., Izquierdo López, M.S. 1997. "Primeras experiencias de cultivo larvario de bocinegro (*Pagrus pagrus*). VI CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA. Cartagena, Julio 9-11. Universidad de Murcia. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Hernández-Cruz, C.M., Salhi, M., Bessonart, M., Izquierdo, M.S., González, M., Fernández-Palacios, H. 1998. Lipid and fatty acid composition of red porgy (*Pagrus pagrus*) larvae cultured under different conditions. VIII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITION AND FEEDING OF FISH. Las Palmas de Gran Canaria, España, 1-4 Junio.
- Hernández-Cruz, C.M., Salhi, M., Bessonart, M., Izquierdo, M.S., González, M.M., Fernández-Palacios, H., 1999. "Rearing techniques for red porgy (*Pagrus pagrus*) during larval development". *AQUACULTURE*, 179: 489-497.
- Iturra, Pet al. 1998. Identification of sex chromosome molecular markers using RAPDs and fluorescence in situ hybridization in rainbow trout. *Genetica* 101: 209-213.
- Kalinowski, T., Robaina, L., Pavlidis, M., Izquierdo, M.S., Fernández-Palacios, H. 2003. Efecto de distintas fuentes de carotenoides sobre el crecimiento y la coloración en tres zonas diferentes de la piel del bocinegro, *Pagrus pagrus*. IX CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA, Cádiz, España, 12-16 mayo.
- Kaushik, S.J. 2000. Applied nutrition for sustainable aquaculture development. En: Libro de resúmenes, p. 155-158. NACA/FAO International Conference on Aquaculture in the Third Millennium, 20-25 February 2000, Bangkok.
- Kentouri, M. and Divanach, P. 1982. Diferencias et similitudes dans la genese des comportements locomoteur et trophique des stades prelarvaires de *Sparus aurata*, *Diplodus vulgaris* et *Diplodus sargus*. *Aquaculture*. 27, 355-376.
- Kiessling, A., Pickova, J., Johanson, L., Asgard, T., Storebaken, T., Kiessling, K.H. 2001. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow (*Ocorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. *Food Chem.* 73, 271-284.
- Krug, H.M. 1990. The Azorean blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Bruennich, 1768) (Teleostei, Sparidae). Reproductive cycle, hermaphroditism, maritimity and fecundity. *CYBIUM*. 1990. vol 14 (2): 151-159.
- Lade, R., Thompson, R. 1989. Mapping Mendelian factors underlying quantitative traits using RFLP linkage maps. *Genetics* 121: 185-199.
- Linares, F., M. Olmedo, J.B. Peleteiro, Ortega, A. 2000. Composición lipídica del besugo (*Pagellus bogaraveo*) procedente del medio natural y de cultivo intensivo. Resultados preliminares. Actas V Congreso de Ciencias del Mar. Marcuba 2000. La Habana (Cuba).
- Linares F., M. Olmedo, A. Ortega, J.B. Peleteiro. 2001a. Experiencias de engorde de besugo, *Pagellus bogaraveo* (Brünich, 1768) en jaulas y tanques de cultivo. Monografías del Instituto Canario de Ciencias Marinas, Vol. 4: 206-210.

- Linares, F., M. Olmedo, J.B. Peleteiro, J. Arán. 2001b. Ongrowing and biochemical composition of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*) juveniles fed with different dry food. European Aquaculture Society. Special Publication nº 30. 318.
- Linares, F., Olmedo, M., Peleteiro, J.B. . 2002. Biochemical composition of blackspot seabream larvae, *Pagellus bogaraveo*, fed with rotifer enriched with three different microalgae. European Aquaculture Society. Special Publication nº 32:301-303
- Linares, F., Olmedo, M., Peleteiro, J.B. 2003. Crecimiento y composición bioquímica de larvas de besugo, *Pagellus bogaraveo*, alimentadas con *Artemia* enriquecida con tres microalgas diferentes. Libro de Resúmenes del IX Congreso Nacional de Acuicultura: 459-461.
- Leaf, A., Xiao, Y.-F., Kang, J.X., Billman, G.E. 2003. Prevention of sudden cardiac death by n-3 polyunsaturated fatty acids. *Pharmacology & Therapeutics*. En prensa.
- Martínez, M.I., Alarcón, F.J., Dehesa, M.R., García, A. (1997). Evolución del equipamiento enzimático digestivo a lo largo del desarrollo del dentón (*Dentex dentex*). *Actas VI Congr. Nal. Acuicultura*, 509-514
- Martínez-Tapia, C., Fernández-Pato, C., Chereguini, O., 1990. Comparative study of larvae survival and growth in sea bream (*Pagellus bogaraveo* B) using microencapsulated of living-food. *ICES C.M. 1990/F31*.
- Matus, E., Izquierdo, M.S., Fernández-Palacios, H., Hernández Cruz, C.M. 1999. "Efecto de la dieta de maduración en la composición lipídica de las puestas en el bocinero (*Pagrus pagrus*)". VII CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA. Las Palmas de Gran Canaria, España, 19-21 mayo.
- Matus, E., Izquierdo López, M.S., Fernández Palacios, H. y Hernández Cruz, C.M. 2001. "Lipid classes on eggs and starved larvae *Pagrus pagrus* from adults fed on three diets". CONGRESO DE LARVI' 2001. Gante, Bélgica.
- Mena, C., Vivas, M., Sánchez-Vázquez, F.J., García García, B., Madrid, J.A. 2001. Auto-selección de macronutrientes mediante comederos a demanda: un método para el diseño de dietas en especies comerciales. VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Santander, 22 al 25 de mayo de 2001.
- Mena, C., Vivas, M., Madrid, J.A., García García, B. 2001b. Patrón anual de alimentación en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo* Cetti, 1777) bajo condiciones experimentales de cultivo. VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Santander, 22 al 25 de mayo de 2001.
- Mena Sellés, C. y García García, B. 2002. Importancia de la proteína vegetal en la dieta natural de poblaciones salvajes de sargo picudo, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777): sus implicaciones en el cultivo intensivo. *AquaTic (17)*: 1-11.
- Mourente, G., Tocher, D.R., Diaz-Salvago, E., Grau, A. and Pastor, E. 1999. Study on the n-3 highly unsaturated fatty acids requirement and antioxidant status of *Dentex dentex* larvae at the *Artemia* feeding stage. *Aquaculture*, 179, 291-307
- Muñoz Luna, A. 1997. Monografía: Análisis económico-financiero de explotaciones de ganado porcino. Porci. *Aula Veterinaria*. 39: pp: 74.
- Olmedo, M., Linares, F., Ruiz, N., Álvarez-Blázquez, B., Peleteiro, J.B., Ortega, A., Rodríguez, J.L. 1997. Preengorde de alevines de besugo (*Pagellus bogaraveo* B.) Nacidos en cautividad. *Actas VI Congreso Nacional Acuicultura*. Cartagena 1997 :879-885.
- Olmedo, M., Peleteiro, J.B., Álvarez-Blázquez, B., Gómez, C. 1998. First experiences with larval culture of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). *ICES CM 1998/L21*
- Olmedo M., Peleteiro, J.B., Linares, F., Álvarez-Blázquez, B., Gómez, C., Ortega, A. 2000. Experience with ongrowing juvenile blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*) born in captivity, in tanks at different temperatures. *CIHEAM. FAO. Cahiers options méditerranéennes*, Vol. 47:153-156.
- Olmedo, M., Linares, F. y Peleteiro, J.B. 2002. Engorde de juveniles de besugo, *Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768) cultivados, en tanques y jaulas. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 18 (1-4):37-40
- Pastor, E., Riera, F., Pou, S., Grau, A.M., Grau, A. 1995. A summary of investigations on reproduction and larval rearing of common dentex *Dentex dentex* (Linnaeus, 1758). *ICES mar. Sci. Symp.*, 201, 148-152.
- Pastor, E., Grau, A., Riera, F., Pou, S., Massutí, E., Grau, A.M. 2000. Experiences in the culture of new species in the "estación de Acuicultura" of the Balearic government (1980-1998). *Cah. Options Mediterr.* 47:371-379.

- Pastor, J., Hernández, M.D., Jover, M., Martínez, F.J., García García, B. 2001. Efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de soja en la dieta para sargo picudo (*Diplodus puntazzo* Cetti, 1777) sobre su crecimiento, composición corporal y palatabilidad. VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Santander, 22 al 25 de mayo de 2001.
- Peleteiro, J.B., Olmedo, M., Cal, R.M. & Gómez, C. 1994. Growth under laboratory conditions of wild juvenile black-spot sea bream (*Pagellus bogaraveo* B.). *Aquaculture Europe*. 1994 18 (4), 6-10.
- Peleteiro, J.B., Olmedo, M., Gómez, C. & Álvarez-Blázquez, B. 1997. Study of reproduction in captivity of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo* B.). Embryonic development and consumption of vitelline sac. ICES CM 1997/HH19.
- Peleteiro J.B., M. Olmedo, B. Álvarez-Blázquez. 2000. Culture of *Pagellus bogaraveo*: Present knowledge, problems and perspectives. In: Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish diversification. Vol. 47, Cah. Options Mediterr. p.141-152.
- Peleteiro J.B., Olmedo, M., B. Álvarez-Blázquez, B., Linares, F. 2002. Reproduction control of blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* B., in captivity. *European Aquaculture Society. Special Publication n° 32:424-426*.
- Penfield, M.P., Campbell, A.M. 1990. Evaluating food by sensory methods. En: *Experimental Food Science*. 3rd Edition. Academic Press. Inc. San Diego. California. pp. 52-77.
- Pérez J. M., Cárdenas S., Muñoz J. L. 1998. *La pesca artesanal en el puerto de Conil*. CICEM "El Toruño", Consejería de Agricultura y Pesca, 238 pp.
- Porcile, P., Repetto, N. y Wurtz, M. 1987. AFeeding behaviour of young sparidae of the Ligurian Sea@ OEBALIA: 311-314
- Pou, S., Pastor, E., Riera, F., Grau, A. 1990. Resultats obtinguts durant el bienni 1988-1989 a l'Estació d'Aqüicultura del Port d'Andratx. Actes II Jornades de Medi Ambient de les Balears, 217
- Prieto A., Cañavate J. P., Cárdenas S., 2003. En: *Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura* (Cádiz, España). Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Prieto A., Cañavate J. P., Cárdenas S., 2003. Crecimiento de larvas de hurta (*Pagrus auriga*). En: *Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura* (Cádiz, España). Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Quillet, E., Camaret, D. 1982. Elevage des daurades. *Publ. Assoc. Develop. Aquaculture*, 9, 91
- Rondan, M. 2002. Perfil de ácidos grasos del sargo picudo (*Diplodus puntazzo* Cetti 1777): Efecto de la composición de la dieta y de la tasa de alimentación. Tesis de licenciatura. Universidad de Murcia. pp: 164.
- Roo, F.J., Socorro, J., Izquierdo, M.S., Caballero, M.J., Hernández Cruz, C.M., Fernández, A., Fernández-Palacios, H., 1999. "Development of red porgy *Pagrus pagrus* visual system in relation with changes in the digestive tract and larval feeding habits. *Aquaculture*, 179: 499-512.
- Rueda, F.M., Hernández, M.D., Egea, M.A., Aguado, F., García García, B. 2001. Differences in tissue fatty acid composition between reared and wild sharpnose sea bream, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). *British Journal of Nutrition* (86), 617-622.
- Sala, E., Ballesteros, E. 1997. Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 152:273-283.
- Sargent, J. 1992. New developments in the omega-3 story from man to fish and heart to brain. *Aquacult. News*, 14:4-5.
- Schuchardt, D., Vergara, J.M., Robaina, L., Montero, D., Hernández Cruz, C.M., Izquierdo, M.S. 1999. Requerimiento óptimo de proteína en dietas para alevines de bocinegro (*Pagrus pagrus* L.). VII CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA. Las Palmas de Gran Canaria, España, 19-21 mayo.
- Schuchardt, D., Robaina, L., Fernández-Palacios, H., Hernández-Cruz, C.M., Valencia, A., Vergara, J.M. 2003. ASustitución parcial de harina de pescado por harina de krill en dietas de engorde para bocinegro (*Pagrus pagrus*)@. IX CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA, Cádiz, España, 12-16 mayo.
- Skibinsk, D. 1994. DNA technology and genetics of aquatic invertebrates. En: *Genetics and Evolution of Aquatic Organisms*. Ed. Chapman-Hall. Londres. pp.177-198.
- Socorro, J.A., Oran, G., Izquierdo López, M.S., Fernández, A., Caballero, M.J., Fernández-Palacios, H. 1997.

- "Primeras aportaciones al desarrollo osteológico de las larvas de bocinegro (*Pagrus pagrus*) y sama de pluma (*Dentex gibbosus*). VI CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA. Cartagena, Julio 9-11. Universidad de Murcia. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
- Socorro, J., Izquierdo, M.S., Fernández, A., Fernández-Palacios, H., Caballero, M.J., Roo, F.J. 1998. A development of digestive system in red porgy larvae (*Pagrus pagrus*)@. VIII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITION AND FEEDING OF FISH. Las Palmas de Gran Canaria, España, 1-4 Junio.
- Socorro, J., Fernández-Palacios, H., Hernández Cruz, C.M., Izquierdo, M.S., Valencia, A. 1999."Estudio morfológico durante el desarrollo larvario del bocinegro (*Pagrus pagrus* Linnaeus 1758)@. VII CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA. Las Palmas de Gran Canaria, España, 19-21 mayo.
- Stephanis J., Divanach, P. 1993 Farming of Mediterranean finfish species. Present status and potentials. European Aquaculture Society Special publications 19: 426
- Sweetman, J.W. 1992. Larviculture of mediterranean marine fish species: current status and future trends. Journal of the World Aquaculture Society 23: 330-337
- Tocher, D.R., Sargent, J.R. 1990. Effect of temperature on the incorporation into phospholipid classes and metabolism via desaturation and elongation of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids in fish cells in culture. Lipids. 25, 435-442.
- Tortonese, E. 1975. Fauna d'Italia. Vol. XI. Editorial Calderini, Bologna, Italia 636 pp.
- Vassilopolou, V. 1989. A Some biological parameters of the red porgy (*Pagrus pagrus*) in the Kastelloriza area@. FAO FISHERIES REPORT 412: 108-115
- Vassilopolou, V., Papaconstantinou, C. 1992. Age, growth and mortality of the red porgy (*Pagrus pagrus* L.), in the Eastern Mediterranean Sea (Dodecanese, Greece). Vie-Milieu, 42: 51-55
- Williams, C.M. 2000. Dietary fatty acids and human health. Annales Zootechnie. 49, 165-180.
- Williams, J.G.K. y col., 1990. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucl. Acids Res., 18: 6531-6535.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R., Enser, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Science. En prensa.

3. ACTIVIDADES POR EQUIPOS.

3.1. Comunidad Autónoma de Andalucía. IFAPA Centro el Toruño.

Promoción del Cultivo de Nuevas Especies de Espáridos: Bocinegro (*Pagrus pagrus*) y Hurta (*Pagrus auriga*).

En el este subproyecto se detallan las producciones de huevos y alevines de dos especies de pargos: bocinegro (*Pagrus pagrus*) y hurta (*Pagrus auriga*), así como sus híbridos, que hemos denominado *pagurtas* (*Pagrus pagrus* (♀) x *Pagrus auriga* (♂)), en las instalaciones de IFAPA Centro *El Toruño* en El Puerto de Santa María. Asimismo y en colaboración con empresa PREDOMAR hemos realizado otros ensayos de cría larvaria y preengorde en Carboneras (Almería). También se han realizado distintos ensayos piloto de engorde con producciones significativas en las jaulas que la empresa DAP tenía en el litoral de Conil de la Frontera (Cádiz). Sobre estas dos especies, de las que existe en general un nivel de conocimiento suficiente a nivel experimental, se ha centrado la mejora de la cría larvaria, preengorde y engorde; habiendo sido objeto de proyectos anteriores de Planes Nacionales de Cultivos Marinos de JACUMAR. Algunas de ellas, como el pargo, se producen a nivel comercial en el Mediterráneo. También se han caracterizado a nivel molecular las poblaciones de reproductores y a nivel bioquímico los productos obtenidos (huevos, larvas y adultos). Hemos participado de una manera coordinada en pruebas sensoriales con todas las especies de Espáridos del proyecto PROESP.

3.1.1. Reproducción en cautividad de bocinegro y hurta.

3.1.1.1. Gestión de reproductores y suministro de huevos y larvas.

Todos los reproductores de pargos (pargo común o bocinegro, *Pagrus pagrus*, y pargo sémola o hurta, *Pagrus auriga*) se capturaron en la costa de la provincia de Cádiz, concretamente en el litoral de Cádiz y Conil, entre los años 1998-1999. Todos los pargos se identificaron con marcas internas electrónicas PIT (Passive Integrated Transponder), como las que se utilizan para identificar a las mascotas, con la finalidad de poder realizar un seguimiento individual del crecimiento de los peces y su control sanitario.

A partir de 2004 los lotes de reproductores de pargos (pargo común o bocinegro, *Pagrus pagrus*, y pargo sémola o hurta, *Pagrus auriga*) estuvieron estabulados conjuntamente. Todos El último año de este proyecto (2007) se separaron para poder realizar estudios de la fecundidad en cautividad de cada una de las especies por separado (Tabla 1).

Tabla 1.- Evolución de la población de reproductores de bocinegro y hurta en el IFAPA Centro *El Toruño*. I: Inicial; F. Final. SGR: Tasa Específica de Crecimiento.

Especies	Año		LT (mm)		Peso(Kg)		Nº I – Nº F (Supervivencia, %)	SGR
	I	F	I	F	I	F		
Bocinegro	01-02	07	439	537	1,6	3,1	28 – 20 (71)	0,53
Hurta	03	07	406	591	1,4	3,9	129 – 102 (79)	0,63

El tanque de mantenimiento y puesta de los reproductores de pargos tenía una capacidad de 500 m³ y se encontraba en circuito cerrado, estando ambos sometidos a un régimen de temperatura e iluminación naturales (Figura 1).

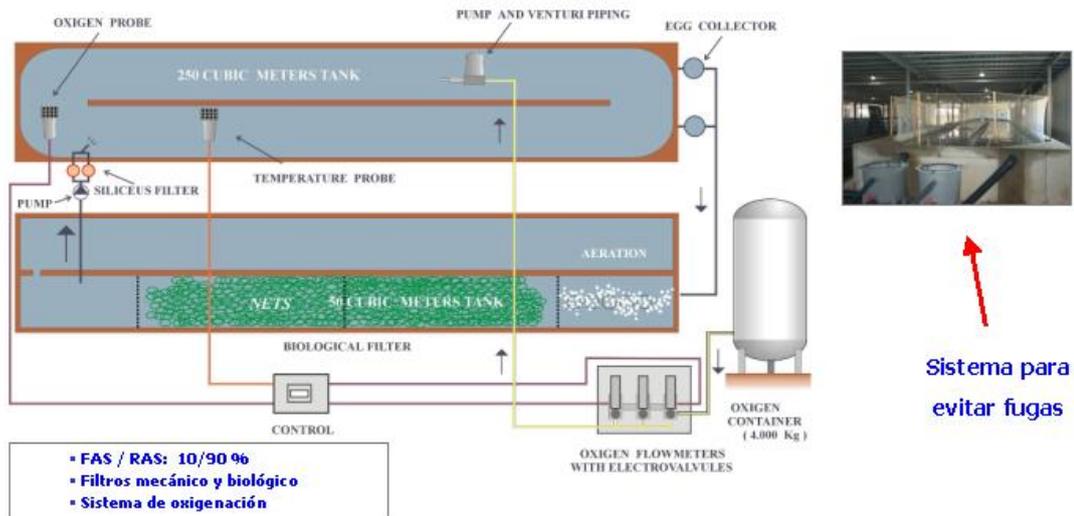


Figura 1.-Tanque de puesta de bocinegro y hurta.

Todos los reproductores de pargos (bocinegros y hurtas) se alimentaron *ad libitum* con una dieta variada a base de cefalópodos, cangrejos, peces y piensos comerciales secos (Figura 2).

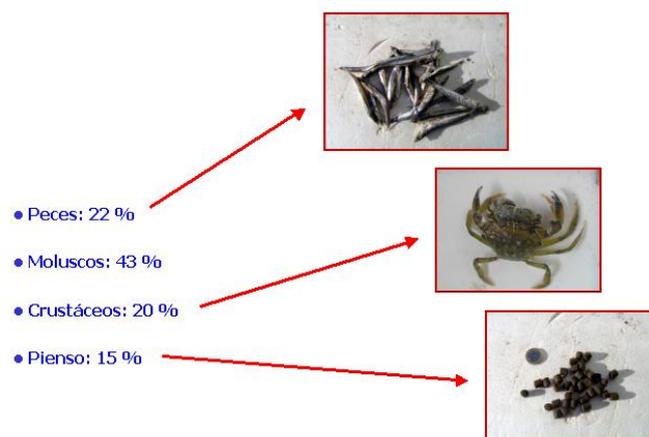


Figura 2.- Alimentación natural de los reproductores de bocinegro y hurta.

El Centro *El Toruño* ha suministrado 4,4 millones de huevos de pargos a la empresa PREDOMAR (Almería) entre los meses de marzo y abril de 2004, según se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2.- Suministro de huevos a la empresa PREDOMAR (Almería) en 2004.

Nº. suministro	Fecha	Nº total huevos	Nº huevos flotantes	Nº. huevos fecundados
1	01-03-04	385.662	213.312	209.900
2	02-03-04	239.070	113.100	100.100
3	04-03-04	407.850	246.784	233.210
4	05-03-04	273.720	176.300	172.096
5	09-03-04	272.370	193.620	187.425
6	30-03-04	1.008.560	670.560	640.385
7	31-03-04	890.875	742.875	594.300
8	01-04-04	574.967	420.550	404.358
9	02-04-04	327.074	228.434	224.093
Total		4.380.148	3.005.535	2.765.867

3.1.1.2. Análisis genético del stock de reproductores de hurta.

Creación de librerías.

Durante este período se ha procedido al aislamiento de microsatélites de hurta. Para ello, se ha realizado un protocolo de enriquecimiento basado en bolitas de estreptavidina y selección mediante sondas marcadas con biotina. En total se utilizaron una combinación de sondas para los motivos (GCC)_n, (CA)_n, (CT)_n, (GA)_n, (ACA)_n, (AGA)_n, (TGA)_n, (ATT)_n, y (GATA)_n. Como material de partida se utilizó sangre, a partir de la cual se aisló ADN y se digirió por separado con las enzimas de restricción HaeIII y RsaI. Tras el enriquecimiento, los fragmentos seleccionados se amplificaron utilizando cebadores para los adaptadores vinculados a las secuencias y clonaron. Posteriormente, se realizó una selección al azar de clones positivos y se amplificaron utilizando los cebadores universales T3 y T7 (Figura 3). Finalmente, los clones seleccionados se secuenciaron para el análisis de secuencias.

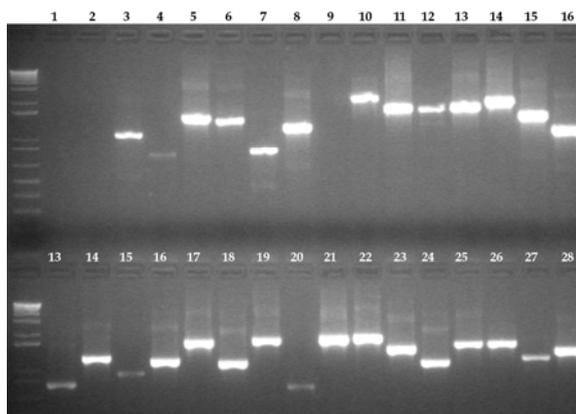


Figura 3. Clones de la librería de microsatélites. A la izquierda se sitúa el marcador de peso molecular. Los clones seleccionados (indicados mediante números) mostraron un gran polimorfismo de tamaño.

Análisis de secuencias.

En total se analizaron 82 clones para el ADN digerido con HaeIII mientras que sólo 51 con RsaI. Estos se seleccionaron por su tamaño inferior a 1 Kb. Aproximadamente el 41.5% y 33.3% de los clones procedentes de las librería de ADN digerido con HaeIII y RsaI no mostraron repetición. Los resultados obtenidos muestran los motivos de dinucleótidos como los más abundantes a excepción de las GATA. En concreto el microsatélite con la repetición CA se presentó de media en un 42% de los clones con microsatélite (Figura 4). Los resultados de frecuencias para el ADN con ambas digestiones fue muy parecido. Además se encontraron 9 tipos de repetición diferentes de las sondas utilizadas aunque en conjunto no suponía más del 11 % de los clones con microsatélite.

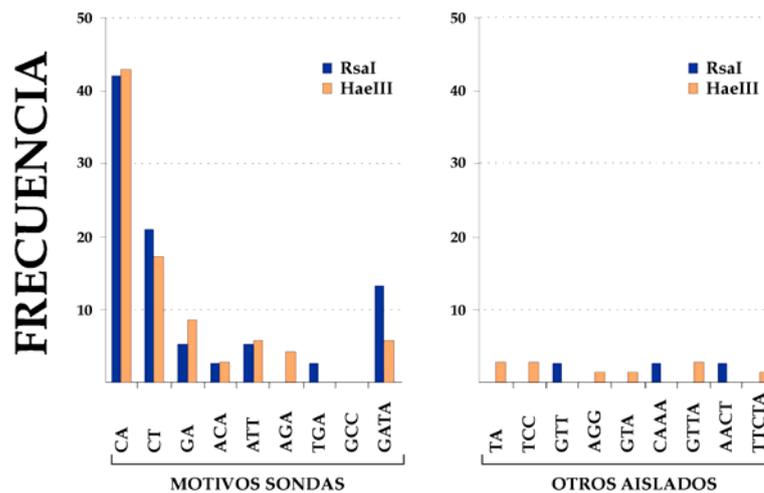


Figura 4. Frecuencia de los tipos de microsatélites aislados.

Variabilidad genética del stock de reproductores y su descendencia (F1).

La variabilidad genética de los reproductores de hurta (n = 109) y la progenie de primera generación (F1; n = 23) se estudió en base a la caracterización de 8 *loci* microsatélites descritos en Ponce et al., 2006 (ver apartados anteriores). Estos resultados se compararon con los obtenidos al caracterizar una población salvaje procedente de Conil (n = 17) en la que se observó que el número de alelos para los 8 *loci* estudiados osciló entre 4 y 17, mientras que la heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_e) se situó en el rango 0,35-0,88 y 0,46-0,93, respectivamente. Todos los *loci*, excepto el locus PauGAH3 que mostró un déficit de heterocigotos, no se desviaron del equilibrio HW (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros estadísticos de los 8 *loci* microsatélites en la población de Conil de *P. auriga*. Se muestra el número de alelos (k), número de individuos analizados (N), heterocigosis observada (H_o), heterocigosis esperada (H_E), el valor de p del equilibrio de Hardy-Weinberg (HW) e índice de fijación (F_{IS}).

HURTAS SALVAJES DE CONIL						
	k	N	H_o	H_E	HW	F_{IS}
PauGTTAH4	6	17	0,59	0,57	0,40 ^{ns}	-0,05
PauGATAH5	17	17	0,88	0,93	0,18 ^{ns}	0,04
PauGATAR25	12	17	0,88	0,93	0,06 ^{ns}	0,02
PauACAH10	6	17	0,82	0,76	0,12 ^{ns}	-0,09
PauGAH3	7	17	0,35	0,81	0,00 ^{***}	0,55
PauCAH7	13	17	0,71	0,91	0,06 ^{ns}	0,19
PauCAH37	4	17	0,47	0,46	1,00 ^{ns}	-0,04
PauCAR19	12	17	0,88	0,88	0,52 ^{ns}	-0,02

Con respecto al lote de reproductores, el número de alelos osciló entre 5 y 21, mientras que la heterocigosis observada (H_o) y esperada (H_E) se situaron en el rango 0,25-0,92 y 0,47-0,96, respectivamente. Únicamente los *loci* PauGATAH5, PauACAH10 y PauGTTAH4, estuvieron en equilibrio HW. Los 5 *loci* restantes se desviaron de dicho equilibrio (Tabla 4).

Con respecto a la F1, se observó que el número de alelos osciló entre 4 y 19, mientras que H_o y H_E se situaron en el rango 0,39-0,96 y 0,44-0,94, respectivamente. Únicamente los *loci* PauGATAR25 y PauACAH10 estuvieron en equilibrio HW. Los 5 *loci* restantes se desviaron de dicho equilibrio (Tabla 5).

Tabla 4. Parámetros estadísticos de los 8 *loci* microsatélites en el stock de reproductores de *P. auriga*. Se muestra el número de alelos (k), número de individuos analizados (N), heterocigosis observada (H_o), heterocigosis esperada (H_E), el valor de p del equilibrio de Hardy-Weinberg (HW), índice de fijación (F_{IS}) y frecuencia de alelos nulos (F. Nul.).

REPRODUCTORES DE HURTA DEL IFAPA							
	k	N	H_o	H_E	HW	F_{IS}	F. Nul.
PauGTTAH4	8	109	0,69	0,67	0,34 ^{ns}	-0,04	-0,02
PauGATAH5	41	109	0,92	0,96	0,17 ^{ns}	0,04	0,02
PauGATAR25	21	109	0,84	0,92	0,00 ^{***}	0,09	0,05
PauACAH10	9	109	0,84	0,79	0,13 ^{ns}	-0,05	-0,02
PauGAH3	5	109	0,25	0,61	0,00 ^{***}	0,58	0,44
PauCAH7	18	109	0,74	0,89	0,00 ^{***}	0,17	0,09
PauCAH37	7	109	0,32	0,47	0,00 ^{***}	0,32	0,26
PauCAR19	20	109	0,79	0,86	0,00 ^{***}	0,07	0,03

Tabla 5. Parámetros estadísticos de los 8 *loci* microsatélites en la F1 de *P. auriga*. Se muestra el número de alelos (k), número de individuos analizados (N), heterocigosis observada (H_o), heterocigosis esperada (H_E), el valor de p del equilibrio de Hardy-Weinberg (HW) e índice de fijación (F_{IS}).

	F1 DE HURTA OBTENIDA EN EL IFAPA					
	k	N	H_o	H_E	HW	F_{IS}
PauGTTAH4	6	23	0,44	0,69	0,01**	0,02
PauGATAH5	19	23	0,78	0,87	0,02*	0,03
PauGATAR25	11	23	0,69	0,70	0,29 ^{ns}	0,08
PauACAH10	8	23	0,96	0,85	0,17 ^{ns}	-0,14
PauGAH3	4	23	0,52	0,65	0,02*	0,13
PauCAH7	10	20	0,90	0,94	0,00***	0,14
PauCAH37	6	23	0,92	0,83	0,05*	0,09
PauCAR19	8	23	0,39	0,44	0,00***	0,15

Para el estudio de las relaciones de parentesco entre individuos se calculó el coeficiente de relación genética entre individuos, r_{xy} . Las expectativas teóricas en hermanos completos son $r_{xy} \geq 0,5$, y en medio-hermanos $0,5 > r_{xy} \geq 0,25$. En el caso del lote de reproductores se observó que el 53% de los cruzamientos posibles correspondían a individuos no emparentados, mientras que en el caso de la F1 sólo el 6%. Al estudiar las distribuciones observadas y esperadas para los parentescos, se pudo observar como en los reproductores la distribución se ajustaba a individuos no emparentados. En cambio, en una generación hubo una desviación de esta frecuencia hacia medio hermanos, incrementando de forma significativa los porcentajes de animales emparentados.

Los datos obtenidos en este trabajo demuestran la utilidad de estos 8 *loci* para estudiar la variabilidad genética de poblaciones criadas en cautividad de hurta. Además, se pone de relieve la importancia de monitorizar el grado de parentesco en generaciones sucesivas para evitar la endogamia y las pérdidas de variabilidad genética en los lotes reproductores mantenidos en cautividad.

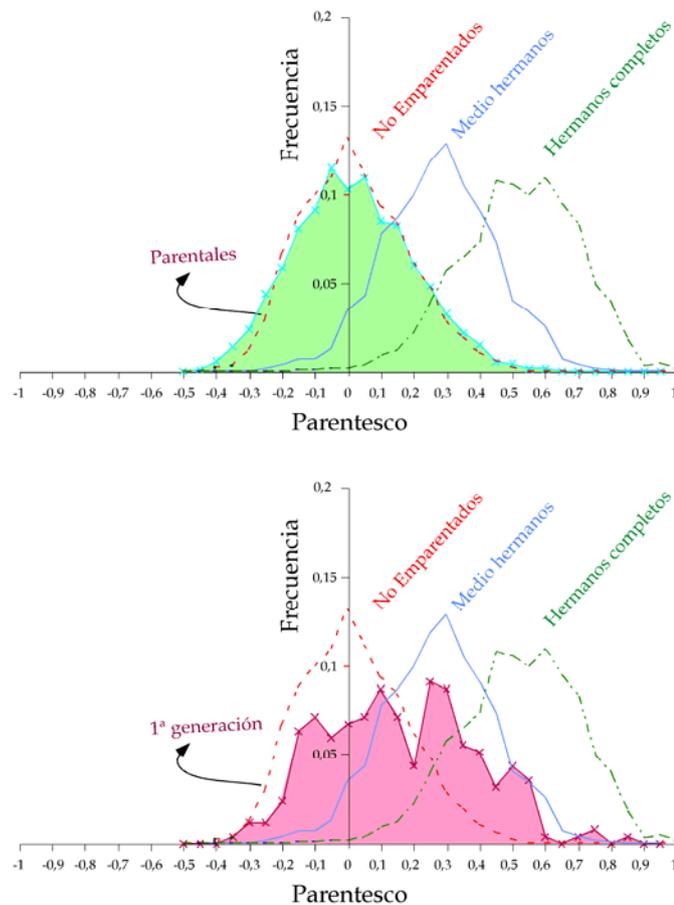


Figura 5. Coeficiente de relación genética (r_{xy}) entre los individuos procedentes del lote de reproductores de hurta (verde) y la progenie de primera generación (rosa). Asimismo, se indica las distribuciones de r_{xy} obtenidas a partir de la simulaciones utilizando las frecuencias alélicas del lote de reproductores (en rojo, no emparentados; en azul, medio hermanos; en verde, hermanos completos).

3.1.1.3. Cría de larvas y alevines

Producción en empresas.

Se elaboraron protocolos (Anexo 1) de los procesos que se llevaron a cabo en las etapas de cultivo larvario de los pargos (pargo común o bocinegro, y pargo sémola o hurta) en la empresa PREDOMAR (Almería). Los investigadores responsables de este seguimiento ha celebrado reuniones con la empresa para revisar dichos protocolos. Esta solamente llegó a producir de 200 a 300 alevines de bocinegro con un peso medio de 12 gramos en agosto de 2004.

Producción de huevos, larvas y alevines en el IFAPA Centro El Toruño.

En resumen la producción de huevos larvas y alevines se puede observar en la Tabla 6.

Tabla 6.- Producción de huevos y larvas durante 2004-07.

Especie	Meses	Año	Huevos (millones)	Larvas (millones)
Pargos (<i>Pagrus spp.</i>)	01-04	2004	22,7	6,5
	01-04	2005	7,6	1,9
	01-05	2006	26,5	8,0
Bocinegro (<i>Pagrus pagrus</i>)	03-04	2007	14,7	1,4
Hurta (<i>Pagrus auriga</i>)	09-11	2004	9,5	3,9
	08-12	2005	37,0	12,7
	08-11	2006	2,7	--
	09-11	2007	14,8	9,9
Total			135,5	44,0

Puestas conjuntas de pargos: bocinegro (*Pagrus pagrus*) y hurta (*Pagrus auriga*). Producción de híbridos

Las puestas en cautividad obtenidas de ambas especies entre enero y abril de 2004 fueron de 22,7 millones de huevos, con una flotabilidad del 57% y una tasa de fecundación aparente del 95 % y real del 54 %. Las puestas diarias han sido de 193.127 ± 197.295 huevos. La tasa de eclosión aparente fue del 57 % y la real del 34 %. El número total de larvas producidas en el año 2004 fue 6,5 millones.

En el 2005 se obtuvieron puestas conjuntas de *Pagrus pagrus* y *Pagrus auriga* desde el 19 de enero al 17 de mayo de 2005 (83 días de puesta), con una temperatura media del agua de 16 °C. La producción total fue de 7,6 millones de huevos.

Como resultado de la cría larvaria en estos dos años (2004 y 2005) se obtuvieron entre un 5 y un 6% de alevines de híbridos de *Pagrus pagrus* (hembra) x *Pagrus auriga* (macho), que hemos denominado PAGURTA (Tabla 7).

Tabla 7.- Producción de alevines durante 2004-05 (Cárdenas y García, 2006).

Nombre	Especie e Híbrido	Año	Alevines
Bocinegro	<i>Pagrus pagrus</i>	2004	1.959
Hurta	<i>Pagrus auriga</i>	2004	4.047
Pagurta	<i>Pagrus pagrus</i> (♀) x <i>Pagrus auriga</i> (♂)	2004	316
Bocinegro	<i>Pagrus pagrus</i>	2005	9250
Hurta	<i>Pagrus auriga</i>	2005	530
Pagurta	<i>Pagrus pagrus</i> (♀) x <i>Pagrus auriga</i> (♂)	2005	592
Total Pargos	<i>Pagrus spp.</i>	04-05	16.694

Entre los años 2004 y 2005 se obtuvieron casi 17.000 alevines de pargos (bocinegro, hurta y pagurtas) (Figura 6).

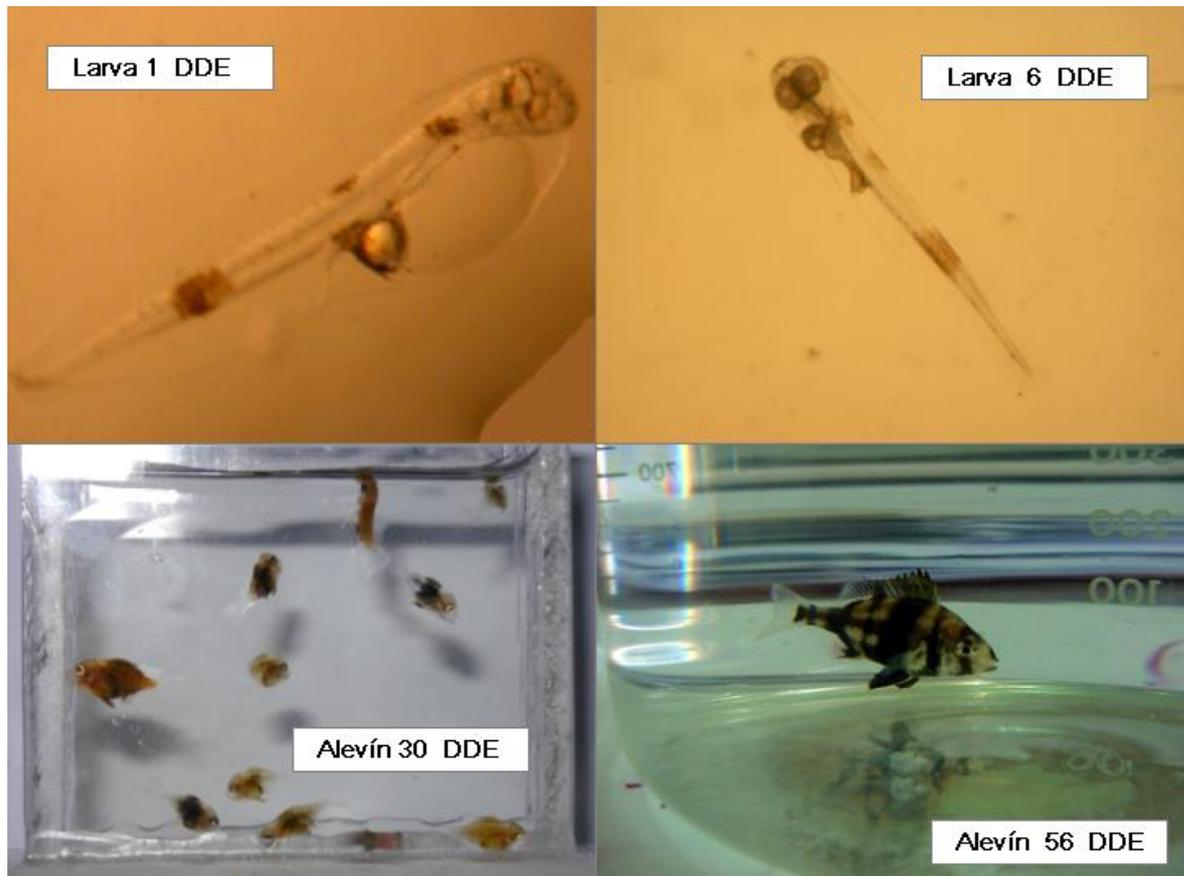


Figura 6. Larvas y alevines de hurta producidos en el IFAPA.

En el año 2006 se obtuvieron puestas conjuntas de *Pagrus pagrus* y *Pagrus auriga* desde enero hasta mayo de 2006 (92 días de puesta), con una temperatura media del agua de 13 y 16 °C. Se obtuvieron 26,5 millones de huevos, con una flotabilidad del 61 ± 22 % y una tasa de fecundación real del 51 ± 18 %. Las puestas diarias han sido de 203.284 ± 206.624 huevos. La tasa de eclosión real del 27 ± 19 %. El número total de larvas producidas fue 8,0 millones.

Puestas de hurta (*Pagrus auriga*).

En el 2004 se obtuvieron de *Pagrus auriga* desde septiembre hasta noviembre. La producción total fue de 9,5 millones de huevos. El número total de larvas producidas fue 3,9 millones (Tabla 6).

Se obtuvieron puestas de *Pagrus auriga* desde el 26 de agosto al 13 de diciembre de 2005, con una temperatura media del agua de 18 °C. La producción total fue de 37 millones de huevos y 13 millones de larvas.

Se han obtenido puestas de *Pagrus auriga* desde agosto hasta noviembre de 2006. La producción total fue de 2,7 millones de huevos, inferior a la de años anteriores. La causa de este alarmante descenso de la fecundidad en la hurta, si tenemos en cuenta que en los años anteriores el incremento ha sido de la siguiente forma (Cárdenas y García, 2007; Tabla 3) : 4,6 millones en el otoño de 2002, 6,9 millones en el otoño de 2003, 9,5 millones en el otoño de 2004 y 37,0 millones en el otoño de 2007, pudo deberse a la

inversión sexual de hembras a machos, propio de especies proteroginas como la hurta. Así, decidimos introducir 100 nuevos reproductores de hurta con un peso medio de 2 Kg, tamaño correspondiente a su desarrollo como hembras fértiles, con la intención de incrementar la fecundidad.

De esta forma se han incrementado las puestas de *Pagrus auriga* hasta los 14,8 millones de huevos. Estas puestas se obtuvieron entre septiembre y noviembre de 2007, con una temperatura media del agua de 22,4 °C. Las puestas diarias de huevos fecundados han sido de 309.244 ± 271.026 huevos. La tasa de eclosión real del 67 ± 25 %. Las larvas diarias han sido de 209.814 ± 172.694 . El número total de larvas producidas fue 9,9 millones (Tabla 6).

Puestas de bocinegro (*Pagrus pagrus*).

Se obtuvieron puestas de *Pagrus pagrus* de abril a mayo de 2007 (34 días de puesta), con una temperatura media del agua de 16,0 °C. Se obtuvieron 14,7 millones de huevos, con una tasa de fecundación real del 56 ± 20 (Tabla 1). Las puestas diarias han sido de 433.088 ± 295.572 huevos. La tasa de eclosión real del 38 ± 22 %. Las larvas diarias han sido de 81.941 ± 75.764 .

Análisis y experimentos con huevos y larvas de bocinegro y hurta.

Crecimiento con alimento vivo e inerte de larvas de hurta en cultivo masivo.

En este estudio (Lozano et al., 2004) se comparó el crecimiento en peso seco de las larvas de hurta hasta los 30 días de vida (DDE), cuando se someten a dos tipos de alimentación distintas a partir de los 20 DDE, una con alimento vivo consistente en *Artemia* sp. y otra con alimento inerte consistente en pienso seco. A la luz de los resultados podemos decir que existen diferencias significativas entre ambos tratamientos, encontrando tasas de crecimiento en peso seco de 16,5 µg/día cuando es alimentada con alimento vivo, y de 13,3 µg/día cuando es alimentada con alimento inerte (Figura 7).

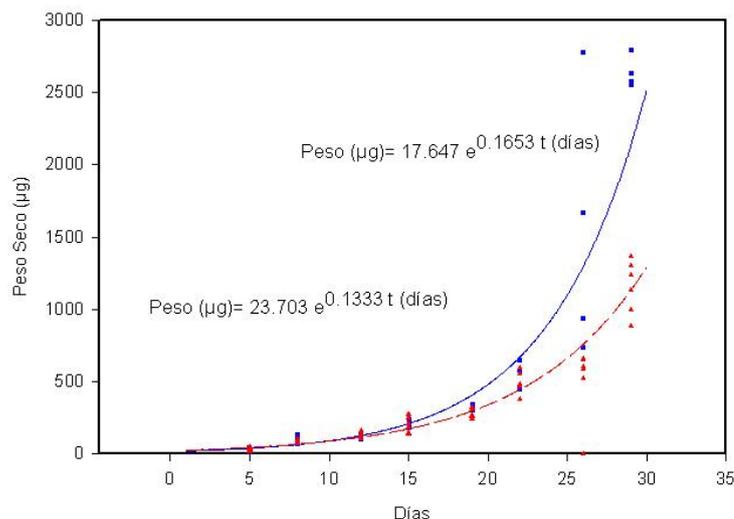


Figura 7. Comparación del crecimiento larvario de la hurta con distintos tratamientos: crecimiento con alimento vivo (línea azul) y con alimento inerte (línea roja).

Alimentos microparticulados o copépodos como sustitutos de la Artemia durante la cría larvaria de bocinegro

El objetivo de este experimento fue reemplazar la artemia por alimentos microparticulados, o por copépodos de la especie *Acartia tonsa* (Lacuisse et al., 2004). Se determinó la aceptación de los nuevos alimentos, la longitud total, el peso seco, la supervivencia y los perfiles de las enzimas digestivas. Las larvas de *P. pagrus* presentan altas tasas de ingestión tanto con la presas vivas como con el alimento seco (Figura 8). No se encontraron diferencias significativas en longitud total y peso seco entre los diferentes tratamientos. A la edad de 25 DDE existen diferencias significativas ($p > 0,05$) en la actividad de la amilasa y la peptidasa entre los diferentes tratamiento. No existen diferencias entre los perfiles de las enzimas digestivas (incluyendo amilasa, tripsina, fosfatasa alcalina y lipasa) antes de los 21 DDE. Los perfiles enzimáticos de las larvas de *Pagrus pagrus* alimentadas con Artemia sugieren que las larvas sufren malnutrición incluso si las enzimas digestivas están presentes (el llamado “síndrome de la Artemia”). La dieta inerte (suministrada a la temprana edad de 15 DDE) aparece como un prometedor alimento para sustituir a la Artemia.

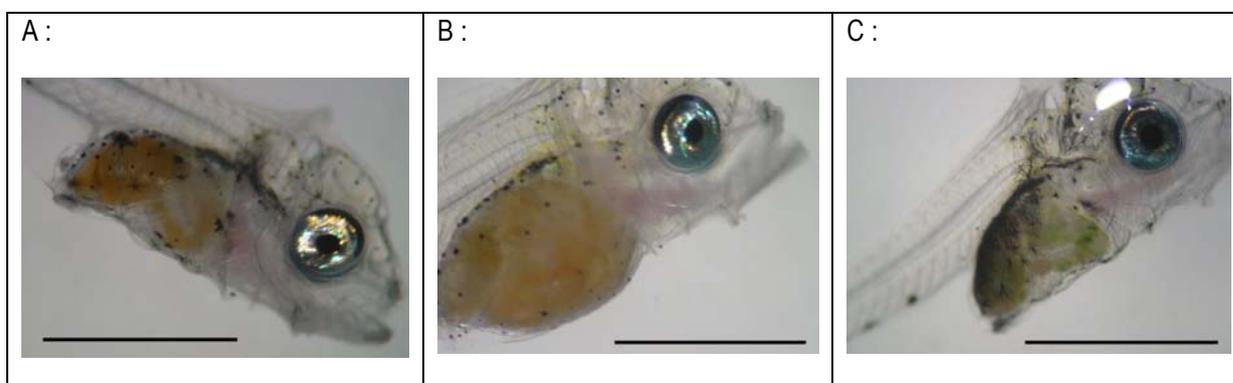


Figura 8. Aspecto de tubo digestivo de las larvas de bocinegro a la edad de 17 DDE alimentadas con Artemia (A), copépodos (B) o microparticulatas (C). Las barras representan 800 μm .

Evaluación de la ontogenia de enzimas digestivas en larvas de hurta

Se ha evaluado la ontogenia de enzimas digestivas en larvas de hurta entre los días 0-40 DAH. En este trabajo (Moyano et al., 2005) se presentan los primeros resultados obtenidos acerca de la evolución de las principales enzimas digestivas desde la eclosión de las larvas hasta que alcanzan una edad de 40 días. La actividad de la tripsina aumentó gradualmente a lo largo del desarrollo larvario, hasta alcanzar un valor estacionario en torno a 40 UF/individuo, en larvas a partir de 25 días. La quimotripsina presentó una actividad similar en las larvas de más edad. Sin embargo, hasta alcanzar los 10 días de edad, la actividad de la quimotripsina aumentó mucho más rápidamente. La actividad de proteasa ácida se detectó a partir de los 30 días de edad. La actividad amilasa también se incrementó a lo largo del desarrollo larvario, pero lo hizo con una velocidad muy inferior a la encontrada para las proteasas. Las esterases se incrementaron en dos órdenes de magnitud, desde el inicio de la alimentación hasta los 40 días de edad, alcanzando máximos cercanos a 100 UF / individuo (Figura 9).

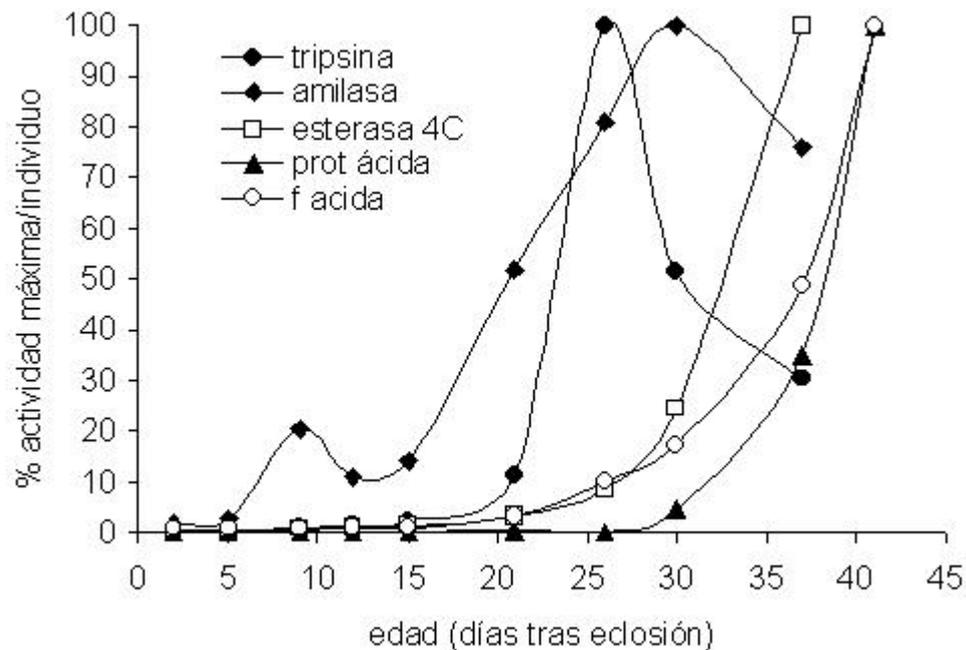


Figura 9. Actividad de las principales enzimas digestivas expresada en valores relativos a lo largo del desarrollo larvario de la hurta.

Expresión génica del pepsinógeno durante el desarrollo larvario del bocinegro.

Se realizaron estudios sobre ontogenia de la funcionalidad estomacal durante el desarrollo larvario del bocinegro desde las perspectivas morfológica, fisiológica y molecular (Darias et al., 2005). El objetivo de este estudio fue avanzar en el conocimiento de la secuencias de eventos que ocurren durante la transición de la digestión alcalina a la ácida en el bocinegro. Se examinó el desarrollo de la glándula gástrica a nivel histológico usando tinciones con hematoxilina-eosina. El mRNA del pepsinógeno fue localizado usando hibridación *in situ* con muestras embebidas en parafina de 5–7 Am. El pH gástrico en el lumen del estomago se midió usando un microelectrdo de pH. Los primeros signos de la glándula gástrica fueron evidentes a los 19 DDE y su desarrollo morfológico completo a los 26 DDE aproximadamente. La expresión del pepsinógeno se evidenció en la glándula gástrica a partir de los 30 DDE. El descenso de pH gástrico se detectó en larvas con más de 35 DDE.

Influencia de la temperatura de incubación sobre la supervivencia y el desarrollo de huevos y larvas de hurta durante la primera semana de vida.

Se han realizado experimentos para determinar el intervalo óptimo de temperatura de incubación durante el desarrollo embrionario y larvario de hurta durante la primera semana de vida, y ver cómo afecta la temperatura en las larvas en condiciones de inanición (Agirre, García y Cárdenas, 2007). Se observaron y midieron diferentes parámetros de calidad con intención de establecer la temperatura a la cual estos parámetros eran los más óptimos. Se utilizaron doce incubadores (Figura 10) que fueron sembrados a una densidad de 1 000 huevos/L, y en los que se utilizó un rango de temperatura que osciló entre los 15 y 24°C. Se midieron diversos parámetros de calidad, obteniendo como resultado que la temperatura más adecuada para la incubación de huevos de hurta (*Pagrus auriga*) se situaba entre 15 y 18°C. A esta temperatura fue

donde se consiguieron mejores tasas de supervivencia, buenos crecimientos y en donde el diámetro de la gota lipídica y el peso seco de las larvas presentó un descenso menos acusado, lo que podría estar relacionado con una reducción en los costes energéticos.



Figura 10.- Incubadores experimentales en el IFAPA Centro *El Toruño*.

Efecto de la temperatura y adelanto de la primera alimentación con *Artemia* sobre el crecimiento de larvas de hurta en cultivo.

Los resultados muestran un mayor crecimiento en peso seco (SGR) de las larvas cuando el aporte de *Artemia* se realiza por primera vez a la edad de 15 DDE (A-15) en vez de a la edad de 20 DDE (A-20), siendo superior con temperatura de 22 °C frente a lo obtenido con temperatura de 17 °C. El esquema de la evolución de la SGR sería en siguiente:

$$A-15 \text{ a } 22 \text{ }^{\circ}\text{C} > A-20 \text{ a } 22 \text{ }^{\circ}\text{C} > A-15 \text{ a } 17 \text{ }^{\circ}\text{C} > A-20 \text{ a } 17 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

El crecimiento en talla presentó gran similitud con lo observado para el peso seco, siendo los cultivos mantenidos a una temperatura de 22 °C y con primer aporte de *Artemia* el día 15 DDE los que muestran una mayor tasa de crecimiento. La temperatura muestra un efecto significativo sobre el crecimiento en talla ($p=0,00$), mientras que el desfase en el aporte de la *Artemia* no influye de forma significativa ($p=0,58$). Presentaron mejores resultados de crecimiento en talla los cultivos a 22 °C ($9,8 \pm 0,17$ mm). Las larvas cultivadas a una temperatura de 22 °C mostraron mayor crecimiento, aunque la supervivencia al final del

experimento fue mucho menor ($1,99 \pm 1,04$ %) que para los cultivos mantenidos a una temperatura de 17 °C ($5,42 \pm 1,66$ %).

Efecto del desfase en la primera alimentación con Artemia y la influencia del tipo de enriquecimiento sobre el crecimiento de larvas de hurta.

En peso seco, los mejores resultados se observaron para los cultivos a los que se administró *Artemia* por primera vez a la edad de 25 DDE (A-25) y en los que esta *Artemia* fue enriquecida con *Isochrysis galbana* (T-Iso) y el enriquecedor Selco. En cuanto a la talla, los resultados obtenidos han seguido un patrón parecido a lo que ya se ha visto para el peso seco. Los cultivos a los que se ha aportado *Artemia* el día 25 DDE enriquecida con T-Iso y Selco han presentado las tallas más altas.

Un análisis de la varianza detectó que entre los tres niveles de alimentación con *Artemia* existieron diferencias significativas ($p=0,05$) para el peso seco. Concretamente los cultivos a los que se administraron nauplios de *Artemia* por primera vez el día 30 (A-30) presentaron un crecimiento más bajo ($724 \pm 48,5$ µg) que los sometidos a los otros dos tratamientos ($1663,85 \pm 220,97$ µg y $1781,74 \pm 226,72$ µg para A-20 y A-25, respectivamente). Por otro lado, entre los dos tipos de enriquecimiento de la *Artemia* no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a sus pesos secos ($p=0,22$).

El desfase en la primera alimentación con *Artemia* y del tipo de enriquecimiento sobre la talla de las larvas puso de manifiesto que en ambos casos existe una influencia sobre el crecimiento en talla de las larvas. Al igual que en los análisis para el peso seco, los cultivos alimentados a día 30 con *Artemia* mostraron diferencias significativas ($p=0,00$) con respecto a los otros dos tipos de cultivos, presentando las tallas más bajas.

Análisis bioquímicos de huevos y larvas de bocinegro.

Durante los meses de marzo y abril de 2007 se han realizado análisis bioquímicos de huevos (1.000.000) y las larvas (600.000) de bocinegro (Marengo y Martín, 2007). Se determinaron los perfiles de ácidos grasos, así como los contenidos en humedad, lípidos totales, proteínas totales y cenizas, tanto en los huevos como en las larvas. Los métodos empleados fueron: método Kjeldhal para proteínas totales; extracción Soxhlet (hexano/acetona) para lípidos totales; incineración a 550 °C para cenizas y esterificación de los ácidos grasos con metanol y trifluoruro de boro (AOAC). Los ésteres metílicos se identificaron y cuantificaron utilizando un cromatógrafo de gases HP 6890 Plus con columnas capilares de 100 m x $0,25$ mm x $0,2$ µm (SP 2560), utilizando como patrón de referencia una mezcla de 37 FAME's (Supelco). Los resultados están referidos al porcentaje de cada uno de ellos.

El contenido de agua en los huevos es mayor que en las larvas, mientras que el porcentaje de lípidos totales y de proteínas es mayor en éstas (Figura 11). Los contenidos en ácido araquidónico son superiores en las larvas que en los huevos y las concentraciones de ácido oleico son similares tanto en huevos como larvas. Los huevos no muestran diferencias significativas en la relación AA/EPA, aunque en el caso de las larvas es superior. En cuanto a la relación DHA/EPA no existen diferencias entre larvas y huevos.

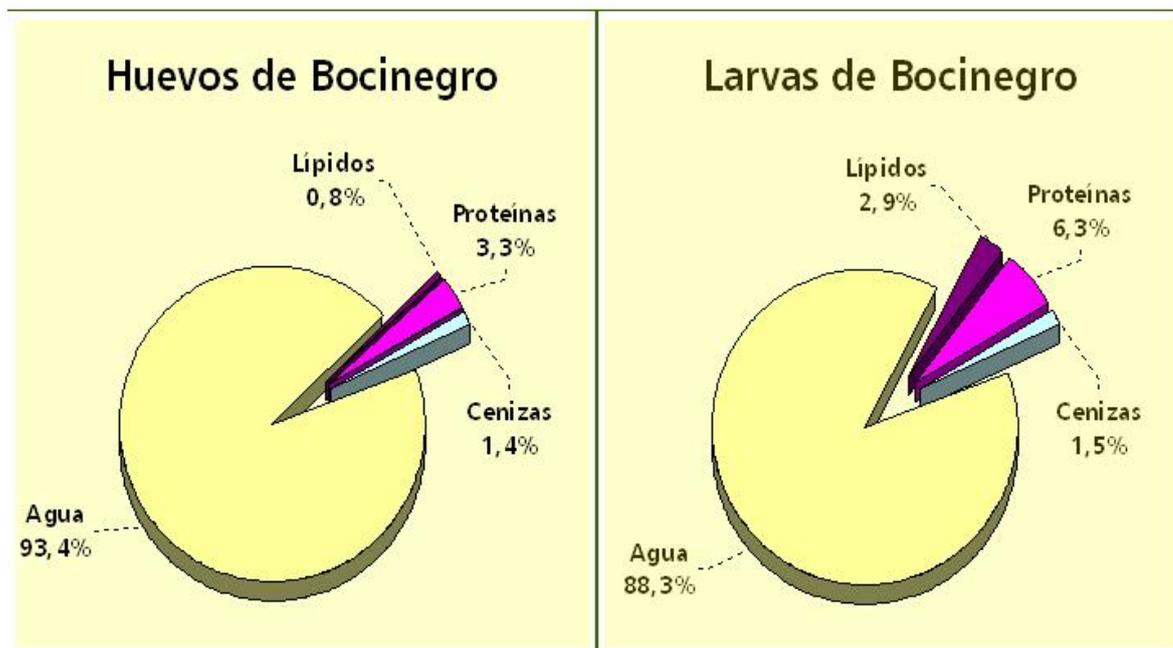


Figura 11. Composición bioquímica de huevos y larvas de bocinegro.

Análisis de las malformaciones aparecidas en larvas y juveniles de hurta.

La etiopatogenia de las alteraciones esqueléticas ha sido atribuida a múltiples factores (estrés ambiental y/o nutricional, factores genéticos, condiciones no óptimas de cría, etc.). El objetivo de los trabajos que mencionamos a continuación es la descripción de las alteraciones estructurales que suceden en la columna vertebral de larvas y juveniles de hurta.

En un primer trabajo (Gavaia et al., 2005), hemos detectado algunas deformidades esqueléticas que afectan, principalmente, a las estructuras que componen la columna vertebral, el complejo caudal y al nivel de los arcos hemales y neurales (Figura 12).

En el otro trabajo (Muñoz et al., 2007) hemos analizado hurtas procedentes del preengorde y engorde en tanques. Todas las hurtas analizadas han sido anestesiadas, medidas y pesadas. Del total de hurtas analizadas 6 han sido además radiografiadas usando un sistema veterinario de rayos X con la colaboración del Hospital Veterinario "Bahía de Cádiz". Las imágenes de rayos X fueron usadas para examinar el esqueleto y la vejiga gaseosa. El grado de lordosis fue evaluado midiendo el ángulo (α) entre la línea que unía la primera vértebra en la región cefálica hasta el punto de curvatura y la línea desde la punto de curvatura hasta la última vértebra en la región caudal.

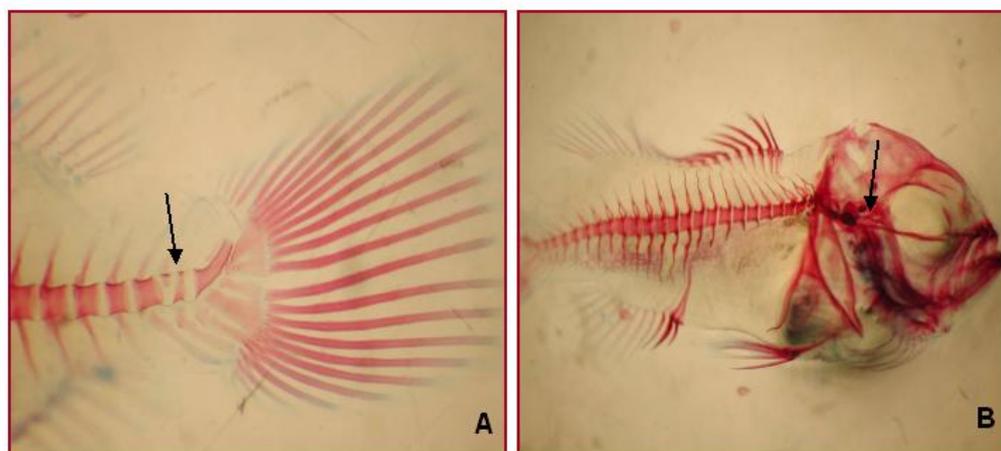


Figura 12. Algunas de las principales malformidades encontradas en hurta (30 DDE). A- Malformaciones afectando vértebras *preostilares* y arcos modificados de la aleta caudal. B- Espesamiento anómalo de la parte mediana de la columna vertebral.

Las 1.235 hurtas muestreadas han presentado un peso medio de 147 ± 52 gramos, 7 de ellas estaban afectadas de escoliosis, 21 de lordosis y 20 de fusión vertebral. En total, solamente el 3,9% de la población analizada de hurtas han estado afectadas de malformaciones. Los juveniles con malformaciones esqueléticas presentan una cabeza muy grande con relación al tamaño del tronco, cuerpos comprimidos, con desviaciones en las zonas dorsal y ventral. La aleta caudal levantada y la línea lateral sigue una trayectoria irregular. Estos peces son más cortos de lo normal. El examen con rayos X muestra algún tipo de curvatura dorsoventral de la columna vertebral, más acusado en los individuos lordóticos, en los cuales dicha curvatura se presenta en forma de V. En algunos casos, las vértebras en la zona de la curvatura tienen una fusión de las espinas neurales (xifolordosis). En todos los juveniles radiografiados se aprecia la vejiga gaseosa funcional. Los juveniles de hurta tienen 24(10+14) vértebras espinales. El tramo de médula espinal afectado en las hurtas lordóticas corresponde a la zona entre las vértebras 10-14. El grado de deformación (α) de la columna vertebral en los hurtas lordóticas osciló entre 49° y 58° , superior a los 45° detectados en doradas.

3.1.2. Engorde de bocinegro y hurtas en jaulas flotantes y semisumergidas.

3.1.2.1. Suministro de alevines de bocinegro y hurta para su engorde en jaulas flotantes.

Se han elaborado protocolos de los procesos que se han llevado a cabo en las etapas de preengorde intensivo en tanques por parte del Centro *El Toruño* (Anexo 2) y de engorde intensivo en jaulas por parte de DAP (Conil).

El Centro *El Toruño* suministró 12.554 alevines de pargos (hurta y bocinegro) (Tabla 8), durante los años 2004 y 2005, a la empresa DAP para su engorde en jaulas flotantes. Estas jaulas estaban situadas en el litoral de Conil (Cádiz).

El historial de cultivo cada una de las especies subdividido en lotes fue el siguiente:

Bocinegro, *Pagrus pagrus*:

- Se han utilizado un lote (M-04) de 600 ejemplares durante el año 2004 para realizar una prueba con tres tipos de piensos comerciales con distinto contenido graso y proteico. Los nuevos lotes formados para este experimento se estabularon en una jaula flotante tipo CORELSA.
- Otro lote (E-05) de 1.013 ejemplares se ha utilizado para otro ensayo de engorde que comenzó en el 2005. También estabulado en una jaula tipo CORELSA, pero de mayor capacidad.
- Un último lote (J-05) de 5.977 bocinegros se estabuló en julio de 2005 en una jaula semisumergida tipo REFA.

Hurta, *Pagrus auriga*:

- Durante el año 2004 se introdujeron 2 lotes en una jaula semisumergida SEA SATION, el primero (J-04) de ellos (1.326 ejemplares) se introdujo en julio y se extrajo en noviembre, se utilizó como primera toma de contacto con la especie con el objetivo de caracterizar las particularidades de manejo, alimentación, etc., durante su estabulación en jaulas flotantes.
- El segundo lote (N-04) de mayor número de peces (3.638 ejemplares), y menor dispersión de talla, se introdujo en la misma jaula semisumergida SEA SATION, tras sacar el anterior lote.

Tabla 8.- Suministro de alevines y juveniles de pargos a la empresa DAP (Conil, Cádiz) en 2004-05.

Especie	Lote	Fecha de siembra	Número
Bocinegro	M-04	Mayo 2004	600
	E-05	Enero 2005	1.013
	J-05	Julio 2005	5.977
Hurta	J-04	Julio 2004	1.326
	N-04	Noviembre 2004	3.638
Total			12.554

3.1.2.2. Engorde de bocinegro con distintos tipos de pienso.

El experimento tuvo lugar durante el año 2004 en una jaula flotante de la empresa DAP, situadas en el Puerto Pesquero de Conil (Cádiz), y consistió en el engorde del Lote M-04 de bocinegros, pertenecientes a una misma población homogénea, con diferentes tipos de piensos.



Figura 13.- Jaula flotante de la marca CORELSA de 50 metros cúbicos.

Se pretendía comparar el crecimiento de bocinegros alimentados con piensos comerciales de diferente contenido graso y proteico. Los nuevos lotes contaban con 200 ejemplares cada uno y fueron separados por tres paños de red dentro de una jaula de gravedad CORELSA de 50 m³. La jaula fue dividida en tres partes iguales de 16,6 m³ (Figura 13).. La alimentación se realizó a demanda y al pienso suministrado a los tres lotes se le añadió 40 ppm de axtasantina con el objetivo de mejorar la coloración de los ejemplares. Se realizó un seguimiento de la evolución biológica y crecimiento de los tres lotes para lo cual se efectuaron los siguientes controles: muestreo mensual, control de la cantidad de alimento suministrado, cálculo semanal de la alimentación requerida por cada uno de los lotes de cultivo (aunque las dosis son ad libitum, está estimado en función de las tablas de alimentación de dorada, para tener una orientación del % de alimentación en comparación con la dosis de dichas tablas). Y a partir de esto cuantificación se cuantificaron el SGR, FCR y GF3.

Las composiciones del pienso son las siguientes para cada lote (Figura 14):

- El Lote M-04-1 ha sido alimentado con pienso comercial de dorada con la siguiente composición: proteína bruta 42,0 %, grasa bruta 14,0 %, ceniza bruta 8,4 %, celulosa bruta 1,8 %.
- El Lote M-04-2 ha sido alimentado con pienso comercial de dorada con la siguiente composición: proteína bruta 46,0 %, grasa bruta 24 %, ceniza bruta 9,0 %, celulosa bruta 1,2 %.
- El Lote M-04-3 ha sido alimentado con pienso comercial de dorada con la siguiente composición: proteína bruta 46,0 %, grasa bruta 21,0 %, ceniza bruta 9,1 %, celulosa bruta 1,4 %.

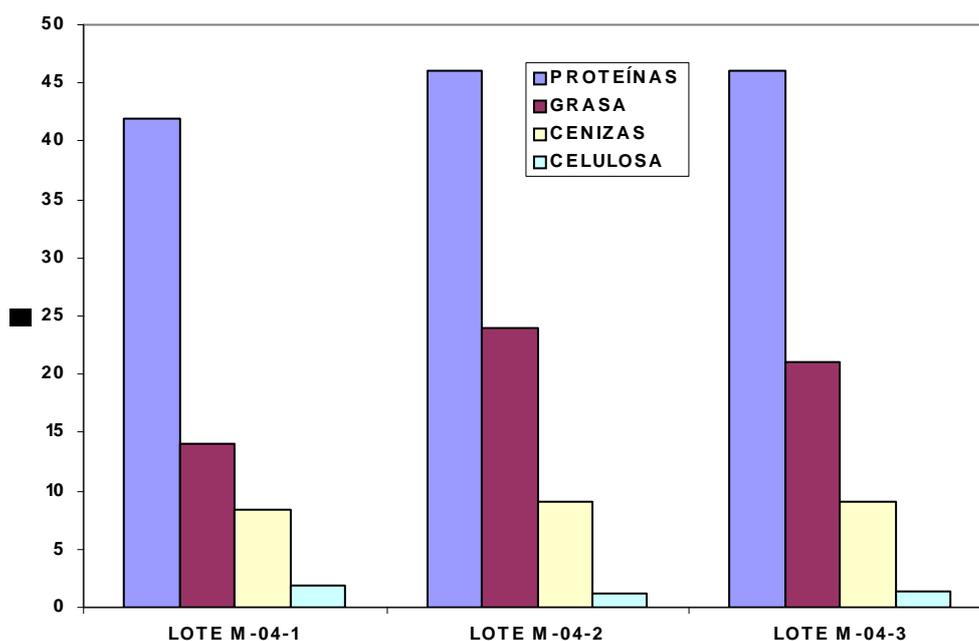


Figura 14.- Composición de los piensos en el experimento con bocinegros.

Los valores de obtenidos en los parámetros de crecimiento (SGR y GF3) están bastante por debajo a los obtenidos en otras especies como la hurta y la dorada (Tabla 9). Este hecho se ha constatado en los tres lotes, sobre todo en meses con temperaturas por debajo de los 15 °C. El Lote M-04-3 es el que peor crecimiento ha registrado (SGR=0,27). El Lote M-04-2 es el que mejores resultados ha presentado tanto, a nivel de crecimiento (SGR=0,37) como índice de conversión, se encuentra en un peso superior de más de 50 gramos con respecto a los otros, obteniéndose además mejores resultados de FCR. En base a estos resultados parece que este pienso con mayor cantidad de energía digestible y mayor calidad de proteína y mayor cantidad de grasa produce un mejor crecimiento en los peces.

Tabla 9.- Crecimiento de los bocinegros alimentados con distinto pienso. Valores medios \pm desviación típica para FCR y GF3.

Lote	Fecha inicial	Fecha final	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	FCR	GF3
M-04-1	Mayo 2004	Febrero 2005	179	380	4,9 \pm 1,2	0,25 \pm 0,25
M-04-2			178	429	4,5 \pm 2,1	0,37 \pm 0,37
M-04-3			171	365	5,2 \pm 1,6	0,27 \pm 0,24

3.1.2.3. Engorde de bocinegro y hurta en jaulas flotantes en mar abierto.

El Centro *El Toruño* realizó, de nuevo en colaboración con la empresa DAP S.A., el engorde de 11.603 juveniles de pargos (bocinegro y hurta) en jaulas de gran capacidad situadas en mar abierto en el litoral de Conil (Cádiz) (Figura 15).

Las características de las jaulas utilizadas son las siguientes (Tabla 10):

Tabla 10.- Volumen de las jaulas situadas en mar abierto para el engorde de pargos (bocinegro y hurta).

Especie	Lote	Empresa	Modelo	Tipo	Capacidad (m ³)
Hurta	J-04	OCEAN	Sea Station	Rígida Sumergible	3.000
	N-04	SPAR			
Bocinegro	E-05	CORELSA	Hércules	Gravitacional Flotante	2.200
	J-05	REFA	TLC	Flexible Sumergible	2.000

- *Sea Station* de OCEAN SPAR: modelo de jaula de flotabilidad controlable, construida en acero galvanizado. Consta de un eje cilíndrico vertical en cuyos extremos se fija la red, la cual mantiene el volumen de la estructura gracias a la acción de un anillo circular también de acero. Dentro de la estructura vertical existe un depósito de aire que hace que la jaula pueda variar su posición en la columna de agua. La instalación se fondea mediante cuatro puntos de anclaje y es de destacar el material que compone la red, llamado Dynnema, que se caracteriza por su alta resistencia. Las conexiones entre la red y las estructuras rígidas se realizan mediante cabos de alta resistencia y grilletes, estos cabos de alta resistencia recorren verticalmente toda la estructura sirviendo de refuerzo.

- Hércules de CORELSA: este tipo de estructura se clasifica comúnmente como jaula de gravedad, ya que su mecanismo de funcionamiento se basa fundamentalmente en el equilibrio entre este tipo de fuerzas y las de flotación. Así, este artefacto se compone básicamente de una estructura flotante de polietileno de 16 m de diámetro de la que pende una red en la que quedan incluidos los peces. La estructura flotante se fija al fondo mediante un conjunto de cables, estachas y cadenas, y finalmente anclas. El modelo en cuestión posee 8 líneas de anclaje con los componentes enumerados. Este es un modelo en el que existen tres partes claramente diferenciadas: la red, la estructura flotante de polietileno que mantiene el volumen de la red y el sistema de anclaje.

- TLC de REFA: se trata de una estructura sumergible compuesta de red, polietileno y boyas, fondeada en la vertical y cuyo principio de acción se basa en la capacidad de sumergirse cuando la corriente supera los 0,3 m/s. La red mantiene su posición mediante boyas de profundidad, y dos estructuras de polietileno un anillo superficial y otro en profundidad. Además presenta una serie de boyas adicionales para adaptarse a las mareas existentes en esta zona. El sistema de anclaje vertical esta compuesto por 6 pesos de hormigón de 3,5 Tm.

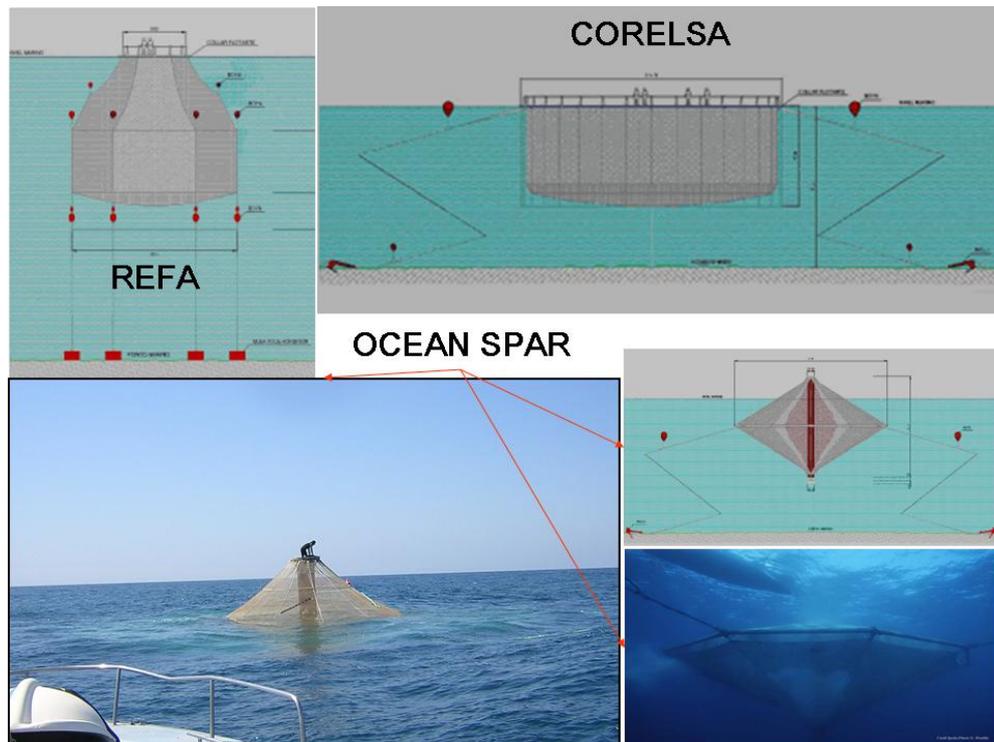


Figura 15.- Tipos de viveros flotantes en mar abierto instalados en Conil (Cádiz) para el engorde de bocinegro y hurta.

La supervivencia global ha sido del 88 %, habiendo alcanzado, en algunos casos, un peso medio de 500 gramos al cabo de los 18 meses de cultivo (Tabla 11). Los mejores resultados se han obtenido, como podemos comprobar en la Tabla 11, en el engorde de hurta en la jaula Sea Station. En este último cultivo se detectó que la hurta es una especie de fácil manejo, posee tendencia a alimentarse en el fondo de la jaula, tiende a formar cardúmenes en estos tamaños, y a partir de 100 gramos de peso medio produce pequeños agujeros en la red con sus mordiscos. La respuesta a la alimentación, mediante una toma manual diaria con buceadores (ya que la jaula se encuentra sumergida) es muy buena.

Tabla 11.- Crecimiento de los pargos (bocinegro y hurta) en jaulas flotantes en mar abierto.

Especie/ Lote	Fecha inicial	Fecha final	Nº. inicial	Nº. final	Peso Inicial (g)	Peso final (g)
Hurta/J-04	Julio-04	Octubre-04	1.326	1.031	97	140
Hurta/N-04	Enero-05	Junio-06	3.287	3.210	49	515
Bocinegro/E-05	Enero-05	Junio-06	1.013	875	54	509
Bocinegro/J-05	Julio-05	Junio-06	5.977	5.125	6	209
Total			11.603	10.241		

Si comparamos este crecimiento en jaulas flotantes con el obtenido en años anteriores en otros proyectos JACUMAR (Padilla, Sánchez-Lamadrid y Cárdenas, 2003; Padilla, Muñoz y Cárdenas, 2005), podremos observar que se alcanzan mayores pesos en jaulas que en tanques (Figura 16).

Más Información se puede obtener en la web: www.acuiculturaenmarabierto.com, donde se podrán ver videos sobre las instalaciones y la evolución de los engordes.

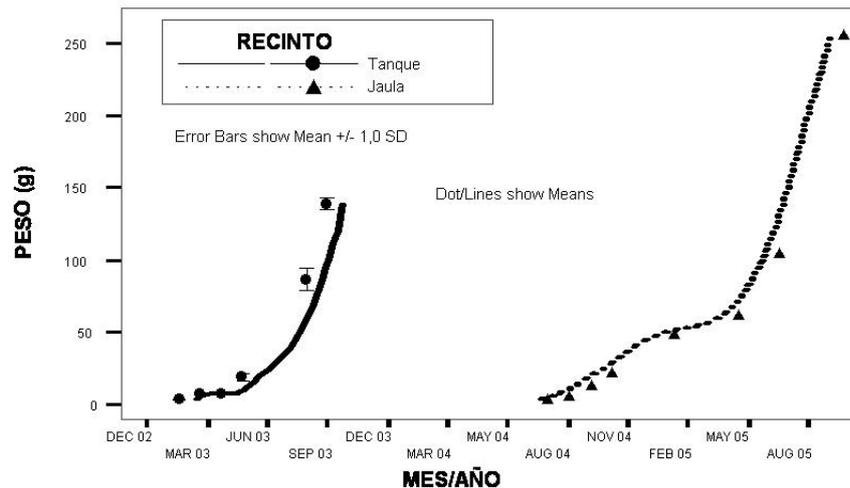


Figura 16.- Crecimiento comparado de hurtas en tanque y jaulas.

3.1.2.4. Análisis de calidad de peces y piensos.

Se han realizado periódicamente análisis bioquímicos (proteínas, grasas, ácidos grasos, cenizas, etc.) en muestras de tres especies de Espáridos (hurta, bocinegro y dorada), durante las experimentos de engorde en jaulas flotantes en mar abierto, así como la comparación con ejemplares salvajes capturados en la zona y la relación con los piensos suministrados a los peces cultivados.

Se observaron diferencias entre los ejemplares de distinto origen de las tres especies, especialmente en los perfiles de ácidos grasos, como consecuencia de los piensos utilizados durante el engorde, así como en los contenidos en grasa perivisceral y la proporción de lípidos totales en los hígados, siendo mayores en los ejemplares de cultivo.

Destaca el alto contenido en las especies de cultivo, del ácido linoléico (18:2n6), debido al alto porcentaje presente en los piensos, muy superior al existente en los ejemplares salvajes. Se observa asimismo menores proporciones del ácido araquidónico (AA, 20:4n6). Con relación a los ácidos grasos altamente poliinsaturados (HUFA) de mayor importancia (EPA y DHA, 20:5n3 y 22:6n3, respectivamente), si bien el porcentaje del EPA (eicosapentanoico) en el pienso es similar al existente en los salvajes, no lo es así en los cultivados, siendo menores, en tanto que el porcentaje de DHA (docosahexaenoico), muy inferior en el pienso, alcanza valores más altos en los ejemplares cultivados, aunque menores que en los salvajes.

Con relación al contenido de lípidos totales en los hígados, en los cultivados son del orden de 2,5 veces para hurta y bocinegro y 4 veces en dorada más que en los ejemplares salvajes. Finalmente, los contenidos en grasa perivisceral en los ejemplares cultivados variaron entre un 0,5 % (hurtas y pargos) y un 2 % (doradas).

Se llevó a cabo en cinco CC.AA. (Andalucía, Canarias, Galicia, Murcia y Valencia) un ejercicio de intercomparación de análisis bioquímicos en un pienso y en una harina de pescado, con el fin de intercalibrar los métodos utilizados por los distintos laboratorios que participamos en el Proyecto, en el que se determinaron proteínas, lípidos cenizas y ácidos grasos.

3.1.2.5. Análisis genético de los individuos durante el cultivo.

En esta actividad se ha realizado un estudio citogenético de los cromosomas de *Pagrus pagrus*, *Pagrus auriga* y sus híbridos. Para ello se han aplicado una serie de técnicas dirigidas a un mayor conocimiento cromosómico de ambas especies con vistas a identificar cromosomas o regiones cromosómicas que permitan diferenciar estas especies y sus híbridos (PAGURTA).

Para la obtención de preparaciones cromosómicas se ha partido de diferente material biológico. Para el estudio del bocinegro se ha usado un protocolo mediante el cual, tras un tratamiento con colchicina y choque hipotónico de larvas recién eclosionadas, se procede a la fijación de las mismas, posterior realización de las preparaciones. Y para el estudio de la hurta, se ha puesto a punto el cultivo de riñón cefálico, de ejemplares juveniles, en un medio de cultivo con colchicina y posterior choque hipotónico y fijación de los mismos, para finalmente llevar a cabo la realización de las preparaciones cromosómicas.

Una vez obtenidas las preparaciones de ambas especies, se ha procedido al estudio de la morfología y número de los cromosomas mediante la tinción de ácidos nucleicos con Giemsa. Se ha descrito por primera vez la existencia de una pareja de cromosomas submetacéntricos en ambas especies, siendo el resto de cromosomas acrocéntricos. Se han encontrado ciertas diferencias en el tamaño del brazo corto de la pareja submetacéntrica entre ambas especies, siendo ésta una característica de gran interés a la hora de determinar marcadores cromosómicos entre ambas especies.

Por otra parte, se ha usado una técnica de gran potencia y que ha revolucionado en los últimos años la citogenética, llamada Hibridación *in situ* de Fluorescencia (FISH). Esta técnica permite localizar la posición de secuencias concretas del ADN dentro de los cromosomas. Esto es de gran interés, ya que permite, mediante el uso de sondas de ADN específicas de especie -tanto por presencia o ausencia, como por localización de estas secuencias- caracterizar y diferenciar entre parejas de cromosomas idénticos en morfología y tamaño (muy común en los peces en general y los Espáridos en particular) así como diferenciar especies y sus híbridos mediante el uso de esta técnica. Una modificación de la técnica consiste en lo que se ha denominado FISH-doble, que consiste básicamente en localizar dos secuencias de ADN a la vez en los cromosomas mediante el uso de fluorocromos de diferente color. Las ventajas son evidentes ya que podremos localizar simultáneamente varias sondas de ADN a la vez, permitiendo ver su posición relativa en el genoma, y ver si se encuentran co-localizadas en un mismo cromosoma u ocupando diferentes posiciones en cromosomas no homólogos.

Para realizar llevar a cabo este estudio se han usado diferentes secuencias de ADN repetido: el microsatélite (GATA)_n, la secuencia telomérica típica de vertebrados (TTAGGG)_n y las familias de genes ribosómicos mayores (ADNr 18S-5.8S-28S) y menores (ADNr 5S). Estas últimas mediante FISH simples y dobles.

Los resultados han permitido descubrir que el microsatélite (GATA)_n se encuentra escasamente representado en el genoma del bocinegro y la hurta, siendo su presencia además dispersa por los

cromosomas. Las secuencias (TTAGGG)_n se han localizado en los extremos de los cromosomas, sin encontrar localizaciones internas que pudieran indicar o dar información sobre la posible fusión centromérica entre cromosomas a lo largo de la evolución. Las repeticiones del cluster formado por los genes ribosómicos mayores se han encontrado localizadas en una gran parte del brazo corto de la pareja submetacéntrica en ambas especies, aunque en urta este brazo presenta un menor tamaño, siendo el número de copias de esta familia ribosómica menor que en pargo, siendo por tanto de gran interés esta pareja cromosómica para la diferenciación de ambas especies. El gen ribosómico 5S se ha localizado en ambas especies en un cromosoma acrocéntrico, ocupando una posición subcentromérica en el mismo. Mediante el uso de la técnica de FISH-doble se ha confirmado que la posición de ambas familias ribosómicas (mayor y menor) es diferente en el genoma. La mayor en el cromosoma submetacéntrico y la menor en una pareja acrocéntrica.

Los resultados muestran la elevada sensibilidad y potencia del uso de las técnicas citogenéticas y en concreto la de FISH para la caracterización de cromosomas y su uso para la identificación de especies y sus híbridos a nivel cromosómico. El uso de otras secuencias de ADN como sondas para las hibridaciones y la búsqueda de marcadores cromosómicos mediante la técnica de Hibridación in situ de Fluorescencia abren todo un abanico de posibilidades en el estudio de los cromosomas del bocinegro, la hurta y sus híbridos.

3.1.3. Antecedentes sobre la biología y acuicultura de la hurta.

La hurta (*Pagrus auriga*) es un pez marino muy apreciado en Andalucía, donde se denomina como “urta”, y en Canarias, donde se denomina como “sama roquera”. Esta especie se caracteriza por tener un color rosa claro con 4 ó 5 bandas transversales de color rojo ladrillo (Figura 18), cuya talla normalmente se encuentra entre 20 y 30 cm de longitud estándar, pudiendo llegar hasta los 80 cm (Cárdenas. 1998a; tiene las dos primeras espinas dorsales muy pequeñas, mientras que las tercera a quinta son muy largas y filamentosas, disminuyendo con la edad.

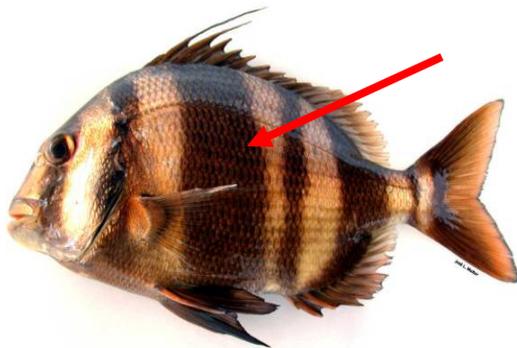


Figura 18.- Hembra de hurta con sus características bandas rojas.

Se encuentra en aguas costeras sobre fondos rocosos, hasta 170 m de profundidad. Los jóvenes se localizan más cerca de la costa. Es una especie que está en el Mediterráneo, ausente en el Mar Negro; Atlántico desde Portugal hasta Angola, Madeira e Canarias (Figura 19).

Su alimentación consiste fundamentalmente en crustáceos y moluscos, y secundariamente de equinodermos, lo que implica que normalmente se alimenta de especies bentónicas (Cárdenas, 1998b).

Cárdenas (1997) confirmó el hermafroditismo proterogino de esta especie en el litoral español, previamente mencionado por Alekseev (1983) en las costas de África. Además estableció que la inversión sexual ocurre en individuos entre 55 y 65 cm (3-5 kg) y que la maduración sexual en el medio natural empezaba en abril y se prolonga hasta agosto, momento en que comenzaba la puesta. El hermafroditismo proterogino de esta especie significa que cuando llegan a la pubertad (aproximadamente cuando alcanzan los 25 cm) poseen ovarios y testículos simultáneamente, pero maduran primero como hembras para revertir a machos cuando tienen entre 55 y 65 cm de longitud total.

Los trabajos sobre reproducción artificial comenzaron con aclimatación a la cautividad en el año 1998 de hurtas capturadas en el litoral de Cádiz (Cárdenas *et al.*, 2003). Desde 1999 a 2000 se realizó un seguimiento mensual de los niveles plasmáticos de hormonas esteroides gonadales mediante ELISA, en los que se determinaron niveles extremadamente bajos de 17- β -estradiol ($E_2 = 0,029 \pm 0,029 \text{ ng ml}^{-1}$) y niveles basales de testosterona ($T = 0,80 \pm 0,51 \text{ ng ml}^{-1}$), que denotaban, junto a otros datos histológicos, que el ciclo reproductivo de esta especie en cautividad no había avanzado de la forma esperada (Cárdenas, 2007b) en este primer intento de reproducción en cautividad.



Figura 19.- Distribución de la hurta en el mundo.

Por primera vez para esta especie, y a nivel mundial, se ha obtenido su reproducción en cautividad en el IFAPA Centro *El Toruño*, con puestas sucesivas desde agosto de 2002 hasta enero de 2003. La producción total se ha situado en los 5 millones de huevos, con puestas diarias de 80.000 huevos, de los cuales el 65 % estaban fecundados. Estos huevos, después de su incubación a una temperatura de 20-22 °C y salinidad de 37-39 gramos por litro, produjeron 2 millones de larvas. Esas larvas de hurta, con edad de 1 a 3 días, se estabularon en tanques para proceder a su cultivo larvario (Prieto, Cañavate y Cárdenas, 2003). Se utilizaron tres tipos de tanques disponibles en el criadero del CICEM "El Toruño" con volúmenes entre 400 y 7.000 litros. El régimen alimentario se inició con el uso de rotíferos (*Brachionus plicatilis*) hasta el día 22 de vida, y continuando con el suministro de nauplios de artemia (*Artemia spp.*), a partir del día 20 de edad. El crecimiento hasta los 30 días de edad fue de naturaleza exponencial, alcanzando las larvas un peso seco de 2,5 mg. Este valor corresponde a tasas de crecimiento, para condiciones similares de cultivo, del orden de tres veces superior a las registradas con larvas de dorada. Los alevines a los 50 días se adaptaron

perfectamente a la alimentación artificial a base de piensos secos, alcanzando entre 1,8 y 3,7 g de peso húmedo a los 2 meses.

BIBLIOGRAFÍA GENERADA Y CITADA

Publicaciones

1. Agirre E., García N. y Cárdenas S., 2007. Influencia de la temperatura de incubación en la supervivencia y el desarrollo de huevos y larvas de Hurta *Pagrus auriga* (Pisces: Sparidae) durante la primera semana de vida. Cuarto Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, CIVA 2006 (<http://www.civa2006.org>): 1267-1278. Internet. 6 de diciembre de 2006 a 15 de enero de 2007.
2. Cárdenas S., 2007a. Potencialidad de la crianza de hurta *Pagrus auriga* en Andalucía. *BioAndalucía*, Revista del Colegio Oficial de Biólogos de Andalucía, 8: 6-8. (<http://www.cobandalucia.org/boletines/REVISTA08biologos.zip>).
3. Cárdenas S., 2007b. El cultivo de la hurta *Pagrus auriga*. *For. Rec. Mar. Acuic. Rías Gallegas*, 9: 81-93.
3. Cárdenas S. y Calvo A., 2004. Reproducción en el mar y en cautividad del Pargo Común o Bocinegro, *Pagrus pagrus* (Pisces: Sparidae). En: Comunicaciones y foros de discusión del II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura (CIVA 2003). Páginas: 468-480. Universidad de Zaragoza, Zaragoza. Disponible: <http://www.civa2003.org>. ISBN: 84-609-0184-X.
4. Cárdenas S. y García N., 2006. Acuicultura de la Hurta (*Pagrus auriga* Valenciennes, 1843) y el Bocinegro (*Pagrus pagrus* Linnaeus, 1758) en Andalucía. pp: 337-377. En: Avances en la Investigación Pesquera y acuícola en el Ámbito del Estrecho de Gibraltar. JA. Hernando y JC. Manzano, Coordinadores. Centro de Información y Documentación del OPAM, Universidad de Cádiz. Puerto Real, Cádiz, España. 506 páginas.
5. Darias MJ., Murray HM., Martínez-Rodríguez G., Cárdenas S. y Yúfera M., 2005. Gene expression of pepsinogen during the larval development of red porgy (*Pagrus pagrus*). *Aquaculture*, 248: 245– 252.
6. Labella A., Vida M., Alonso MC., Infante C., Cárdenas S., López-Romalde S., Manchado M. y Borrego JJ., 2006. First isolation of *Photobacterium damsela* subsp. *damsela* from cultured redbanded seabream, *Pagrus auriga* Valenciennes, in Spain. *Journal of Fish Diseases*, 29, 175-179.
7. Manchado M., Ponce M., Asensio E., Infante C., De la Herrán R., Robles F., Garrido M., Ruiz-Rejón M. y Cárdenas, S., 2005. PAGURTA, híbrido interespecífico de *Pagrus pagrus* (L., 1758) (hembra) x *Pagrus auriga* Valenciennes, 1843 (macho): caracterización fenotípica y molecular. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 21: 219-224.
8. Moyano FJ., Barros MA., Prieto A., Cañavate JP. y Cárdenas S., 2005. Evaluación de la ontogenia de enzimas digestivas en larvas de hurta, *Pagrus auriga* (Pisces: Sparidae). *Revista Aquatic*, 22, 39-47. <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=187>.
9. Ponce M., Infante C., Catanese G., Cárdenas S. y Manchado M., 2004. Marcadores moleculares mitocondriales aplicados al cultivo en cautividad de hurta (*Pagrus auriga*). *REDVET*, Revista Electrónica de Veterinaria 2 (5). ISSN: 1695-7504. Disponible: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020204.html>.
10. Ponce M., Infante C., Catanese G., Cárdenas S. y Manchado M., 2004. Complete mitochondrial DNA nucleotide séquense of the redbanded seabream *Pagrus auriga*. En: Special Publication EAS 34: 663-664. European Aquaculture Society, Oostende, Bélgica. ISBN: 90-71625-18-4.
11. Ponce M., Infante C., Crespo A., Zuasti E., Pérez L., Funes V., Catanese G., Cárdenas S. y Manchado M., 2006. Characterization of microsatellite loci for the redbanded seabream, *Pagrus auriga* (Teleostei, Sparidae). *Molecular Ecology Notes*, 2, 527-529.

Comunicaciones a Congresos

1. Cañavate JP., Cárdenas S., Anguís V., Calvo A., Gil-Gómez J. y García N., 2005. Actividades de cultivo de lenguado (*Solea senegalensis*) y hurta (*Pagrus auriga*) llevadas a cabo en el CIFPA "El Toruño" para la diversificación en acuicultura. Comunicación en la III Jornada de Difusión del OPAM. Ayamonte (Huelva), 27 de Junio de 2005.
2. Cárdenas S., 2006a. Potencialidad de la crianza de la hurta *Pagrus auriga* (Pisces: Sparidae). En: III Jornadas de Acuicultura del Litoral Suratlántico. "Innovación en Acuicultura: Producción y Comercialización", Cartaya, Huelva, España. 21-22 de marzo de 2006. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, pp.: 81-95.
3. Cárdenas S., Manchado M. y Naranjo JM., 2006. The redbanded seabream *Pagrus auriga* (Pisces: Sparidae): a new promising species in aquaculture. *Aquaculture Europe 2006 / World Aquaculture 2006 "AQUA 2006"*, Florencia, Italia. 9-13 de mayo de 2006.

4. Cárdenas S., 2007c. Fish Farming Production in Andalusia (Spain). Aquaculture Europe 2007. European Aquaculture Society (Estambul, Turquía).
5. Cárdenas, S. y García N., 2007. Influencia de la temperatura del agua sobre la producción de huevos de hurta *Pagrus auriga* durante cinco otoños consecutivos (2002-06). Jornada de Divulgación y Transferencia de Resultados de Cooperación Transfronteriza Algarve-Andalucía para la Investigación y Promoción de Nuevos Productos Acuícolas. Hotel Porta Nova, Tavira, Algarve, Portugal. 28 de junio de 2007.
6. Cárdenas S., García N. y Casas F.J., 2005. Diversificación de especies en la acuicultura: atún rojo (*Thunnus thynnus*) y hurta (*Pagrus auriga*). Comunicación en la Jornada de Difusión del OPAM. Granada, 19 de abril de 2005.
7. Cárdenas S., Lozano I. y García N., 2005. Producción de huevos de bocinegro (*Pagrus pagrus*) y hurta (*Pagrus auriga*) en cautividad. En: Libro de Resúmenes del X Congreso Nacional de Acuicultura, Gandía (Valencia). Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, pp: 494-495.
8. Cárdenas S., Lozano I., Ortega J. y García N., 2005. Reproducción de bocinegro (*Pagrus pagrus*) y hurta (*Pagrus auriga*). Comunicación en las Jornadas de Divulgación y Transferencia de Resultados del Programa Interreg III-A de Cooperación Algarve-Andalucía en el Área de Investigación Pesquera y Acuícola. Ayamonte (Huelva), 28-29 de Junio de 2005.
9. Cárdenas S., Lozano I. y Plazuelo A., 2004. Manejo y cultivo de espáridos. En: I Jornadas Científico-Técnicas Andalucía-Marruecos. Facultad de Ciencias (UCA), Puerto Real, Cádiz, 4-5 marzo 2004.
10. Cárdenas S., Cañavate JP., Revilla E., Méndez J., Muñoz JL. y Naranjo JM., 2004. Recirculation Aquaculture Systems at CICEM "El Toruño". En: Avanced Course on "Recirculation Systems and Their Application in Aquaculture. IFREMER, Sète, Francia, 12-16 enero 2004.
11. Darias M.J., Murray HM., Martínez-Rodríguez G., Cárdenas S., Moyano FJ. y Yúfera M., 2004. Digestive acid protease activity and gene expression of pepsinogen during the larval development of red porgy. En: The Eleventh International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish. Phuket Island, Thailand, 2-7 mayo 2004.
12. García, B., Hernández MD., Cárdenas S., Muñoz JL., Rodríguez C., Carrasco J., Pastor E., Grau A., Ginés R., Hernández-Cruz CM., Estévez A., Bellot O., Rodríguez LM., Otero-Llovo, Martínez S. y Tomas A., 2007. Hábitos de consumo de pescado en ocho localidades costeras de España. XI Congreso Nacional de Acuicultura, Xunta de Galicia. Vigo, 24-28 de septiembre de 2007.
13. García, B., MD. Hernández, S. Cárdenas, JL. Muñoz, C. Rodríguez, J. Carrasco, E. Pastor, A. Gráu, R. Ginés, CM. Cruz, A. Estévez, O. Bellot, Rodríguez LM., Otero-Llovo, Martínez S. y Tomas A., 2007. Análisis sensorial de cinco especies de espáridos (besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo) en ocho localidades costeras españolas. XI Congreso Nacional de Acuicultura, Xunta de Galicia. Vigo, 24-28 de septiembre de 2007.
14. Gavaia P., Domínguez S., Cárdenas S., Cancela L. y Sarasquete C., 2005. Desarrollo esquelético de la hurta, *Pagrus auriga*, cultivada. En: Libro de Resúmenes del X Congreso Nacional de Acuicultura, Gandía (Valencia) 2005. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, páginas 384-385.
15. Labella A., Vida M., Alonso MC., Infante C., Cárdenas S., Borrego JJ. y Manchado M., 2004. Aislamiento de *Photobacterium damsela* subsp. *damsela* a partir de urtas cultivadas. En: V Reunión de Microbiología del Medio Acuático. Tarragona, 30 de septiembre a 2 de octubre de 2004.
16. Lacuisse M., Paul C., Makridis P., Conceicao L., Cárdenas S. y Dinis MT., 2004. Copepodes e micro-particulados como alternativa à *Artemia* spp. na producao larvar do pargo (*Pagrus pagrus*). En: Seminar on Aquaculture and New Species. CIMAR, Funchal, Madeira, Portugal, 12-15 septiembre 2004.
17. Lozano I., Plazuelo AM, Cañavate JP. y Cárdenas S., 2004. Crecimiento con alimento vivo e inerte de larvas de hurta, *Pagrus auriga* (Pisces: Sparidae). En: III Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura (CIVA 2004). Internet, 19 de noviembre a 19 de diciembre de 2004. Disponible en: <http://www.civa2004.org>.
18. Marengo J.L. y Martín N., 2005. Contenido en ácidos grasos en *Pagrus auriga*, *Pagrus pagrus*, *Sparus aurata* y *Plectorhinchus mediterraneus* cultivados en jaulas. Comparación con salvajes y su relación con el pienso utilizado. En: Libro de Resúmenes del X Congreso Nacional de Acuicultura, Gandía (Valencia). Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, páginas 40-41.
19. Mansilla O., Padilla F., Gil D. y Muñoz JL., 2005. Comparativa del engorde de del pargo *Pagrus pagrus* en jaulas. En: Libro de Resúmenes del X Congreso Nacional de Acuicultura, Gandía (Valencia). Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
20. Muñoz J.L., Benhamou Y., Lozano I., Padilla F. y Cárdenas S., 2005. Cultivo de juveniles de hurta *Pagrus auriga* (Pises: Sparidae) entre 4 y 9 meses de edad. En: Libro de Resúmenes del X Congreso Nacional de Acuicultura, Gandía (Valencia). Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, páginas 400-405.
21. Muñoz JL., y Cárdenas S., 2007. Repoblación de hurtas (*Pagrus Auriga Valenciennes*, 1843) cultivadas en el Golfo de Cádiz. XI Congreso Nacional de Acuicultura, Xunta de Galicia. Vigo, 24-28 de septiembre de 2007.

22. Muñoz JL., Mansilla O., Padilla FJ., Cárdenas C., Vilaplana F. y Cárdenas S., 2007. Malformaciones esqueléticas de la hurta (*Pagrus auriga* Valenciennes, 1843). X Foro de los Recursos Marinos y de la Acuicultura de las Rías Gallegas y I Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y de la Acuicultura, O Grove, Pontevedra, España. 10-11 de octubre de 2007.
23. Padilla F., Muñoz JL. y Cárdenas S., 2005. Engorde de hurta *Pagrus auriga* en jaulas. En: Libro de Resúmenes del X Congreso Nacional de Acuicultura, Gandía (Valencia). Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, páginas 360-361.
24. Sánchez-Amaya MI., Ortiz-Delgado JB., Cárdenas S. y Sarasquete C., 2005. Organogénesis larvaria de la hurta, *Pagrus auriga*: aproximación histológica e histoquímica del tracto digestivo. En: Libro de Resúmenes del X Congreso Nacional de Acuicultura, Gandía (Valencia). Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, páginas 426-427.

Cursos

1. Cárdenas S., 2005a. Reproduction of marine fishes and crustaceans. II Advanced Seminar on Aquaculture. IFAPA y Agencia Española de Cooperación Internacional (MAE). CIFAP "El Toruño, El Puerto de Santa María, November 14th – 25th, 2005.
2. Cárdenas S., 2005b. Especies con potencial interés en acuicultura: hurta (*Pagrus auriga*). VII Curso de Invierno de la Universidad de Cádiz, Chiclana de la Frontera (Cádiz), 21-23 de noviembre de 2005.
3. Cárdenas S., 2005c. Potencialidad del cultivo de nuevas especies de espáridos en acuicultura: hurta *Pagrus auriga*, bocinegro *Pagrus pagrus* y corvina *Argyrosomus regius*. X Curso sobre Avances en Acuicultura y Calidad Ambiental, Puerto Real (Cádiz), 12-16 de diciembre de 2005.
4. Cárdenas S., 2006b. Fish farming production systems in Andalusia. Advanced Seminar on Fisheries and Aquaculture Developmet. IFAPA y Agencia Española de Cooperación Internacional (MAE). IFAPA, Centro de Huelva, Huelva, 30 de octubre a 10 de noviembre de 2006.
5. Cárdenas S., 2006c. Crianza experimental de la hurta (*Pagrus auriga*). VIII Curso de Invierno de la Universidad de Cádiz, Chiclana de la Frontera (Cádiz), 20-22 de noviembre de 2006.
6. Cárdenas S., 2006d. Cría, explotación y comercialización de nuevas especies den acuicultura. XI Curso de Avances en Acuicultura y Calidad Ambiental, ICMAN, Puerto Real (Cádiz), 29 de noviembre –1 de diciembre de 2006.
7. Siguero I. 2006. Influencia de la temperatura, el defase en la alimentación con *Artemia* y su enriquecimiento sobre el crecimiento de larvas de hurta, *Pagrus auriga* (Valenciennes, 1843), en cultivo. Tesina. Máster Internacional Universitario en Acuicultura. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, España. 83 pp.

BIBLOGRAFÍA CITADA

- Alekseev, F.E. 1983. Hermaphroditism in porgies (Perciformes, Sparidae). 2. Sexual structure of the populations, mechanism of its formation and evolution in scups, *Pagrus pagrus*, *P. orphus*, *P. ehrenbergi*, and *P. auriga*. *J. Ichthyol.*, 23(2):61-73.
- Cárdenas S., 1997. Reproducción de la hurta, *Pagrus auriga* (Valenciennes, 1843), en el Golfo de Cádiz. En: Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura. Cartagena, Murcia, España. Universidad de Murcia y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Cárdenas S., 1998a. Biometría del pargo (*Pagrus pagrus*) y la hurta (*Pagrus auriga*) en el Golfo de Cádiz. En: La Pesca Artesanal en el Puerto Pesquero de Conil. JM. Pérez, S. Cárdenas y JL. Muñoz. CICESM El Toruño, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, El Puerto de Santa María. 238 páginas.
- Cárdenas S., 1998b. Alimentación de la breca (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758), pargo (*Pagrus pagrus* Linnaeus, 1758), salmonete de roca (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) y hurta (*Pagrus auriga* Valenciennes, 1843) en el Golfo de Cádiz. En: Resumos do X Simpósio Ibérico de Estudos de Bentos Marinho. Praia do Carvoeiro, Algarve, Portugal. Instituto do Mar (ed.), Universidade de Coimbra, Portugal., pp: 51.
- Cárdenas S. Cañavate J. P., Sánchez-Lamadrid A. y Naranjo J. M., 2003. Domesticación de la hurta (*Pagrus auriga*). En: Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, España). Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Prieto A., Cañavate JP. y Cárdenas S., 2003. Crecimiento de larvas de hurta (*Pagrus auriga*). En: Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, España). Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla.

ANEXO 1

FICHA TÉCNICA DE SEGUIMIENTO PARA EL CULTIVO DE LARVAS DE PARGOS (BOCINEGRO Y HURTA) PROCEDENTES DEL IFAPA CENTRO *EL TORUÑO*

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa	
Fecha de suministro	
Nº de huevos	
Nº de larvas después de la eclosión	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CULTIVO LARVARIO

Volumen del tanque/s	
Color de la pared interna del tanque	
Densidad inicial de larvas por tanque (nº larvas/l)	
Temperatura (°C)	
Iluminación (lux)	
Fotoperíodo	
Tipo de agua	
Observaciones:	

ALIMENTO UTILIZADO

Especie (s) de fitoplancton en el tanque larvario	
Rotífero	Desde día / / a día / /
Tipo de enriquecedor para rotífero	
Artemia	Desde día / / a día / /
Tipo de enriquecedor para artemia	
Pienso usado:	Desde día / / a día / /
Observaciones:	

SEGUIMIENTO DEL CULTIVO LARVARIO POR TIPO DE TANQUE

TIPO DE TANQUE:

Fecha	Edad	Dosis de alimento				Luz (horas/día)	Nº individuos remitidos (a)
		Alga (*10 ⁶ cel/ml)	Rotífero (rot/ml)	Artemia (n/ml)	Pienso (mg/ml)		
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						200
	11						
	12						
	13						
	14						100
	15						
	16						100
	17						
	18						100
	19						
	20						
	21						
	22						
	23						
	24						
	25						100

Supervivencia (nº de larvas) estimada a día 25:

- (a) Larvas de pargos fijadas en formol 4% tamponado a pH 7,00

SEGUIMIENTO DEL CULTIVO EN EL DESTETE

Densidad Inicial (indiv/m²):
Volumen de cultivo:
Tipo de pienso usado:

Iluminación:

Tipo de tanque:
Fotoperíodo:

Fecha	Edad	Dosis de alimento		Nº de individuos remitidos (a)	Mortalidad observada u otra incidencia
		Artemia (n/ml)	Pienso (mg/ml)		
	26				
	27				
	28				
	29				
	30			50	
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
	40			50	
	41				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				
	48				
	49				
	50			50	

(a) Larvas / alevines de pargos fijadas en formol 4% tamponado a pH 7,00

ANEXO 2
FICHA TÉCNICA DE SEGUIMIENTO PARA EL CULTIVO DE ALEVINES DE PARGOS (BOCINEGRO Y HURTA) PROCEDENTES DEL IFAPA CENTRO EL TORUÑO

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa	
Fecha de suministro	
Nº de alevines	

SEGUIMIENTO DEL CULTIVO EN EL PREENGORDE

Densidad Inicial (indiv/m²):

Volumen de cultivo:

Tipo de pienso usado:

Iluminación:

Tipo de tanque:

Fotoperíodo:

Fecha	Edad	Pienso (mg/ml)	Nº individuos remitidos (a)	Mortalidad observada u otra incidencia
	51			
	52			
	53			
	54			
	55			
	56			
	57			
	58			
	59			
	60		50	
	61			
	62			
	63			
	64			
	65			
	66			
	67			
	68			
	69			
	70		50	
	71			
	72			
	73			
	74			
	75			
	76			
	77			
	78			
	79			
	80		50	

(a) Alevines de pargos fijados en formol 4% tamponado a pH 7,00

3. ACTIVIDADES POR EQUIPOS.

3.2. Comunidad Autónoma de Asturias. Universidad de Oviedo (UO) Centro de Experimentación Pesquera (CEP).

“Aplicación de marcadores genéticos en la mejora de la producción de dentón (*Dentex dentex*), sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) y besugo (*Pagellus bogaraveo*).

La utilización de procedimientos genéticos en especies acuícolas cultivadas es muy reciente y está restringida a pocas especies. Al igual que está ocurriendo en otras especies animales y vegetales domesticadas, la importancia y el interés en la utilización de estas técnicas, para aumentar los rendimientos en las explotaciones comerciales se hace más patente a medida que los conocimientos en las condiciones de cultivo (reproducción, alimentación, sanidad, etc.) y el grado de control que es posible ejercer a lo largo del proceso productivo va incrementándose (Gjedrem,1992; Gjerde, 1993).

El manejo adecuado de un lote de reproductores comienza en su fase de creación. En acuicultura el diseño del stock de reproductores que se utilizarán en el cultivo es un proceso difícil y caro. Desde un punto de vista genético, este es un punto crucial pues en el momento de su constitución se determinará la cantidad máxima de variación genética que se tendrá disponible para los posibles programas de mejora que se pretendan establecer, y también en ese momento se origina un grado de mínimo endogamia (debido al parentesco existente entre los individuos elegidos) que se incrementará con el paso de las generaciones. Así, el tamaño efectivo (N_e) (que no el censal) del stock condiciona el éxito ya que el llamado “efecto fundador” es la causa más frecuente de la endogamia y la deriva genética y la presencia de individuos con alto grado de parentesco en lotes de reproductores en peces suele ser muy habitual debido a la gran fecundidad propia de estos organismos por lo que de una sola pareja pueden obtenerse muchos descendientes y seleccionar como futuros reproductores individuos procedentes de una sola puesta.

Actualmente, existen diferentes métodos que nos permiten analizar la variación genética mediante análisis directo de la variación del ADN tanto nuclear como mitocondrial (RFLP’s; AFLP’s, minisatélites, microsatélites, etc.) siendo los microsatélites los marcadores que actualmente se presentan como más prometedores para su aplicación en acuicultura (Beaumont y Hoare , 2003; Dear, 1997; Hadrys et al., 1992, Borrel y col. 2002a y b, 2007). Los microsatélites, son cortas secuencias de ADN (en general no mayores de 200- 300 pares de bases) compuestos por repeticiones en tandem de 2 a 5 nucleótidos). Son altamente abundantes (entre 103 y 105 copias) y están distribuidos al azar en el genoma de todas las especies eucariotas estudiadas hasta el momento. Cada locus microsatélites esta flanqueado por secuencias únicas a partir de las cuales se pueden diseñar iniciadores específicos que permiten amplificar por medio de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) cada locus específico (Beaumont y Hoare , 2003; Bentzen et al.1991). Los microsatélites tienen una serie de características que los hacen particularmente útiles como marcadores genéticos, pues además de su abundancia, presentan altos niveles de variación alélica, son marcadores con herencia mendeliana codominante, la obtención de la muestra necesaria para realizar los análisis puede hacerse sin perjuicio para el espécimen, realizando pequeñas biopsias de músculo, toma de escamas e incluso de pelos y heces (Ward y Grewe, 1995, Constable y col., 2001) y la conservación de las muestras es sencilla, pudiendo mantenerse en etanol a temperatura ambiente, y por último, estos marcadores son fácilmente amplificables mediante PCR.

Todo esto los hace especialmente útiles en el esclarecimiento de sistemas de apareamiento de diferentes especies (Nesje y col. ,2000; Kimwele y Graves ,2003) y en análisis y reconstrucción de pedigríes, establecimiento de relaciones de parentesco entre individuos de origen desconocido, etc. (Bentzen,P. et al.1991).

Por todo lo anterior, parece obvio que es importante ir avanzando en la vía de la identificación genética más completa posible tanto de las especies que ya se cultivan como de aquellas susceptibles a corto plazo de ser cultivadas, caracterizando a todos los niveles primero los stocks iniciales para más tarde compararlos con aquellos que obtengamos con alguna ventaja productiva, de forma que no se retrasen las ventajas que de la aplicación de métodos genéticos puedan obtenerse.

El objeto fundamental de este sub-proyecto es evaluar la aplicación de marcadores genéticos microsatélites para mejorar de la producción de alguna de las especies que se analizarán, para otros aspectos, dentro del proyecto general. Para cumplir estos objetivos un paso previo es la selección de los marcadores genéticos adecuados. Como ya se indicó, se han utilizado marcadores microsatélites para estos estudios, pues actualmente se presentan como los más prometedores para su aplicación en el manejo y mejora de stock cultivados en acuicultura así como para la descripción y conocimiento de la estructura genética de poblaciones naturales cara a su manejo y conservación (Beaumont y Hoare , 2003; Estoup y Angers 1998). Aunque normalmente son marcadores especie específicos, también tiene la ventaja de que las regiones flanqueantes, suelen estar conservados entre especies próximas por lo que para analizar nuevas especies no tienen por que identificarse y desarrollarse marcadores específicos, lo cual es laborioso y costoso, si no que pueden adecuarse marcadores ya descritos en otras (cross-amplification).

3.2.1. Elección y optimización de Loci microsatélite.

Inicialmente se disponía de una minilibrería génica de besugo en la que ya habían sido identificados 15 marcadores microsatélites los cuales estaban ya siendo utilizados para caracterizar diferentes muestras y stock, así como para la asignación de paternidades, en dicha especie. (Álvarez y col.2005, Bernardo y col.2004; Piñera y col, 2006). Además de esos se procedió a seleccionar otros 6 marcadores procedentes de dentón, *Dentex dentex* (4) y sargo, *Diplodus sargus* (2) (De la Herrán y col. 2005).

A partir de estos 21 marcadores se procedió a optimizar y adecuar sus condiciones de amplificación 7 especies de espáridos (besugo, dentón, sargo picudo, dorada, lubina y breca) mostrándose en la Tabla 1 los resultados obtenidos.

Tabla 1.- Relación de loci analizados en 6 especies de espáridos, indicando el nivel de polimorfismo (heterocigosidad observada) y el número de alelos (entre paréntesis) detectado para distintos loci en los que se lograron amplificaciones positivas (N. Indica los loci que no se lograron amplificar en las especies correspondiente) .

Loci	<i>P.bogaraveo</i> besugo	<i>D.puntazzo</i> Sargo picudo	<i>D. dentex</i> dentón	<i>D.labrax</i> lubina	<i>S.aurata</i> dorada	<i>P.erythrinus</i> breca
PbOviD102	0.85 (2)	0.91 (16)	0.76 (7)	0 (1)	0.89 (16)	0.93 (21)
PbOviB2	0.88(14)	0 (1)	0.58 (9)	0.10 (2)	0.59 (6)	N
PbOviA5	0.90 (19)	N	N	0.05 (2)	0.2 (4)	N
PbOviA3	0.88 (15)	0.85 (13)	N	N	0.51 (4)	N
PbOviD106	0.75 (7)	0.88 (14)	N	N	0.79 (10)	N
PbOviD108	0.45 (4)	N	N	N	0.04 (2)	N
PbOviD22	0.83 (12)	N	N	N	0.63 (7)	N
PbOviC103	0.76 (8)	0.26 (6)	N	N	0,14 (3)	N
PbOviD101	0,84 (11)	N	N	0,22 (4)	N	N
PbOviD114	0.77 (9)	0.86 (12)	N	N	N	N
PbOviD20	0.81 (9)	N	N	N	N	N
PbOviD21	0.82 (10)	N	N	N	N	N
PbOviC109	0,78(8)	N	N	0.68 (5)	N	N
PbOviD23	0(1)	N	N	0 (1)	N	N
PbOviD110	0(1)	0 (1)	0(1)	0(1)	0(1)	N

Dxd16	N	0,75(7)	0,87(10)	0,68 (9)	0,32 (7)	N
Dxd44	0,911(24)	0,87 (7)	0,89(14)	0,89 (16)	0,91(24)	0 (1)
Dxd29	0,855(11)	N	0,83(14)	0,59 (6)	0(1)	N
Ds33	0(1)	0,32 (2)	0,51(6)	0,2 (4)	0,85(11)	N
Ds24	0,75 (6)	0,40 (4)	0,51(3)	0,51 (4)	0,55(3)	N
Dxd11	N	0,60 (11)	0,85(139)	0,81(10)	N	N
N	19 (16)	12 (10)	8 (7)	12 (9)	14 (12)	2(1)
N= número de loci que amplifican en cada especies y entre paréntesis los que presentan polimorfismo						

Como era de esperar, la mayoría de los marcadores son amplificables en la especie a partir de la que se aislaron las secuencias, mientras que en el resto de las especies, el porcentaje de marcadores utilizables es muy variable. En el besugo, fue en la especie en la que más marcadores amplificaron, lo cual no es de extrañar pues 15 de los marcadores fueron aislados de esa especie. A continuación, la dorada, la lubina y el denton, son las especies en la que más marcadores se han podido ajustar (12-14), quedando el denton en una posición intermedia (8 marcadores amplificables), mientras que en la breca solo 2 de los 21 marcadores muestran amplificaciones. Ante estos resultados parece las secuencias flanqueantes de los marcadores presentan un grado de conservación mucho menor en la breca (*P. erythrinus*) que en el resto de las especies analizadas,, mientras que entre el besugo, el denton, la lubina y la dorada se conservan mayores homología. Estos resultados estarían en consonancia con los obtenidos en estudios de filogenias de las especies de la familia de los espáridos, en los que, utilizando secuencias de regiones mitocondriales o variaciones en regiones nucleares minisatélites, se pone de manifiesto que en una de las ramas evolutivas se incluirían el besugo, el denton, la lubina y la dorada mientras que el denton y la breca se agruparían en una rama diferente (Richard y Thorpe, 2001, Dela Herrán y col. 2006).

Para conocer los niveles de variabilidad de los marcadores optimizados, se procedió al análisis de una muestra de entre 15 y 30 individuos de cada especie. En la Tabla 1 se muestran los resultados del nivel de polimorfismo (Heterocigosidad observada) y el número de alelos (entre paréntesis) detectado para distintos loci en las distintas especies analizadas. Como se puede observar, los niveles de heterocigosidad de todos los loci son generalmente altos (mayores de 0,6 en el 70% de los cosas) , presentándose en ellos un número medio de 7,23 alelos por loci. En el caso de las especies probadas y que son objeto de estudio en este proyecto (besugo, dentón y sargo picudo), los resultados obtenidos indican que se dispone de una batería de marcadores, de 7 a 16 según la especie, que pueden utilizarse para controles genéticos de los stock que se mantienen en cultivo, pues mediante modelos de simulación (Piñera y col. 2004), hemos estimado que para tener un grado de certeza del 95% tanto en la asignación de paternidades como en el establecimiento de relaciones de parentesco, son necesarios de 6 a 11 loci marcadores. En este caso concreto hemos seleccionado 12 marcadores para los estudios en besugo (*P. bogaraveo*, Pb-OVI-A3; Pb-OVI-B2; Pb-OVI-D20; Pb-OVI-C103; Pb-OVI-D21; Pb-OVI-D101; Pb-OVI-D108; Pb-OVI-D102; Pb-OVI-D22; Pb-OVI-D114; Pb-OVI-D106; Pb-OVI-A5), que ya están siendo empleados en análisis en esta especie, (Piñera y col.2007); 7 para el denton (*Dentex dentex*, Dxd-16; Dxd-44; Dxd-29; Dxd-33; Dxd-24; Dxd-11 y Pb-Ovi-D102) y 7 para el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*; ; Dxd-16; Dxd-44, Dxd-11 , Pb-Ovi-A3, Pb-Ovi-D106, Pb-Ovi-C103 y Pb-Ovi-D102).

No obstante, la eficiencia de estos marcadores para los estudios previstos debe ser comprobada en cada lote de reproductores en particular pues su eficacia es función de los niveles de variabilidad (PIC) que presenten, los cuales son propios y característicos de cada stock, por lo que en muchos casos un grupo de marcadores que se muestre muy eficaz en un lote concreto puede no serlo en otro.

3.2.2. Utilización de los marcadores microsatélites en la gestión de stock de cultivo.

3.2.2.1. Utilización de la variabilidad de los loci microsatélites en la estimación de relaciones de parentesco.

Como ya se indicó anteriormente, uno de los objetivos planteado en este proyecto es diseñar una metodología que permita utilizar la variabilidad de los marcadores moleculares utilizados (loci microsatélites) para determinar el grado de parentesco entre individuos de origen desconocido y como esta información se puede utilizar para la creación de lotes de reproductores en los que se garantice el menor nivel de endogamia.

Tanto en acuicultura como en otras especies animales o vegetales, la creación del lote de reproductores inicial es un punto crucial marca la máxima variabilidad genética disponible para los programas de mejor que se quieran implantar y fija un nivel de endogamia (que es la causa más frecuente de los fracasos observados en especies bajo cultivo) la cual se incrementará a lo largo de las generaciones por el manejo realizado sobre esos lotes, por lo que una de las primeras decisiones a tomar cuando se inicia un nuevo lote de reproductores es que entre los individuos seleccionados existan las menores relaciones de parentesco (endogamia) posibles.

En el caso de la acuicultura, cuando se pretende crea un nuevo lote de reproductores se parte de un número de individuos mayor del necesario, para poder, una vez adaptados a las condiciones de la estación de cultivo y/o alcancen la edad reproductora, seleccionar aquellos que presenten una mejor apariencia fenotípica (sin deformidades, buena apariencia y tasa de crecimiento,...) y con ellos crear el stock de reproductores. Si los individuos a partir de los que se crea ese stock proceden de capturas en el medio natural, existe una baja probabilidad de que los individuos estén emparentados. Sin embargo, en acuicultura es habitual que cuando se proceda a crear un nuevo lote de reproductores, o a la reposición de los reproductores existentes, los nuevos individuos procedan de otros centros distintos donde se está cultivando la especie, asumiendo que dada la alta fecundidad de los peces y al tener diferentes orígenes existe una menor probabilidad de que los individuos estén emparentados y por tanto que en ese lote base se parta de un bajo nivel de endogamia. Esta asunción no tiene por que cumplirse exactamente pues en muchos casos todos los individuos pueden proceder de pocos reproductores y por tanto tener entre ellos altos niveles de parentesco, situación que también se puede producir cuando para proceder a la sustitución de reproductores se recurre a descendientes obtenidos en el propio centro sin que se tenga ningún control previo y se asuma que todos los antiguos reproductores contribuyen por igual a las descendencias obtenidas.

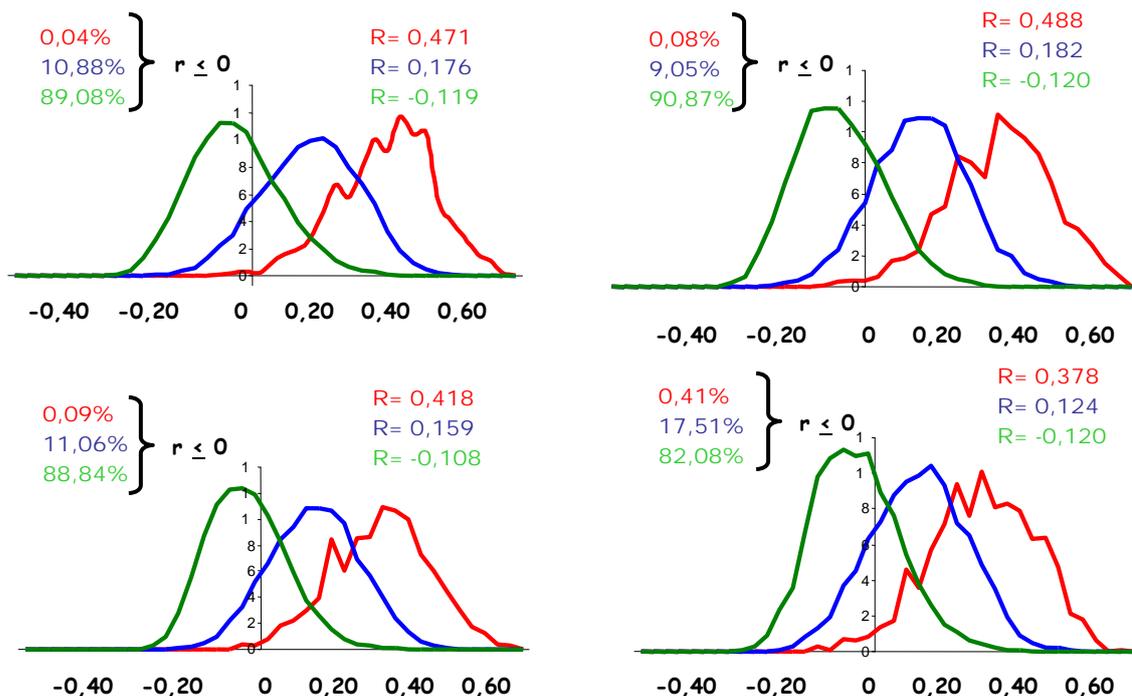
Así pues cuando se dispone de un lote de individuos sin pedigrí conocido es necesario evaluar la similitud genética de los individuos que conforman el lote. Existen varios coeficientes diseñados para estimar el grado de parentesco entre dos individuos, y en nuestro caso hemos utilizados el índice r de Queller and Goodnight (1989). Estos índices se basan en que, de forma teórica, se espera que dos individuos hermanos compartan, como media, el 50% de sus genes, mientras que los individuos medios hermanos (comparten un solo parental) compartirían el 25% de sus genes y dos individuos no emparentados no compartirían ningún gen; de tal forma que si al comparar dos individuos cualesquiera se estima un coeficiente de correlación genética de 0,5 se podría concluir que ambos individuos son hermanos. Estas relaciones teóricas son confirmadas mediante estudios entre individuos donde sus relaciones de parentesco son conocidas, sin embargo, deben ser corroboradas en los propios lotes pues su fiabilidad depende mucho de la variabilidad de los marcadores utilizados y del propio stock.

Para comprobar la eficacia de los marcadores seleccionados en los distintos lotes de reproductores se procedió a genotipar a los individuos de los distintos lotes de reproductores. Una vez conocidos estos se utilizó la rutina ProbmaxG, incluida en el programa Probmax (Danzmann, 1997), para generar, mediante procesos de simulación, descendencias virtuales realizando todos los cruzamientos posibles entre los reproductores, asumiendo el sexo asignado a cada uno. En el caso de los lotes de reproductores de besugo,

desconocerse en ese momento el sexo de cada uno de los individuos se procedió a generar las descendencias “virtuales” se asumió que el 50% de ellos (tomados al azar) eran machos y el otro 50% hembras.

A continuación se procedió a realizar todos los cruzamientos posibles y obtener 500 descendientes de cada uno de ellos. Una vez generados esos descendientes virtuales (y de los que se conocen sus relaciones de parentesco), se procedió a estimar los coeficientes de correlación genética (r) entre ellos hemos para comprobar que niveles de variación presenta este índice en grupos de individuos con distinto grado de parentesco, pero conocido (hermanos, medios hermanos o no emparentados, asumiendo que los reproductores que les dan origen no tienen entre ellos ninguna relación de parentesco). En la Figura siguiente (Figura 1) se representan algunos de los resultados obtenidos en estos análisis.

FIGURA 1.- Distribución de los valores del coeficiente r entre individuos “virtuales” con relaciones de parentesco conocidas (HC= hermanos completos ; MH = medios hermanos; NE= individuos no emparentados)



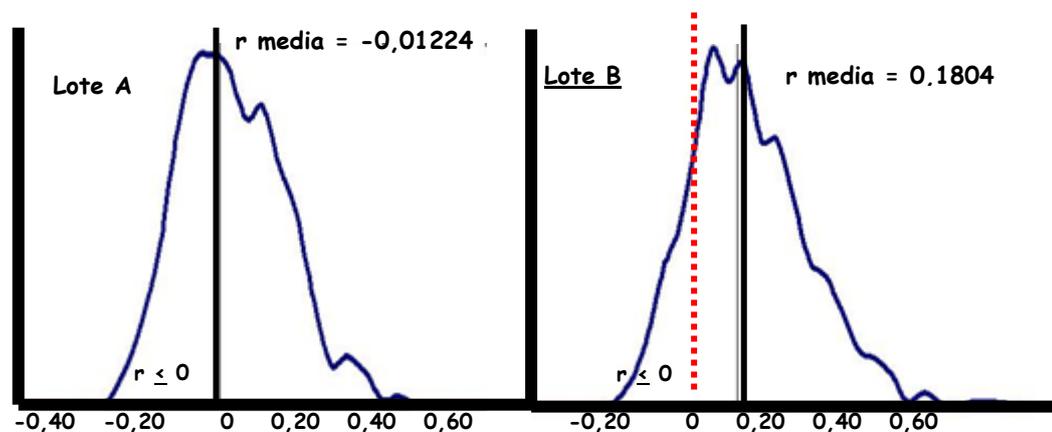
Como se puede comprobar por los resultados presentados en la Figura 1, no todos los individuos con el mismo grado de parentesco muestran el mismo valor de r , pero dentro de cada clase, los valores medios se ajustan a lo esperado, así, en cualquiera de los 4 casos mostrados, se puede observar como el valor medio de r cuando se comparan individuos hermanos completos varía entre 0,48 y 0,55 (r medio esperado =0,5), entre 0,18 y 0,20 en la clase medios hermanos (r esperado = 0,25) y entre -0,12 y -0,14 en la clase de individuos no emparentados (r medio esperado =0); es decir los valores de r medios observados se ajustan a los esperados.

También se puede observar en la Figura 1, que pueden obtenerse valores de $r < 0$ al comparar individuos con cualquier grado de parentesco (NE, HC o MH), pero también se puede comprobar que entre

un 89 y un 93% de las comparaciones donde se obtienen valores de $r=0$ estas se corresponde con comparaciones entre individuos no emparentados, lo que garantiza que si al comparar dos individuos de origen desconocido obtenemos un valor de $r < 0$ podemos presuponer, con un alto grado de seguridad, que se trata de dos individuos no emparentados., lo que demuestra que estos marcadores pueden tener una gran utilidad cuando se necesite conocer el grado de parentesco entre individuos de origen desconocido que procedan de este lote de reproductores que se analizarán.

Una vez estimadas las correlaciones entre los pares de individuos que compongan el lote analizado, dispondremos de una tabla del tipo a la que se muestra en la Tabla 2 donde se reflejan los valores de correlación genética entre 16 machos y 16 hembras que componen un lote de reproductores de besugo. En ella se puede observar que dentro del lote las relaciones de parentesco entre los distintos individuos son complejas. Como se puede observar en la Tabla 2 de los 136 cruzamientos posible, 14 (10%) se producirían entre individuos con alto grado de parentesco y 89 (66%) entre individuos no emparentados. Esta información es de interés sobre todo en aquellas especies en las que se pueden manipular los reproductores para la realización de cruzamientos dirigidos, tal como ocurre en salmón, trucha y rodaballo, por ejemplo, pues en ese caso se podrían seleccionar los cruzamientos a realizar impidiendo aquellos que implicasen el cruzamiento entre reproductores emparentados lo que evitaría la generación de un elevado nivel de endogamia. Sin embargo una idea más “global” de las relaciones de parentesco entre el conjunto de reproductores, se puede obtener si se representan esos valores y se estima un valor medio de correlación entre todos los pares de reproductores como se representa en la siguiente figura (Figura 2).

FIGURA 2,- Distribución de las valores de r en la comparación de individuos de dos lotes de reproductores de besugo (*Pagellus bogaraveo*)



Como se puede observar, los dos lotes muestran situaciones distintas; mientras que en el lote A la distribución de los valores de r y su valor medio ($r = -0,01224$) se ajustaría a la esperada en la comparación entre individuos no emparentados, en el lote B los valores medios se ajustan a los esperados en la comparación entre individuos medios hermanos. Ahora bien, mediante la utilización de algunos paquetes estadísticos desarrollados al efecto, podemos reconstruir una “genealogía” para el conjunto de los individuos que componen el stock. En este caso hemos utilizado el programa Colony (Wang, 2004) para, a partir de los coeficiente r estimados entre pares de individuos agruparlos en familias de hermanos completos que incluyan todas aquellas familias de medio-hermanos tal y como se representa en la Figura 3.

TABLA 2.-Valores del coeficiente de correlación genética r en la comparación de individuos de un lote de reproductores de besugo (*Pagellus boquaveo*)

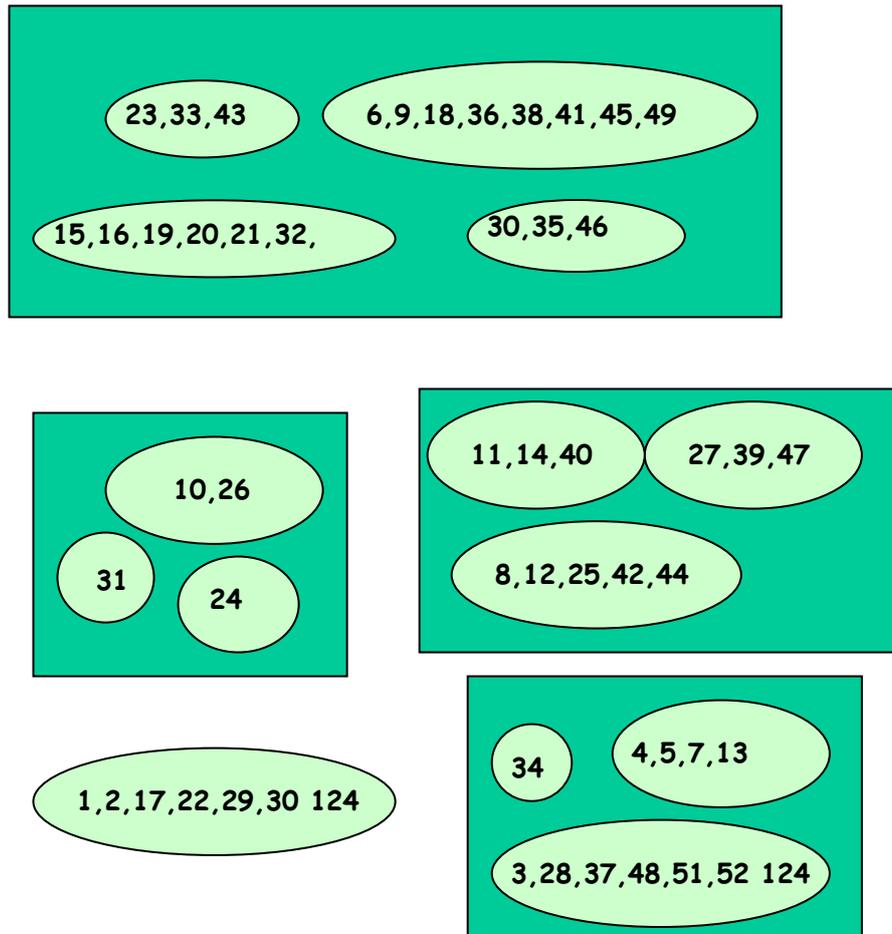
En **verde** se señalan los valores de r de 0,05 o menores que indicarían que los dos individuos comparados no están emparentados.

En **azul** se señalan los valores de r comprendidos entre 0,05 y 0,18 que indicarían que los dos individuos comparados presentan relaciones de parentesco próximas a medios hermanos.

En **rojo** se señalan los valores de r mayores de 0,18 que indicarían que los dos individuos comparados presentan relaciones de parentesco superiores a medios hermanos

ID	1	3	4	11	15	16	21	30	38	44	47	48	54	58	60	61
3	0,2154 *															
4	-0,2067	-0,1610 *														
11	-0,0493	-0,2734	0,1201 *													
15	0,2070	-0,0283	-0,0825	-0,0279 *												
16	0,0489	-0,1210	-0,0359	-0,0781	-0,1322 *											
21	0,1081	-0,0447	0,1574	-0,1700	0,0547	0,0561 *										
30	-0,0592	0,1804	-0,0354	-0,0248	0,0152	-0,0876	0,0696 *									
38	0,0325	-0,1037	0,0416	-0,1706	-0,0627	0,1520	0,1060	-0,0028 *								
44	-0,0685	-0,0351	0,3369	0,1289	0,0040	0,4489	0,2319	-0,1544	-0,1281 *							
47	-0,0870	-0,0508	0,0857	-0,1085	-0,1130	-0,0099	-0,0240	-0,1177	0,0829	0,1975 *						
48	-0,1754	-0,2326	0,0240	0,0448	0,1344	0,1899	-0,1120	-0,0850	-0,0541	-0,0368	-0,1135 *					
54	-0,0419	0,0906	0,1254	0,1040	-0,1248	0,0307	-0,0370	-0,1308	-0,2785	0,2971	-0,1010	0,0529 *				
58	-0,0717	-0,2368	-0,0947	0,0715	0,1518	-0,1479	-0,0088	-0,1023	0,0391	0,1551	0,0879	-0,2122	0,2493 *			
60	-0,0555	-0,2914	0,1241	0,2815	0,1857	0,1324	0,0810	0,0322	0,0665	0,0172	-0,0588	0,1099	-0,0712	0,0148 *		
61	-0,1482	-0,1022	0,0935	0,0075	-0,0612	-0,0598	-0,0207	-0,1197	-0,0296	0,0989	0,0838	0,0727	-0,0432	0,0967	0,0056 *	
63	-0,1612	-0,1131	0,0338	0,1152	-0,1257	0,0910	-0,0330	0,2268	0,2661	-0,0824	0,0739	-0,0639	-0,2314	-0,2000	0,1203	-0,0397

FIGURA 3. Relaciones de parentesco establecidas a partir del programa Colony (Wang 2004) para un lote de reproductores de sargo (*Diplodus puntazo*). El número corresponde con un individuo concreto, los incluidos dentro de un círculo  serían hermanos completos y dentro de un cuadrado  se incluyen las familias de medios hermanos.



Este tipo de razonamiento y metodología fue el empleado en este proyecto para evaluar las relaciones de parentesco entre los individuos que componen los diferentes lotes de reproductores que se analizan y cuyos resultados se comentan a continuación.

3.2.2.2. Análisis de las relaciones de parentesco entre los individuos de los lotes de reproductores de denton (*Dentex dentex*) del IRTA.

El lote de reproductores de denton del IRTA estuvo constituido por un total de 23 individuos que, a lo largo del proyecto, se mantuvieron separados en dos lotes T1 y T2, habiéndose producido bajas, nuevas incorporaciones y reajustado los individuos que constituían cada lote, sin embargo, los análisis realizados indican que estas modificaciones no han tenido, desde un punto de vista genético, una alta repercusión en la variabilidad genética de ellos (Tabla 3)

TABLA 3.-Niveles de variabilidad y poder de exclusión de los 7 loci microsatélites analizados en los lotes de reproductores de denton (*Dentex dentex*) del IRTA.

	Na	H(o)	H(e)	PIC	Exc(1)	Exc(2)
Global (n=23)	9,67	0,817	0,796	0,746	0,826	0,9981
TANQUE 1 (n=9)2004	9,02	0,905	0,902	0,760	0,987	0,998
TANQUE 1 (n=12) 2005-06	8,17	0,874	0,824	0,758	0,9808	0,9980
TANQUE 2 (n=10)2005-06	7,33	0,783	0,761	0,682	0,9625	0,9947

n = nº de individuos.,
Na = nº medio de alelos por locus.
H(o)= heterocigosidad media observada.
H(e) = heterocigosidad media esperada.
Exc(1)= probabilidad de exclusión del primer parental.
Exc(2)= probabilidad de exclusión del segundo parental.

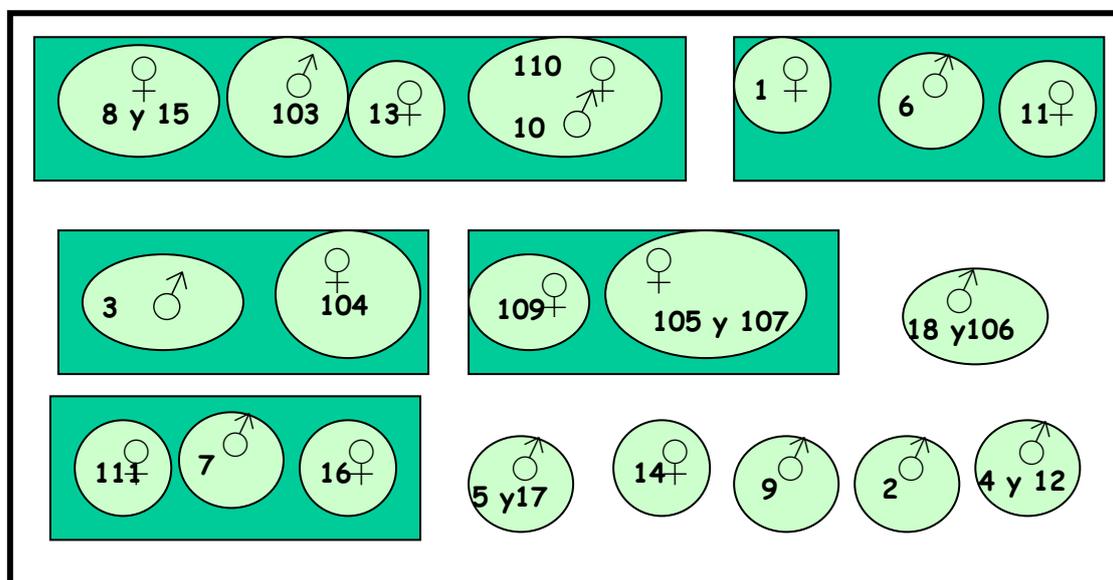
Como se muestra en la Tabla 3, la variabilidad que presentan este grupo de individuos, tanto en su conjunto, como en cada uno de los lotes por separado, es muy similar y bastante elevada con un número medio de alelos por loci que oscila entre 7,33 y 9,67 y valores de heterocigosidad y PIC superiores a 0,7.

Mediante el programa Colony se procedió a estimar las relaciones de parentesco existentes entre los individuos y se han agrupado estos en familias de hermanos completos que incluyan todas aquellas familias de medio-hermanos. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 4 y Tabla 4.

FIGURA 4.- Relaciones de parentesco entre los individuos de los distintos lotes de denton del IRTA.

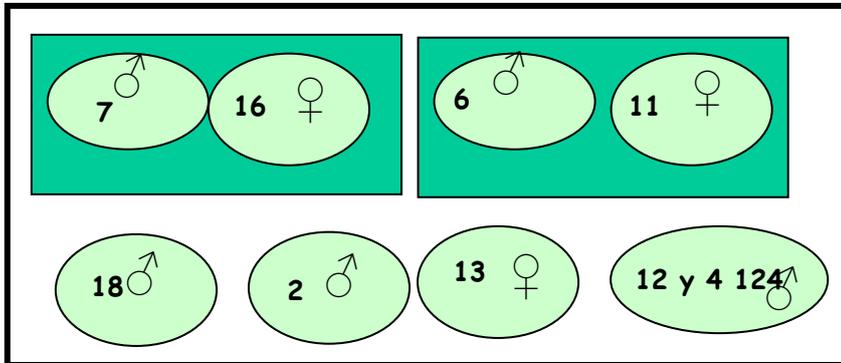
a) Entre los todos los individuos que compusieron los lotes 2004-2006

-5 familias de medios hermanos y 20 familias de hermanos completos



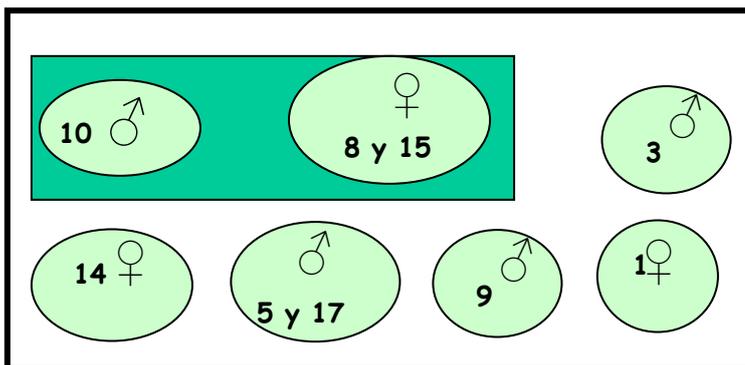
(b) Entre los individuos que componen en Lote T1 en 2004

-2 familias de medios hermanos y 8 familias de hermanos completos 



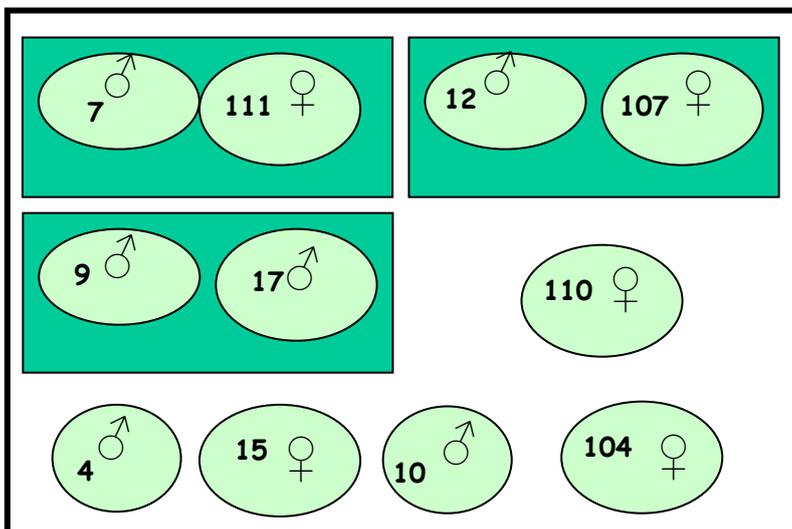
(c) Entre los individuos que componen en Lote T2 en 2004

-1 familias de medios hermanos y 7 familias de hermanos completos 



(d) Entre los individuos que componen en Lote T1 en 2005 y 2006

-3 familias de medios hermanos y 11 familias de hermanos completos 



(d) Entre los individuos que componen en Lote T2 en 2005 y 2006
-1 familias de medios hermanos y 9 familias de hermanos completos

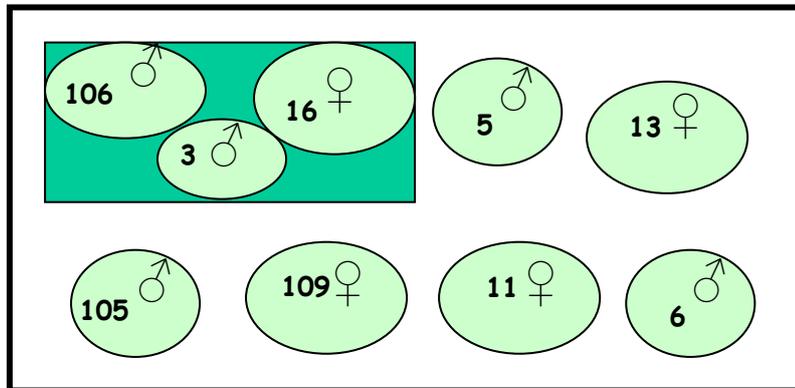


TABLA 4.- Relaciones de parentesco estimadas entre los individuos que conforman cada lote de reproductores de denton del IRTA.

	CHC	CMH	CNE	FHC	FMH
TOTAL DE INDIVIDUOS	5 (2%)	20 (8%)	228 (90%)	6	5
T-1 (2004)	1 (3%)	2 (5%)	33 (91%)	1	2
T-2(2004)	2 (5%)	1 (3%)	33 (91%)	1	2
T-1(2005-2006)	0	3(6%)	52 (94%)	0	3
T-2 (2005-2006)	0	3 (9%)	33 (91%)	0	1

CHC: Comparaciones entre hermanos (comparten los dos parentales).
 CMH: Comparaciones entre medios hermanos (comparten un parental).
 CNE: Comparaciones entre individuos no emparentados (no comparten ningún parental).
 FHC: N° de familias de hermanos completos.
 FMH: N° de familias de medios hermanos.

Como se puede observar en la Figura 4 y en la Tabla 4, las relaciones de parentesco entre los individuos que constituyeron los lotes de reproductores mantenidos en el IRTA son bajas, incluso cuando se consideran todos en conjunto don solamente se aprecian 5 parejas de individuos (110 con 10; 8 con 15; 105 con 107 y 4 con 12) que muestran un grado de similitud genética que nos hace considerarlos hermanos completos. Estos resultados estarían de acuerdo con el origen "salvaje" de estos individuos.. Además al mantenerse en dos grupos aislados, las relaciones de parentesco entre los individuos que conforman cada lote son aun menores. Si analizamos con más detenimiento la situación en los lotes mantenidos en los últimos años (2005 y 2006) observamos que en el caso del T1 (Figura 4 d y Tabla 4), hay tres parejas de individuos en las que las relaciones de parentesco entre ellos se estiman como de medios hermanos (macho 7 y hembra 111; machos 9 y 17 y macho 12 y hembra 107) mientras que en el T2 (Figura 4 d y Tabla 4) son tres los individuos entre los que podrían encontrarse esta relación de parentesco (machos 3 y 106 y hembra 16).

El que, además, en estos lotes la proporción de sexos ($5♀ \times 6♂$ en el T1 y $4♀ \times 5♂$ en el T2) sea próxima a 1:1, hace que la relación entre "número total de individuos" y el "tamaño efectivo" [$N_e = 4 (N_m \times N_h) / (N_m + N_h)$ siendo N_m el número de machos y N_h el de hembras] sea muy similar (11 frente a 10,9 en T1 y 9 frente a 8,88 en T2) lo que unido a las bajas relaciones de parentesco detectadas entre los individuos que conforman cada lote, permite indicar que estos lotes parten de una buena situación genética inicial. Sin

embargo, cuando se sustituyan los reproductores actuales por sus descendientes, dado el número reducido de individuos, el incremento de endogamia por generación [$\Delta F = 1 / (2 * N_e)$] sería del 4,6% en T1 y del 5,6% en T2 lo que comprometería su “salud” genética en pocas generaciones. En esta situación, sería recomendable, que si se pretende mantener a largo plazo estos lotes, se aumente el número de reproductores incorporando nuevos individuos procedentes de la naturaleza, o se gestionasen como uno solo ambos lotes, en este último caso el N_e aumentaría hasta 19,8 y el incremento de endogamia por generación se reduciría al 2,5%.

Sin embargo una análisis más detallado de la contribución de cada uno de los reproductores a las puestas es necesario, pues estas estimas de N_e están basadas en una contribución similar de todos los individuos que conforman los lotes y si una gran variación en la contribución individual de los reproductores se reduce drásticamente el tamaño efectivo de la población. Como se describe en los apartados siguientes (III.2) se comprueba una distinta contribución de los reproductores de estos lotes lo que hace que los tamaño efectivos estimados en ellos, teniendo en cuenta esta situación, varíen entre 4,8 y 5,6 en el lote 1 y entre 2,7 y 5 en el lote 2 (Borrel y col. 2008).

3.2.2.3. Análisis de las relaciones de parentesco entre los individuos de los lotes de reproductores de denton (*Dentex dentex*) del LIMIA.

Este lote estaba constituido por un total de 49 individuos (19 hembras, 26 machos y 4 con sexo desconocido) de los que en un momento determinado se separaron un grupo (Tanque) de 25 (9 hembras, 15 machos y 1 de sexo desconocido) que actuaron como reproductores las descendencias analizadas en un próximo apartado. El origen de estos individuos es mezcla de individuos capturados en medio natural y descendientes de puestas previas obtenidas en el centro sin que a nivel individual se conozca la procedencia de cada uno de ellos.

Esos 49 individuos han sido genotipados para los 7 loci microsatélites seleccionados, estimándose, a partir de estos datos, los niveles de variabilidad y las relaciones de parentesco (r) entre ellos. Como se muestra en la Tabla 5, la variabilidad que presentan este grupo de individuos, tanto total, como el lote de reproductores separado (Tanque), es bastante baja, pues aunque el número medio de alelos por loci en el total de reproductores (49) es próximo a 8, este número desciende hasta 5,3 en el grupo Tanque, y en ninguno de los grupos analizados los valores de PIC nunca son superiores a 0,7. Estos resultados parecen indicar la existencia de individuos con genotipos muy parecidos y/o emparentados.

TABLA 5.- Niveles de variabilidad y poder de exclusión de los 7 loci microsatélites analizados en los lotes de reproductores de dentón (*Dentex dentex*) del LIMIA

	Na	H(o)	H(e)	PIC	Exc(1)	Exc(2)
GLOBAL (N= 49)	7,67	0,681	0,714	0,633	0,806	0,547
Hembras (N=19)	5,83	0,705	0,720	0,638	0,869	0,652
Machos (N= 26)	6,67	0,714	0,725	0,654	0,868	0,653
TANQUE (N= 25)	5,3	0,663	0,697	0,640	0,856	0,633
Hembras (N=9)	4,83	0,677	0,591	0,591	0,860	0,754
Machos (N=15)	5,14	0,695	0,741	0,621	0,878	0,695
N= nº de individuos. Na = nº mediodde alelos por locus. H(o)= heterocigosidad mediaobservada. H(e) = heterocigosidad media esperada. Exc(1)= probabilidad de exclusión del primer parental. Exc(2)= probabilidad de exclusión del segundo parental.						

Mediante el programa Colony se procedió a estimar las relaciones de parentesco existentes entre los individuos y se han agrupado estos en familias de hermanos completos que incluyan todas aquellas familias de medio-hermanos. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 5 y Tabla 6.

TABLA 6.- Relaciones de parentesco estimadas entre los individuos que conforman cada lote de reproductores de denton del LIMIA.

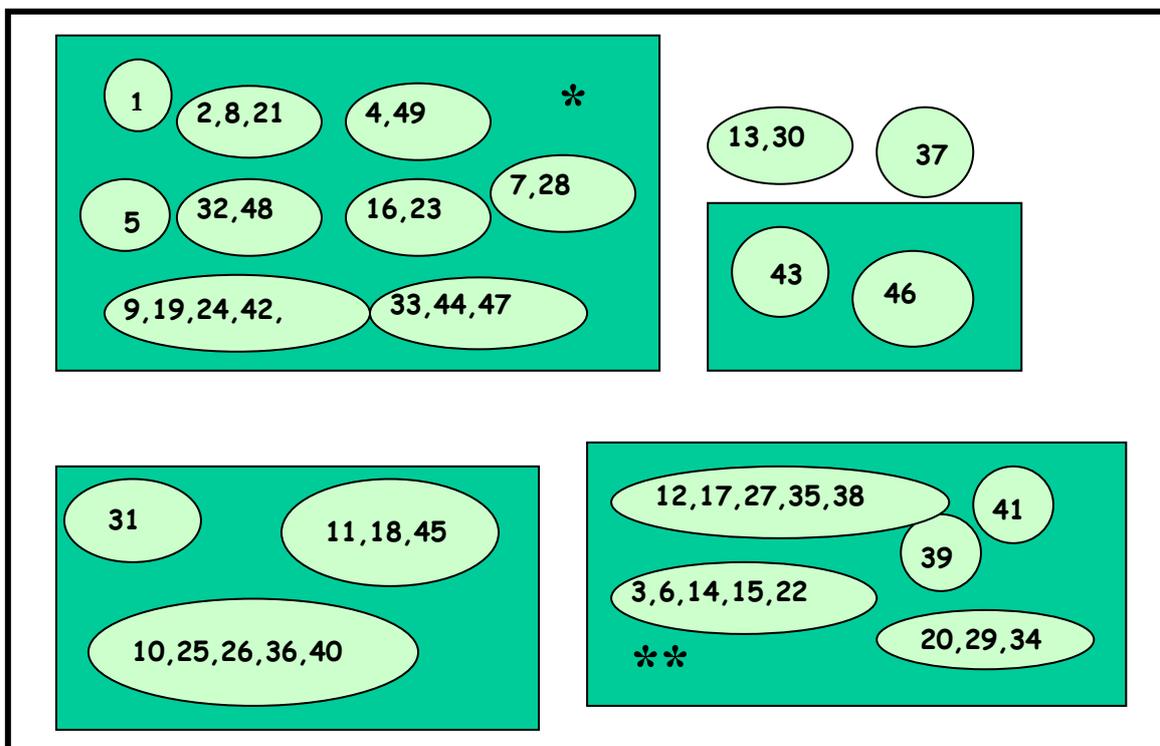
	CHC	CMH	CNE	FHC	FMH
TOTAL DE INDIVIDUOS	28,7%	14,0%	57,20%	13	4
hembras	28,73%	11,1%	60,2%		
machos	28,0%	13,8%	58,2%		
TANQUE	21,85%	5,93%	72,22%	6	4

CHC: Comparaciones entre hermanos (comparten los dos parentales).
 CMH: Comparaciones entre medios hermanos (comparten un parental).
 CNE: Comparaciones entre individuos no emparentados (no comparten ningún parental).
 FHC: N° de familias de hermanos completos.
 FMH: N° de familias de medios hermanos.

FIGURA 5.- Relaciones de parentesco entre los individuos que conforman el lote de denton del LIMIA.

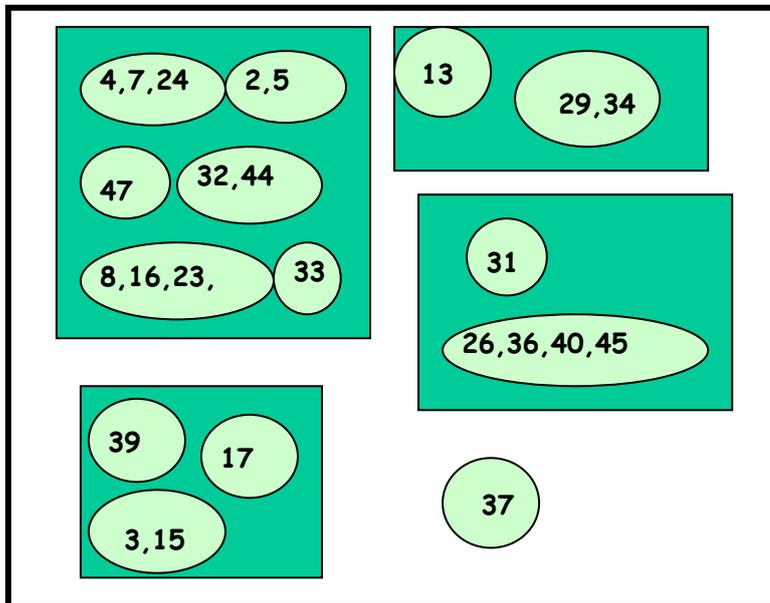
a) Entre los todos los individuos

-4 familias de medios hermanos y 13 familias de hermanos completos



b) Entre los todos los individuos del grupo tanque

-4 familias de medios hermanos y 6 familias de hermanos completos 



Como se puede observar en la Figura 5a, solo 1 de los 49 individuos que conforma el total de reproductores no guarda ninguna relación de parentesco con el resto, los cuales se agrupan en solo 6 familias de medios hermanos. Dos de estas familias (las señaladas por * y ** en la Figura 5 a), reúnen a 35 de los 49 individuos y en ellas se pueden observar agrupaciones de más de 3 individuos cuyo parentesco se estima como de hermanos completos. La situación es similar cuando se consideran solamente los individuos incluidos como reproductores en el grupo "tanque". Estos resultados, bajos niveles de variabilidad (PIC menores de 0,7), el alto grado de parentesco (casi un 50% de los coeficientes de correlación genética, r , mayores de 0,125) y ,sobre todo, el que se observen agrupaciones de 4 o más individuos que pueden ser considerados hermanos completos, estarían indicando que la mayoría de los individuos de lote procederían de un número limitado de descendencias previas obtenidos en el centro, por lo que nuestra recomendación sería que se procediese a crear un nuevo lote de reproductores a partir de individuos capturados en la naturaleza o en el caso de que se importen de otro centro y se utilicen parte de los individuos que conforman actualmente el lote de reproductores o descendientes estos producidos en el propio centro se tengan en cuenta las relaciones de parentesco que se determinen entre esos individuos.

3.2.2.4. Análisis de las relaciones de parentesco entre los individuos del lote de reproductores de sargo picudo (*Diplodus puntazo*) del LIMIA

El lote de reproductores de morruda del LIMIA estaba constituido por un total de 52 individuos (24 hembras, 21 machos y 7 individuos de los que se desconoce el sexo), habiéndose incorporado en 2007 otro lote de 29 individuos juveniles en los que aun no se ha podido determinar su sexo.. Los niveles de variabilidad de ambos lotes se indican en la siguiente tabla (Tabla 7).

TABLA 7 .-Niveles de variabilidad y poder de exclusión de los loci microsátélites analizados en los lotes de reproductores de sargo (*Diplodus puntazo*).

	Na	H(o)	H(e)	PIC	Exc(1)	Exc(2)
Lote 2004 (n=52)	5,8	0,448	0,672	0,607	0,389	0,560
Hembras (n=24)	4,6	0,627	0,687	0,606	0,526	0,795
Machos (n=21)	4,4	0,507	0,634	0,563	0,478	0,685
Lote 2007 (n=29)	11,5	0,624	0,742	0,702	0,773	0,912

n = nº de individuos.,
Na = nº medio de alelos por locus.
H(o)= heterocigosidad media observada.
H(e) = heterocigosidad media esperada.
Exc(1)= probabilidad de exclusión del primer parental.
Exc(2)= probabilidad de exclusión del segundo parental.

Como se muestra en la Tabla, la variabilidad que presentan este grupo de individuos del lote 2004 tanto en su conjunto, como cuando se consideran cada sexo por separado, es muy baja, con un número medio de alelos por loci que oscila entre 4,4 y 5,8 y valores de heterocigosidad y PIC inferiores a 0,7. Para el lote de 2007, estos valores son mucho más elevados, duplicándose el valor del número medio de alelos por loci y elevándose hasta 0,7 los valores de heterocigosidad y PIC.

Mediante el programa Colony se procedió a estimar las relaciones de parentesco existentes entre los individuos y se han agrupado estos en familias de hermanos completos que incluyan todas aquellas familias de medio-hermanos. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 6 y Tabla 8.

TABLA 8.- Relaciones de parentesco estimadas entre los individuos que conforman el lote de reproductores de sargo del LIMIA.

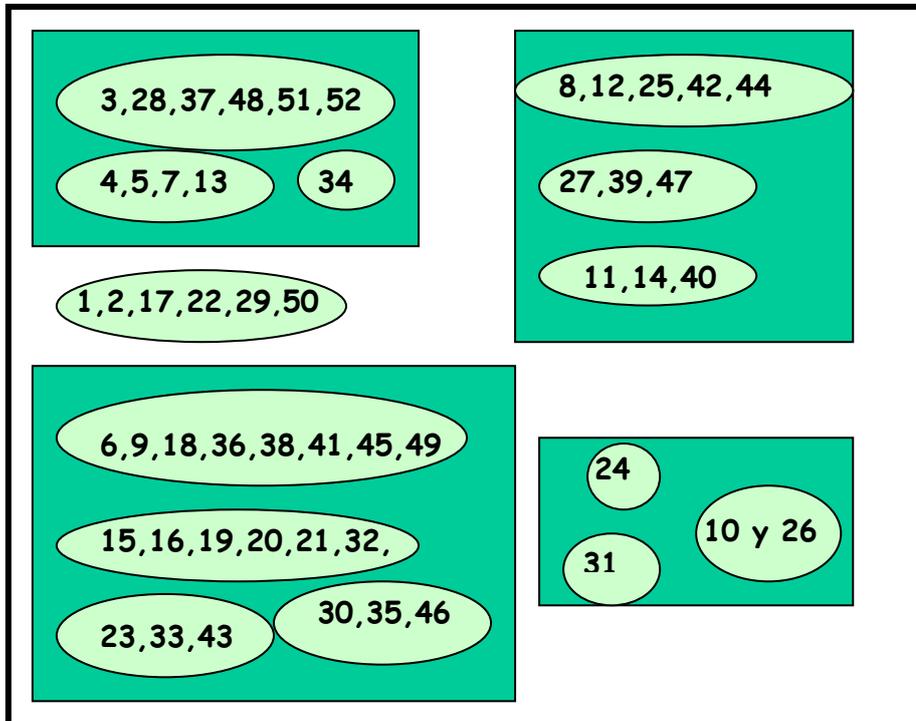
	CHC	CMH	CNE	FHC	FMH
Lote 2004 (n=52)	31.1%	13,0%	55,9%	12	4
Hembras (n=24)	31,5%	12,7%	55,8%	8	2
Machos (n=21)	34,7%	11,0%	54,3%	5	2
Lote 2007 (n=29)	7,64%	20,24%	72,12%	8	5

CHC: Comparaciones entre hermanos (comparten los dos parentales).
CMH: Comparaciones entre medios hermanos (comparten un parental).
CNE: Comparaciones entre individuos no emparentados (no comparten ningún parental).
FHC: Nº de familias de hermanos completos.
FMH: Nº de familias de medios hermanos.

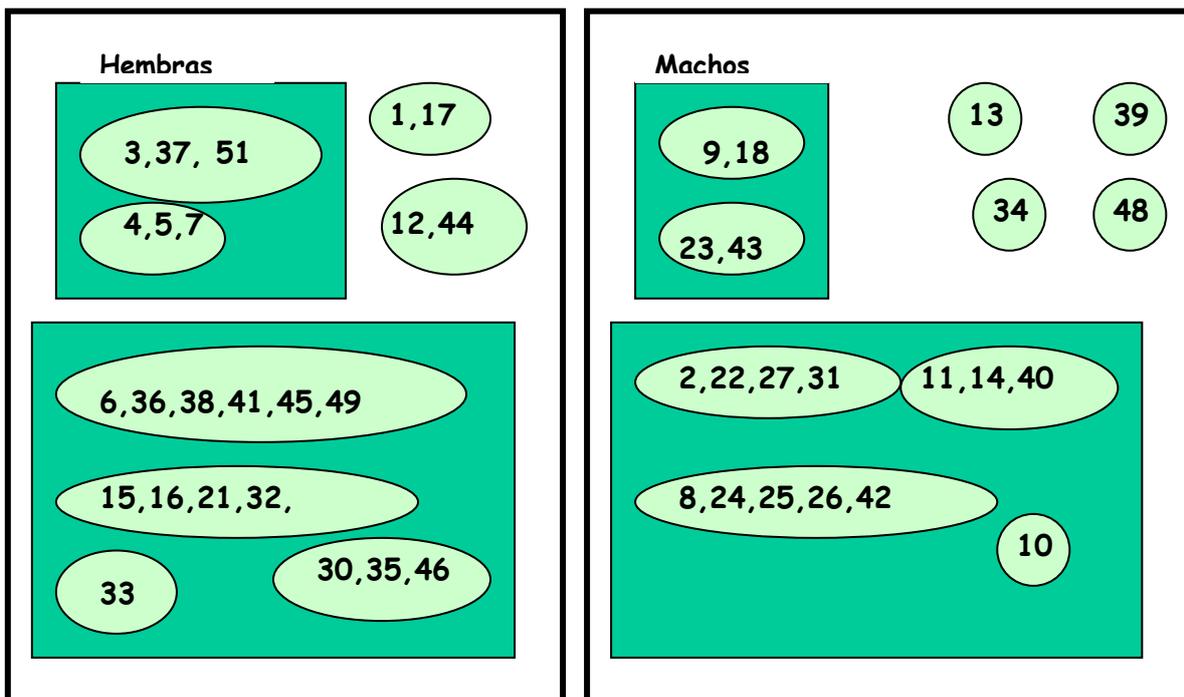
FIGURA 6.- Relaciones de parentesco entre los individuos que conforman el lote de sargo (*Diplodus puntazo*) del LIMIA.

a) Entre los todos los individuos

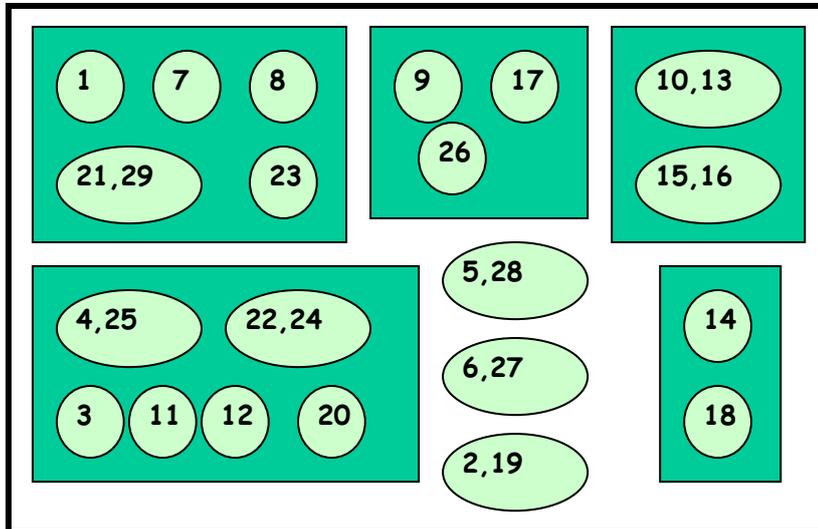
-4 familias de medios hermanos y 13 familias de hermanos completos



b) Considerando los sexos por separado



c) en el grupo de reproductores incorporado en 2007



Como se puede observar en la Figura 6 b la situación de este lote de reproductores es, desde un punto de vista genético, más preocupante que la descrita anteriormente para el lote de reproductores de denton del mismo centro. Ninguno de los individuos que conforma el total de reproductores es genéticamente independiente del resto con los que se guardan relaciones de parentesco elevadas. Se pueden observar hasta 10 familias de hermanos completos en las que se incluyen de 3 a 8 individuos. Y sobre todo se observa una familia de medios hermanos en la que están incluidos 20 de los 52 (38,46%) individuos que conforman el lote de reproductores. La situación se mantiene cuando se analizan por separados los individuos en función de su sexo (Figura 6 b). Estos resultados, bajos niveles de variabilidad (PIC menores de 0,7), el alto grado de parentesco (casi un 50% de los coeficientes de correlación genética, r , mayores de 0,125) y, sobre todo, el que se observen agrupaciones de individuos que pueden ser considerados hermanos completos, estarían indicando que la mayoría de los individuos de lote procederían de un número limitado de descendencias previas obtenidos en el centro.

En el caso del nuevo grupo de reproductores incorporados en 2007, los resultados indican unos mayores niveles de variabilidad (Tabla 7) y unas menores relaciones de parentesco entre ellos (Figura 6 c), sin embargo llama la atención que procediendo estos individuos de una captura en la naturaleza se observen entre ellos relaciones de parentesco elevadas, 23 de ellos- casi un 80%- se agrupan en solo 5 familias de medios hermanos, y se observan 8 familias (cada una compuesta por dos individuos) de hermanos completos.

En esta situación, sería recomendable que se procediese a crear un nuevo lote de reproductores a partir de individuos capturados en la naturaleza y al igual que para el lote de denton, que en el caso de que se importen de otro centro y se utilicen parte de los individuos que conforman actualmente el lote de reproductores o descendientes estos, producidos en el propio centro se tengan en cuenta las relaciones de parentesco que se determinen entre esos individuos.

3.2.2.5. Análisis de los lotes de reproductores del besugo (*Pagellus bogaraveo*) del IOE.

En el centro del IEO de Santander, a partir de un total de 144 individuos adultos de tres orígenes diferentes (Cantábrico, Mediterráneo y Atlántico) se habían creado dos lotes de reproductores (R1 = 34 y R2 =35), utilizándose como criterio de selección las óptimas características morfológicas de los individuos. El criterio de utilizar individuos capturados en diferentes áreas estaba basado en la presunción de que, al tener un origen distinto, en estos lotes se reuniría la máxima variabilidad genética posible y no se presentarían altas relaciones de parentesco entre los individuos, los dos elementos básicos que “a priori”, y desde un punto de vista genético, asegurasen una productividad sostenible a medio/largo plazo.

La caracterización genética de esos dos lotes, utilizando los 11 loci microsatélites seleccionados, muestran (Tabla 9), que los niveles de variabilidad en ellos son altos (Na de 10 y heterocigosidades y PIC superiores a 0,79) y las relaciones de parentesco medias entre los individuos agrupados en cada lote son bajas (r medio próximo a 0), lo que parece indicar que se lograron los dos premisas de partida.

TABLA 9.-Valores medios de variabilidad y parentesco en los dos lotes de reproductores de besugo (*Pagellus bogaraveo*) del IEO, R1 y R2, en los dos lotes generados a partir de los mismos individuos mediante la aplicación del método de mínima endogamia (Borrel y col. 2007).

	R1	R2	RA	RB
Na media	10,43	10,23	11,29	11,29
He media	0,813	0,806	0,834	0,832
PIC medio	0,776	0,763	0,798	0,795
Exc(1)	0,9925	0,9892	0,9951	0,9951
Exc(2)	0,9995	0,9992	0,9997	0,9997
r media	-0,0131021	-0,0135084	-0,0131208	-0,0131603
r mínima	-0,3913	-0,4335	-0,3451	-0,3458
r máxima	0,6343	0,6914	0,2892	0,2755

R1 y R2: “reales” de reproductores de besugo

Ra y RB : lotes de reproductores de besugo creados mediante el método de mínima endogamia,

Na = nº de alelos,

H(o)= heterocigosidad observada,

H(e) = heterocigosidad esperada,

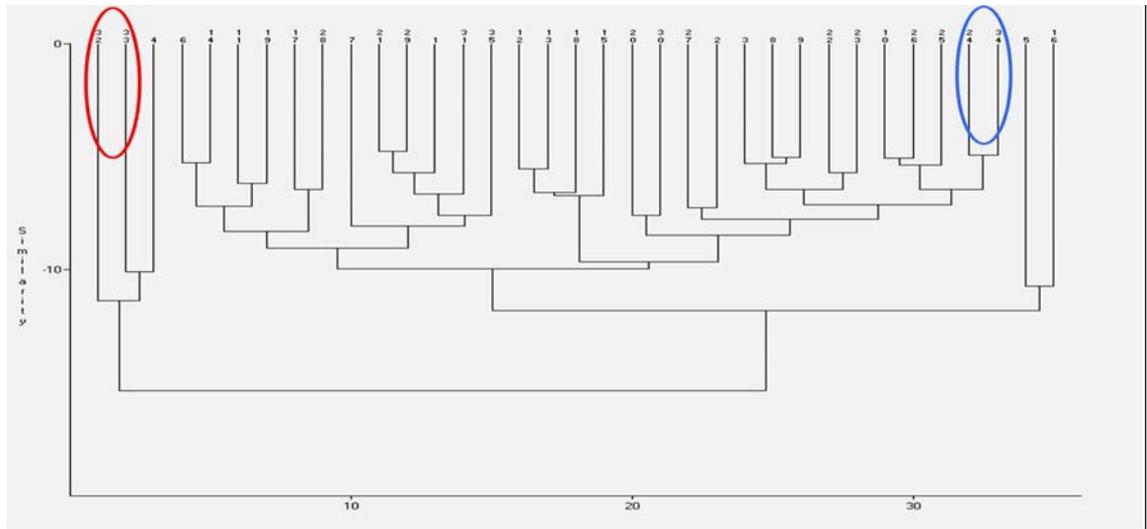
Exc(1)= probabilidad de exclusión del primer parental,

Exc(2)= probabilidad de exclusión del segundo parental,

r = coeficiente de correlación

Ahora bien, el que los lotes muestren unos valores medios de parentesco próximos a cero (lo que indicaría no relación de parentesco entre los individuos), no garantiza que entre el total de los individuos no se den relaciones de parentesco más elevadas y como se observa en la Figura 7, dentro de cada lote las relaciones de parentesco entre los distintos individuos son complejas encontrándose parejas de individuos que pueden ser considerados hermanos completos.

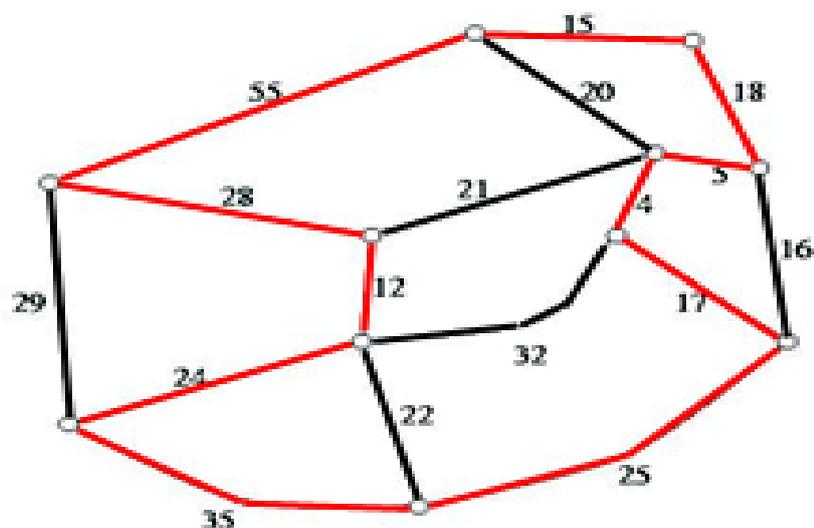
FIGURA 7.- Distribución y relaciones entre los individuos del lote R1 en función de los valores de correlación genética (r) estimados entre pares de individuos.



Estos resultados confirman, que aunque los lotes de reproductores se creen a partir de individuos de distintos orígenes, este hecho no garantiza unos bajos niveles de endogamia, y que la situación será una característica propia de cada stock..

En esta situación, y partiendo de la base que antes de crear un nuevo lote de reproductores, estos se han caracterizado genéticamente, hemos buscado la adecuación de un programa estadístico que permita la subdivisión de un grupo total de posibles reproductores en lotes de individuos con los que formar los stocks iniciales, garantizando un máximo de variabilidad genética y un mínimo de endogamia inicial en ellos.

En colaboración con el Grupo de Estadística Genómica de la Universidad de Oviedo, hemos adecuado un algoritmo de minimización estocástica basado en el GNU Project (Galassi 2001). Este tipo de algoritmo es aplicado en distintos campos para resolver problemas de optimización combinatorial, como por ejemplo “como pasar una sola vez por todas las ciudades del mapa con el menor recorrido”

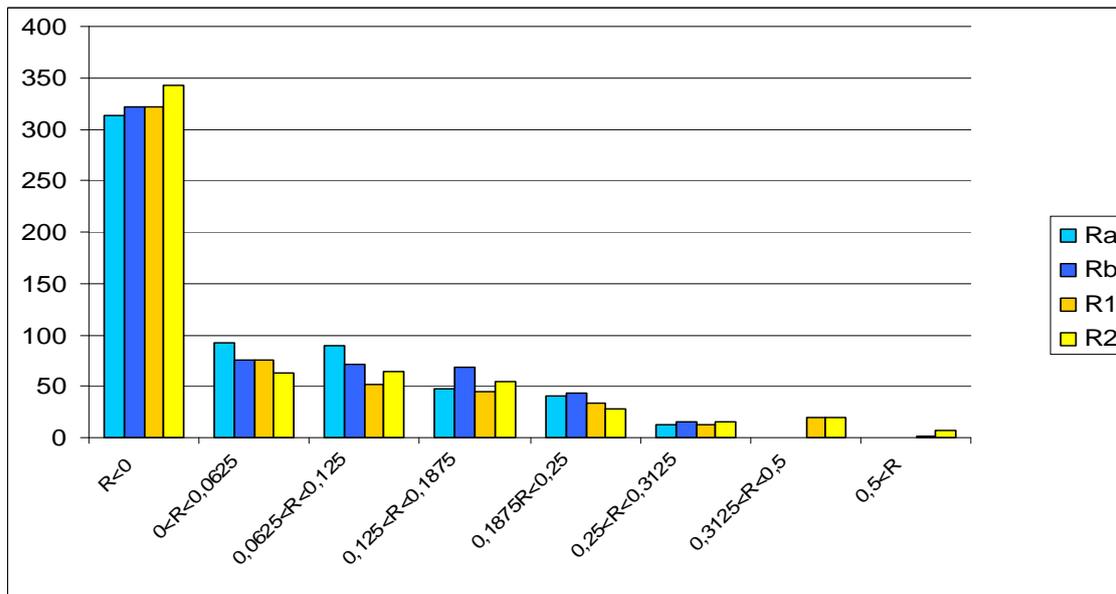


Hemos aplicado este método para comprobar si su utilización mejoraría la creación de dos lotes de reproductores de besugo. Para ellos hemos utilizados los datos de los individuos de esta especie disponibles en el centro del IEO de Santander, que ya habían sido caracterizados genéticamente.

En nuestro caso, hemos utilizado el algoritmo de minimización estocástica, para crear, a partir del los 143 individuos disponibles, dos lotes de 35 individuos cada uno (RA y RB) que cumplan las dos premisas previas: máxima variabilidad genética y mínima endogamia.

En la Tabla 9 y en la Figura 8 se muestran los valores de variabilidad y del coeficiente de relación genética r los dos lotes de reproductores creados (Ra y Rb) mediante la aplicación algoritmo de minimización estocástica y se comparan con los existentes en los lotes “reales” (R1 y R2).

FIGURA 8,- Distribución de las valores de r en la comparación de individuos de dos lotes de reproductores “reales” de besugo (*Pagellus bogaraveo*) y los creados mediante la aplicación algoritmo de minimización estocástica. (Eje abscisas: rangos de valores r ; eje ordenadas: número de comparaciones dentro de cada rango).



Como se puede observar en la Tabla 9, los niveles de variabilidad (N_a y H_e) en los lotes creados mediante minimización estocástica (RA y RB) son superiores a los que presentan los lotes reales (R1 y R5), lo que produce un aumento de la capacidad informativa (PIC) que se refleja en una mayor probabilidad de acierto en la asignación de paternidades (Exc 1 y Exc 2). Más notables son las diferencias que se observan en los valores de relaciones de parentesco entre los individuos que conforman cada lote. Así, como se refleja en la Tabla 9 aunque los valores medios de r en los cuatro lotes no son muy diferentes, si los son los valores de r máxima (que mediría el máximo grado de parentesco entre dos individuos del lote, mayores de 0,6 en R1 y R5 y menores de 0,3 en RA y RB) y en la proporción de comparaciones dentro de cada clase de valores de r (Figura 8) apreciándose que en los lotes creados mediante el algoritmo de minimización estocástica disminuyen las clases de alto parentesco.

Esta metodología ya ha sido aplicada a la creación de stocks de dorada (*Sparus aurata*), donde a partir de un grupo de 397 machos y 264 hembras se han creado 3 lotes de 20 hembras y 40 machos, cada

uno, y en los cuales, los niveles de correlación genética son del mismo nivel que los obtenidos si solamente se hubiesen seleccionado la mejor combinación posible (Borrel y col. 2007).

Estos resultados confirman la eficacia del método, por lo que mediante su utilización se pueden crear lotes de reproductores con unas garantías de una mínima endogamia, dentro de las limitaciones que se tienen en función de la población base, pues si en esta todos los individuos están emparentados, será imposible eliminar la endogamia existente a no ser que se incorporen nuevos individuos.

3.2.3. Utilización de la variabilidad de los loci microsatélites en la asignación de paternidades en el lotes de reproductores

Los peces son especies muy fecundas, de forma que a partir de un número relativamente pequeño de reproductores puede obtenerse una abundante descendencia. En el caso de las descendencias obtenidas en cultivo, la elaboración de pedigrís es difícil de obtener pues requiere el mantenimiento por separado de cada puesta hasta que las larvas alcancen un tamaño mínimo suficiente que permita que sean marcadas utilizando medios físicos. Además, muchas especies, entre las que se incluyen los espáridos que se analizan en este proyecto, las puestas son espontáneas, tienen lugar durante un largo periodo de tiempo (40-50 días o más). El tamaño, número y calidad de los huevos puestos en un día concreto, varía grandemente a lo largo de periodo de puesta (Giménez y col. 2006) y se desconoce si en cada día de puesta intervienen una o más parejas de reproductores y si la contribución a las puestas diarias y total de cada uno de los reproductores es similar, ya que una gran variación en la contribución individual de los reproductores reduce drásticamente el tamaño efectivo de la población lo cual hará que de forma indirecta el aumento de los niveles de endogamia en la población sean mas elevados. (Brown y col. 2005; Borrel y col., 2008).

En esta situación es imposible identificar directamente, sin otro tipo de análisis, el origen y procedencia de los individuos obtenidos en la puesta de un lote de reproductores y por tanto elaborar pedigrís y obtener otras informaciones sobre la dinámica de la puesta de un determinado stock.

Los loci microsatélites están siendo usados con gran eficacia, tanto en acuicultura como en otras especies de animales y plantas, para la asignación retrospectiva de paternidades (Borrel y col.2004)

Para estudios de paternidad se parte por lo general de loci microsatélites con heterocigosidades observadas, ó PIC, mayores a 0.700 según las recomendaciones de Blouin y col. (1996), Marshall y col. (1998) y Norris y col. (2000). Sin embargo, cada lote de reproductores representa una entidad única con características peculiares en cuanto a su composición genética, la cual dependerá del origen de los individuos que lo componen (poblaciones naturales de procedencia, ciclos de cultivo que hayan experimentado y tipo de manejo establecido para obtenerlos). Utilizando el mismo conjunto de loci microsatélites se pueden encontrar niveles de variabilidad diferentes en diferentes lotes de reproductores analizados. Para cada lote la fiabilidad de las asignaciones de parentesco depende fundamentalmente de: niveles promedios de PIC, del número de alelos; y del parecido genético (parentesco) existente entre los individuos y (Borrell y col. 2004). El programa Cervus 2.0 (Marshall y col., 1998) está diseñado para inferir la pareja parental de un determinado individuo entre un grupo de reproductores. Para comprobar la correspondencia con las predicciones sobre asignación correcta a parentales que se obtienen con el programa Cervus, en los lotes de reproductores analizados en este proyecto se procedió a crear, mediante el programa PROBMAX, familias de descendientes virtuales a partir de los genotipos de los individuos reproductores analizados. Para evaluar el posible efecto del número de cruces y del número de descendientes por familia, se generaron, mediante simulación distintos números de cruzamientos (5x5 ;10x10 y 15x15) y distinto número de descendientes por cruzamiento (10, 25, 50 y 100), encontrándose que los resultados de estas simulaciones se ajustaban a los obtenidos mediante el programa Cervus y no observándose relación significativa, ni entre el número de cruces ($b=-2,56 \cdot 10^{-2}$, $F=6,559$, $P=0,125$) ni el el número de descendientes por cruce ($b=1,6 \cdot 10^{-3}$, $F=1,329$, $P=0,368$). %.), y el porcentaje de asignación correcta.

A lo largo del proyecto hemos analizado distintos tipos de descendencias para asignar a cada descendiente la pareja de reproductores de la que proceden con mayor probabilidad y utilizar estos resultados para evaluar:

- si la calidad de la puesta obtenida en un día concreto se puede atribuir a la puesta/ o no puesta de un determinado reproductor
- el número de reproductores que contribuyen a la puesta de un día concreto y a lo largo de este periodo.

3.2.3.1. Caracterización de la calidad de las puestas.

Estos análisis se han realizado sobre muestras obtenidas en los periodos de puesta de 2005 y 2006 y producidas por el lote de reproductores de denton mantenidos en el IRTA. Durante esos periodos, se han tomado muestras diarias de huevos (entre 10-14 horas después de la fecundación). En cada uno de los días de puesta, se han seleccionado dos tipos de muestras:

- (a) GB, (huevos flotantes) que se supone están formados fundamentalmente por huevos fecundados y se corresponderían con puestas de buena calidad, y
- (b) GM (huevos no flotantes) donde habrá huevos no-fecundados o fecundados pero de mala calidad que no se desarrollarán, y que se corresponderían con puestas de mala calidad.

De cada uno de los huevos se ha obtenido ADN y se han caracterizado para los 7 loci microsatélites utilizados en los análisis de los reproductores. Una vez obtenido el genotipo de cada individuo, este se ha comparado con el de los reproductores para, mediante el programa Cervus, identificar la pareja de reproductores que con mayor probabilidad le dio origen.

Para la obtención del ADN de este tipo de muestras, hemos encontrado que los métodos rápidos (utilización de las resinas CHELEX) empleados con las muestras de aletas de individuos adultos no eran eficaces y tuvimos que recurrir a distintos kits comerciales (Quiagen, ZR Genomics kit,..) a partir de los cuales se consiguió obtener ADN , en muy poca cantidad, pero con suficiente calidad. También, la eficacia de las amplificaciones por PCR para el genotipado de los individuo fue muy baja .El porcentaje de individuos genotipados que hemos obtenido a partir del ADN procedente de la homogeneización de las muestras de tipo GB (entre un 7,69 y 66,66%) es bajo en comparación con los porcentajes que normalmente se obtiene a partir de otras muestras donde el ADN se ha extraído de fragmentos de músculo y/o aleta (procedentes de individuos adultos o juveniles) o de homogeneizados de larvas de mayor edad (de 1 a 3 semanas de desarrollo como mínimo), siendo los porcentajes aun menores en el caso de las muestras de tipo GM (entre un 0 y un 42 %). De los más de 800 huevos analizados de tipo GM solo se ha logrado amplificación para al menos 3 marcadores microsatélites en el 128 (16 %) de ellos, mientras que en el caso de las muestras e tipo GB se ha conseguido amplificación para al menos 5 marcadores en 280 de los 588 (47,62%) de los individuos analizados

Para la comparación entre ambos tipos de muestras hemos tenido en cuenta solo aquellas (19 de cada tipo), procedentes del lote T1, en las que al menos se ha obtenido amplificación para 5 individuos, y en el caso de las muestras de tipo GM se han utilizado aquellos individuos para los que se dispone de datos en al menos 3 loci microsatélites (este número de marcadores aunque disminuye la fiabilidad en las asignaciones hasta un 70%, consideramos que es suficiente para estos análisis preliminares)..Una vez asignado cada individuo a sus respectivos reproductores se ha procedido a comparar las muestras GM y GB de los mismos días de puesta, permitirá comprobar si en un determinado día, los individuos que participan en la puesta contribuyen por igual a ambos tipos de muestras o si cada tipo de muestra está asociado a distintos tipos de reproductores mediante χ^2 cuadrados de contingencia.

Un resumen de los resultados obtenidos en estos análisis se representan en la Tabla 10.

Como se observa en la Tabla 10, a lo largo de las puestas analizadas, intervienen los 11 individuos que componen el lote T1, En cuanto a puestas individuales, de las comparaciones entre las 19 puestas

analizadas, solo se observan diferencias significativas en la comparación de las muestras GB y GM de la puesta 1.41, tanto para machos como para hembras..

TABLA 10.- Proporción de descendientes asignados a cada reproductor del lote T1 de dentón del IRTA en los distintos tipos de muestras analizadas.

Puestas	TOTALES				TOTALES SIN 1.41	
	1.41GB	1.41GM	GB	GM	GB	GM
15h	47,62	0	19,28	8,06	9,67	9,43
104h	0	22,22	7,23	16,13	9,67	11,32
107h	9,52	44,44	25,30	22,58	30,64	22,64
110h	38,09	33,33	43,37	56,61	45,16	54,71
111h	4,76	0	4,82	1,61	4,84	1,89
χ^2	13,26		12,11		9,22	
p	0,01*		0,02*		0,06	
4m	4,76	33,33	2,41	15,13	1,61	13,20
7m	28,57	11,11	30,12	29,03	30,64	30,07
9m	0	0	4,82	1,61	6,45	1,89
10m	4,76	0	24,09	15,13	11,29	18,87
12m	61,9	22,22	7,23	8,06	8,06	5,66
17m	0	33,33	31,32	29,32	41,93	28,30
χ^2	14,09		17,04		11,99	
p	0,007**		0,004**		0,04*	

Una causa posible para explicar estas diferencias es el bajo número de individuos de tipo GM (es la muestra donde se tiene el menor número de individuos analizados, 5, y solo genotipados para tres de los 6 loci microsatélites). En el conjunto de las muestras, también se observan diferencias significativas entre GM y GB tanto para machos como para hembras, pero si eliminamos del análisis la muestra 1.41, ya no se observan diferencias significativas para hembras, aunque se mantiene, a un nivel muy bajo ($P=0,04$) para machos (Tabla 9). Estos resultados apuntan a que no existen diferencias en la contribución de los individuos a los dos tipos de puestas (GB y GM); la hembra y el macho que contribuye en mayor proporción a las descendencias de tipo GB son también los que más contribuyen a las descendencias de tipo GM.

3.2.3.2. Asignación de parentales a las descendencias.

A lo largo del proyecto se han analizado descendencias producidas por los distintos lotes de reproductores para evaluar la contribución individual de cada reproductor. Y analizar la evolución temporal de las puestas.

3.2.3.2.1. Análisis las descendencias obtenidas del lote de reproductores de denton del IRTA.

Se han analizado descendencias producidas por los dos lotes de reproductores (T1 y T2) durante los 4 años de desarrollo del proyecto. A cada individuo analizado se le asignó una pareja de reproductores. Un ejemplo de los resultados obtenidos se muestra en la Tabla 11 donde se reflejan las asignaciones realizadas para las muestras analizadas en 2006.

TABLA11.-Asignación de parentales a los descendientes analizados en las muestras producidas en 2006.

(a) Lote T1.

Día puesta/ cruzamiento	01/04	08/04	15/04	19/04	25/04	17/05	23/05	30/05	Total (%)
15h x 4					2		1		3 (2,1)
15h x 7	4	1			1				6(4,3)
15h x 9					1				2(1,4)
15h x 10		1							1(0,7)
15h x 12				2		1	9		12(8,6)
15h x 17									0
104h x 4									0
104h x 7	3	2			1				6(4,3)
104h x 9									0
104hx10									0
104h x 12						2			2(1,4)
104h x 17								1	1(0,7)
107h x 4									0
107h x 7		1					2		3(2,1)
107h x 9								1	1(0,7)
107h x 10					1				1(0,7)
107h x 12	1	3			1	2			7(5,0)
107h x 17		1				2		12	15(10,71)
110h x 4		1							1(0,7)
110h x 7	3	3	1	3	7		4	1	22(15,71)
110h x 9	1	1	1					1	4(2,8)
110h x 10	3				4	5		1	13(9,28)
110h x 12	2			1	3	10	4		20(14,28)
110h x 17	2	1						8	11(7,85)
111h x 4					1				1(0,7)
111h x 7	1					1			2(1,4)
111h x 9									0
111h x 10			1			1	1		3(2,1)
111h x 12		1		1	1	1			4(2,8)
111h x 17		1							1(0,7)
Totales por reproductor									
15h	4	2	0	2	4	1	10	0	23(16,43)
104h	3	2	0	0	1	2	0	1	9(6,43)
107h	1	5	0	0	2	3	2	13	26(18,57)
110h	11	6	2	4	14	15	8	11	71(50,71)
111h	1	2	1	1	2	3	1	0	11(7,85)
χ^2 entre hembras =49,70 ;; P < 0,001***									
4m	0	1	0	0	3	0	1	0	5(3,57)
7m	11	7	1	3	9	1	6	1	39(27,86)
9m	1	1	1	0	1	0	0	2	6(4,28)
10m	3	1	1	0	4	6	1	1	17(12,14)
12m	3	4	0	4	6	15	13	0	45(32,14)
17m	2	3	0	0	0	2	0	21	28(20,0)
χ^2 entre machos=117,35 ;; P < 0,001***									

(b) Lote T2

Día puesta/ cruzamiento	29/03	30/03	31/03	01/04	02/04	15/04	23/04	08/05	23/05	30/05	Total(%)
11h x 3						5	6	5	4		20(11,49)
11h x 5								1		1	2(1,15)
11h x 6	1			4	1	2	2	3	1	2	16(9,19)
11hx 105	2	8	8	16	15	10	7	0	2	1	69 (39,65)
11h x106		1		1		3		1	2		8(4,60)
13h x 3									2		2(1,15)
13h x 5		1									1(0,57)
13h x 6											0
13hx105								1			1(0,57)
13h x 106								1			1(0,57)
16h x 3								1		2	3(1,72)
16h x 5											0
16h x 6		1	1								2(1,15)
16h x 105										5	5(2,87)
16h x 106											0
109h x 3									2	1	3(1,72)
109h x 5	2										2(1,15)
109h x 6	7	7	10	1					8	1	34(19,54)
109hx105		2							1		3(1,72)
109hx106										1	1(0,57)
Totales por reproductor											
11h	3	9	8	21	16	20	15	10	9	4	115(66,09)
13h		1						2	2	0	5(2,87)
16h		1	1					1		7	10(5,7)
109h	9	9	10	1				0	11	3	43(24,71)
χ^2 entre hembras=100,62 ;; P < 0,001***											
3m						5	6	6	8	3	28 (16,09)
5m	2	1						1	0	1	5 (2,87)
6m	8	8	11	6	1	2	2	3	9	3	53(30,45)
105m	2	10	8	16	15	10	7	1	3	6	78(44,82)
106m		1				3		2	2	1	9(5,17)
χ^2 entre machos=71,31 ;; P < 0,001***											
NASIG			1								

Considerando, las puestas analizadas en 2006, se observa que el total de reproductores (6 machos y 5 hembras en T1 y 4 hembras y 5 machos en T2) han participado en la producción del conjunto de los individuos analizados.

Sin embargo no todos contribuyen en igual proporción, observándose diferencias estadísticamente significativas entre las contribuciones individuales. En cada uno de los lotes se observa que existe una hembra "dominante" (la H110 en T1 y la H11 en T2) que es la responsable del 50% del total de la descendencia producida, mientras que la descendencia de las otras hembras no supera en 20% (Tabla 11). Un patrón similar se observa en los machos, uno de ellos (M12 en T1 y M105 en T2) es "dominante" contribuyendo a más del 30% de la descendencia generada en ese lote, pero en este caso hay otro individuo que también contribuye de forma significativa (M7 en T1 y M6 en T2) (Tabla 11). Por otra parte, aunque en el total de las puestas hayan intervenido todos los reproductores no se han producido el total de los cruzamientos posible, pues en el caso del T1 no se han producido 6 de los 30 posibles (20%) y, de forma similar, en el T2 no se han producido 3 de los 20 posibles (15%), y al igual que cuando se consideran la aportación de cada reproductor, no todos los cruzamientos contribuyen en igual medida. En el caso del lote

T1 el 30% de todos los descendientes proceden de solo dos cruzamientos (H110 x M7 y H110 x M12) (Tabla 11a). En el caso del lote T2 (Tabla 11b) la situación es más drástica pues los cruzamientos H11x M105 y H109 x M6 son los responsables de un 60% de toda la descendencia analizada.

Resultados similares se observan si se considera cada día de puesta por separado (Tabla 12):

(1) en cada día solo se producen entre el 10 y el 40 % de todos los cruzamientos posibles. Por ejemplo, en la puesta 1.8 GB intervienen las 5 hembras y los 6 machos del lote T1, pero solamente se han producido 12 (40%) de los 30 cruzamientos posibles.

(2) Al igual que cuando se analizó la contribución de cada reproductor individual al total de la puesta, se observa que en cada una de ellas hay un cruzamiento preferente del cual proceden, entre el 14 y el 94% de los individuos de la puesta de un día concreto, por lo que esos individuos serían hermanos.

TABLA 12.-Participación de los reproductores por día de puesta.

	T-1	T-2
% de descendientes procedentes del mismo cruzamiento.	14-48% media =34,5%	25-94% media = 51,0%
% de descendientes aportados por una sola hembra.	35-66% media = 54,37%	45-100% media 74,0%
% de descendientes aportados por un solo macho.	33-87% media = 54,5	41-94% media = 57%
% de cruzamientos producidos sobre el total de posibles.	(sobre 30 posibles) 10-40% media = 25%	(sobre 20 posibles) 10-40% media = 28,5%

Estos resultados son concordantes con los obtenidos en años anteriores, mostrándose en la Tabla 13 un resumen de ellos:, y en ellos se constata que:

-No todos los individuos de cada lote de reproductores contribuyen a las descendencias en igual proporción a lo largo del periodo de puesta

-Aunque en una puesta intervienen más de 1 macho y/o una hembra, la mayoría de los descendientes obtenidos proceden en su gran mayoría de un cruzamiento único, por lo que un alto porcentaje de los descendientes obtenidos en un día concreto de puesta son hermanos.

Además de lo ya comentado anteriormente, estas peculiaridades deben ser tenidas en cuenta cuando deban sustituirse los actuales reproductores que componen estos lotes, sobre todo en el caso de que los futuros reproductores fueran a ser seleccionados a partir de descendencias de los actuales. En este contexto, si los futuros reproductores fueran seleccionados a partir de una o pocas de las puestas obtenidas a lo largo de todo el periodo de puesta, la endogamia, con los efectos negativos que esta conlleva, aumentaría rápidamente, pues aunque todos los individuos del lote de reproductores contribuyan a las descendencias, en la mayoría de los casos, las descendencias obtenidas en un día concreto se

corresponden con la puesta de una sola hembra y un sólo macho y por tanto un alto porcentaje de los individuos seleccionados como futuros reproductores serían hermanos.

Tabla 13.- Resumen de las contribuciones individuales de cada reproductor en las descendencia analizadas en las puesta de los últimos 3 años en los dos lotes de reproductores.

(a) Lote T 1				
Código	Sexo	2004(6M:3H)	2005(7M:5H)	2006(6M:5H)
061B-1140 (2)	M	NO ANALIZADO	6,41%	RIP
062E-5530 (4)	M	NO ANALIZADO	87,18%	3,57%
061B-1E43 (7)	M	NO ANALIZADO	0	27,86%
064E-EA2A 061B-15D8 (9)	M	(T2=0)	0	4,28%
0643-A4DF (10)	M	(T2=0)	0	12,14%
064F-37CD 061B-1ED8(12)	M	NO ANALIZADO	2,56%	32,14%
061B-1D38 (17)	M	(T2=0)	3,87%	20,0%
0643-7FC2 (15)	H	(T2=2,98%)	28,20%	16,43%
1AE3 (104)	H	NO	0	6,43%
061B-108D (107)	H	NO	0	18,57%
0643-8337 (110)	H	NO	11,54%	50,71%
061B-340F (111)	H	NO	60,25%	7,85%
% CRUCES SOBRE TOTAL POSIBLE HEMBRAS QUE INTERVIENEN MACHOS QUE INTERVIENEN % DESCENDIENTES QUE COMPARTEN UN GENITOR		NO ANALIZADO	8/35 =22,86%	24/30=80%
		NO ANALIZADO	3/5=60%	5/5= 100%
		NO ANALIZADO	4/7=57,14%	6/6=100%
			87,18%	50,71%
		NO ANALIZADO		

(b) Lote T2				
Código	Sexo	2004(5M; 4H)	2005(4H:6M)	2006(4H:5M)
064E-DB32 (3)	M	92,53%	32,78%	16,09%
061B-0668 (5)	M	7,46%	9,83%	2,87%
064E-AE97 (6)	M	(T1 NO ANALIZADO)	47,54%	29,88%
064E-EA2A		0		
061B-15D8 (9)	M		(T1=0)	(T1=4,28%)
0643-A4DF (10)	M	0	(T1=0)	(T1=12,14%)
061B-1D38 (17)	M	0	(T1=3,87%)	(T1=20%)
064E-ACA5 (105)	M	NO	4,09%	45,40%
A953 (106)	M	NO	5,74%	5,17%
0643-A12E (1)	H	0	RIP	-----
061B-1E78 (8)	H	50,74%	RIP	-----
064F-118F (11)	H	(T1 NO ANALIZADA)	11,47%	66,09%
061B-2F8E (13)	H	(T1 NO ANALIZADA)	0	2,87%
064E-6D33 (14)	H	46,26%	RIP	-----
0643-7FC2 (15)	H	2,98%	(T1=28,20%)	(T1=16,43%)
064E-8D1D (16)	H	(T1 NO ANALIZADA)	9,84%	5,7%
061B-3F5E (109)	H	NO	78,68%	24,71%
% CRUCES SOBRE TOTAL POSIBLE		4/20 =20%	9/24=37,5%	17/20=85%
HEMBRAS QUE INTERVIENEN		3/4= 75%	3/4= 75%	3/4= 75%
MACHOS QUE INTERVIENEN		2/5=40%	5/6=83,33%	5/5=100%
% DESCENDIENTES QUE COMPARTEN UN GENITOR		92,53%	78,68%	66,09%

3.2.3.2.2. Análisis de la evolución temporal de las puestas.

Los resultados anteriores apuntan a que aunque todos los reproductores participan en el total de las puestas no todos contribuyen de igual manera pues existen un macho y una hembra dominante en cada lote, y que en cada puesta individual son pocos los reproductores que interviene (por término medio una o dos parejas). Queda por último analizar la contribución relativa de un determinado reproductor a lo largo del periodo de puesta. En las Figuras 9 y 10 se representa el porcentaje de descendencia correspondiente a cada reproductor a lo largo del periodo de puesta analizado. En el caso de lote T1, existe independencia entre la fecha de puesta y la contribución a ella de reproductores concretos. En este lote la H110 es la preponderante durante todo el periodo de puesta analizado, con excepción de los últimos días de puesta en los que las hembras 15 y 107 se alternan y compiten con ella. En cuanto a los machos, parece que en los primeros días de puesta es el M7 el que más contribuye, descendiendo el contribución a medida que transcurre el periodo de puesta, siendo sustituido por el M12, sin embargo no se observan diferencias estadísticamente significativas cuando se compara la contribución específica de cada macho reproductor con el momento de puesta ($\chi^2=16.27$ $P=0.09$). Sin embargo en el lote T2 parece apreciarse una situación algo distinta. Mientras que durante los primeros días de puesta la H109 es la preponderante, la H11 empieza a aumentar su contribución para en el periodo intermedio pasar a ser ella la preponderante y al final del periodo de puesta las dos presentan un contribución muy similar. En este caso si existen diferencias estadísticamente

significativas cuando se correlacionan el momento de puesta y la contribución de cada reproductor concreto. Para el caso de los machos de este lote también se observa un comportamiento diferente según el momento de la puesta. En las primeras (2.1-2.2 y 2.3) el M6 es el preponderante disminuyendo rápidamente su contribución siendo sustituido por el M105, pero ambos disminuyen su contribución aunque siguen dejando descendientes durante el periodo intermedio de puesta para aumentar su contribución en los momentos finales.

FIGURA 9.-Evolución de la contribución temporal a la puesta de las hembras. .

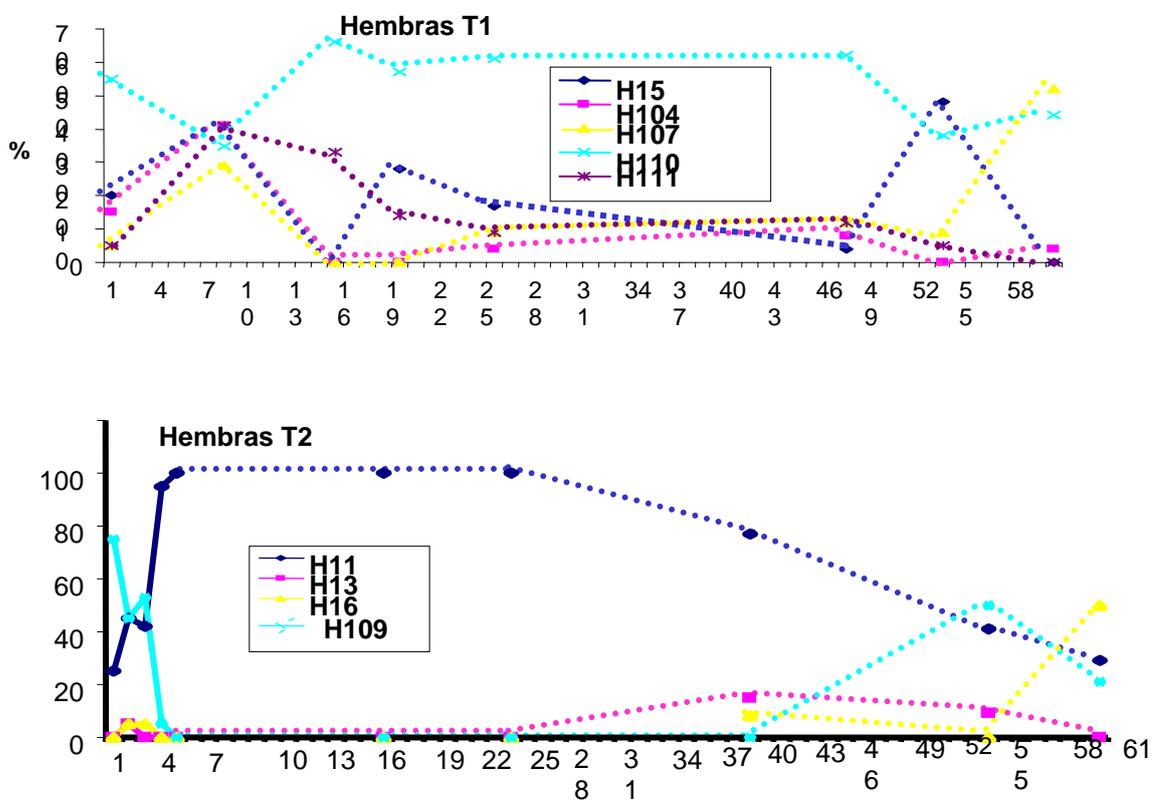
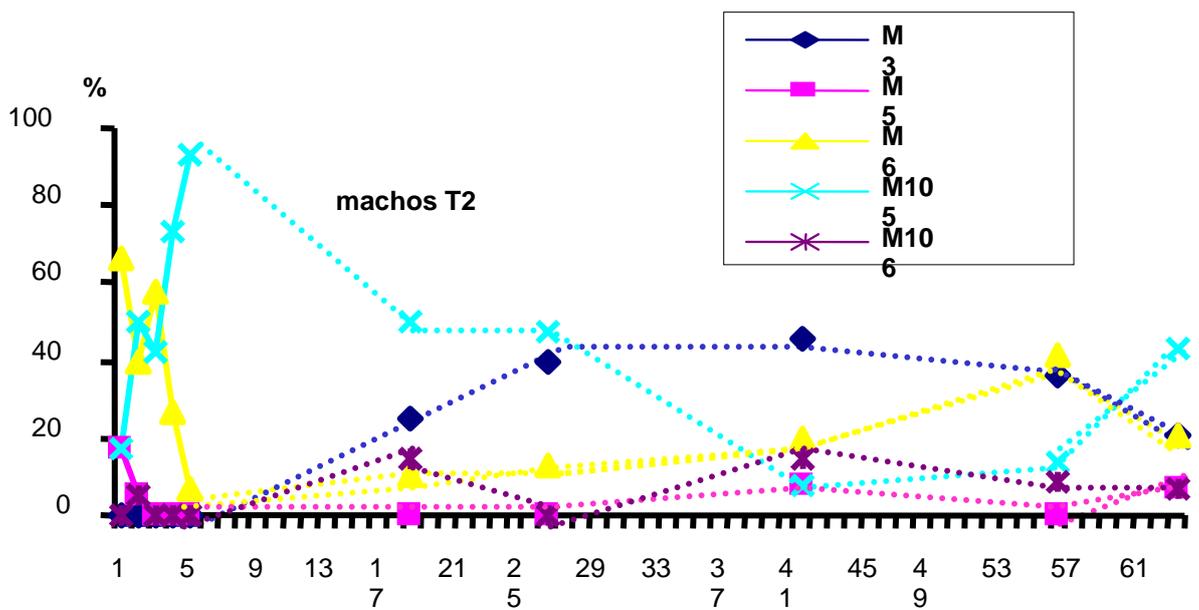
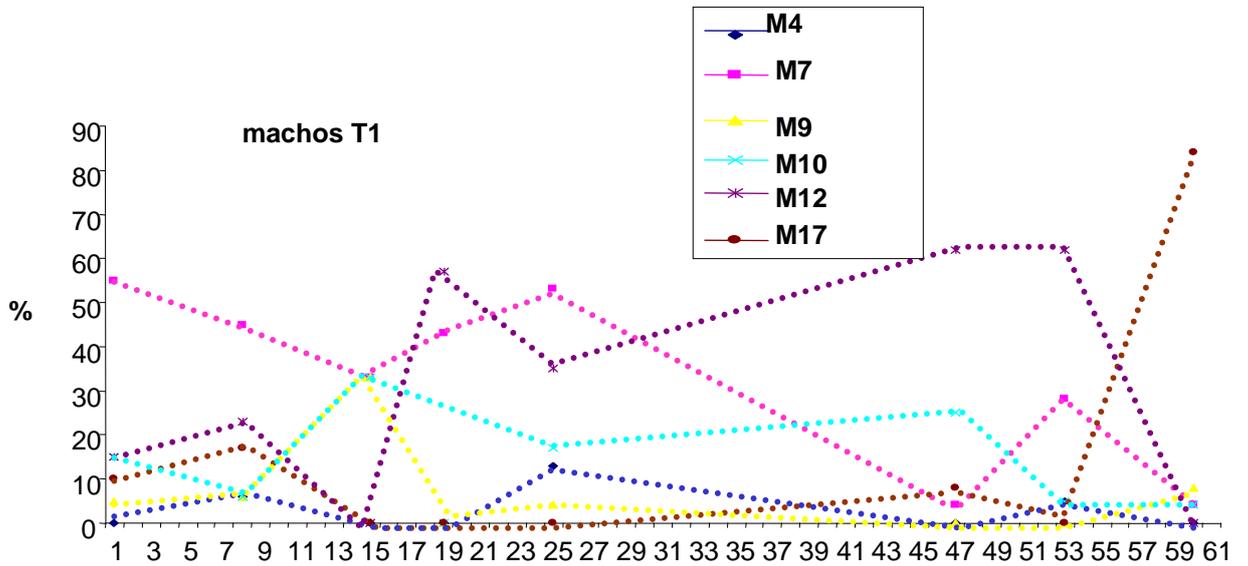


FIGURA 10.-Evolución de la contribución temporal a la puesta de los machos de los dos lotes



3.2.3.2.3. Análisis las descendencias obtenidas del lote de reproductores de dentón del LIMIA.

El lote de descendientes (49) analizado se corresponde con larvas procedentes de la puesta de un día del grupo de 25 individuos que forman parte del grupo Tanque, mostrándose en la Tabla 14 el número de descendientes asignados a cada reproductor y a cada cruzamiento particular.

A dos de los descendientes analizados no se les asignó pareja de parentales pues los dos reproductores más probables son del mismo sexo y cuando se intenta asignarlos a una pareja de distinto sexo uno de los reproductores presenta una probabilidad muy baja, por lo creemos es más apropiado no asignarlos a ningún cruzamiento particular.

TABLA 14 .- Número de descendientes asignados a cada reproductor y a cada cruzamiento particular en la descendencia analizada del stock de dentón del LIMIA.

Reproductores	Nº descendientes asignados	Reproductores	Nº descendientes asignados
R2H	2	R26M	3
R3 H	1	R29 H	4
R4 M	1	R32 M	1
R5 M	1	R33 M	1
R7 H	2	R34 H	1
R8 H	4	R36 M	4
R15 M	3	R39 H	3
R16 M	1	R40 H	3
R17 M	3	R44 H	2
R23 M	1	R47 M	2
R24 M	1		
CRUZAMIENTOS			
CRUZAMIENTOS	Nº descendientes asignados	CRUZAMIENTOS	Nº descendientes asignados
R2 X R4	1	R34X R26	1
R2 X R36	1	R39 X R17	1
R3 X R33	1	R39 XR36	1.
R7 X R36	2	R39 X R47	1
R8 X R15	2	R40 X R16	1
R8 X R17	2	R40 X R26	1
R29X R15	1	R40 X R32	1
R29 X R23	1	R44 X R5	1
R29 X R24	1	R44 X R26	1
R29 X R47	1		

Al resto de los individuos analizados se les asignó una pareja de reproductores más probables encontrándose que en dicha puesta intervinieron 21 de los 25 (84%) individuos, (las 9 hembras y 10 de do los 12 machos) que conforman el lote Tanque, produciéndose 19 (17,59%) de los 108 (9 x12) posibles cruzamientos. Al contrario que en las descendencias analizadas pertenecientes al lote de denton del IRTA, en este caso no se observa una pareja pre-dominante responsable de una alta proporción de descendientes, ya que todos los cruzamientos producen 1 o 2 descendientes. Tampoco se observa que un reproductor particular (macho o hembra) tenga una aportación substancialmente mayor que el resto, pues a nivel individual cada reproductor contribuye con 1 a 4 descendientes.

Ahora bien, estos resultados deben ser tomados con cautela, pues como ya se indicó en el apartado II.2, los bajos niveles de variabilidad y el alto grado de parentesco entre estos individuos, repercute en un bajo poder de discriminación entre individuos (PIC próximos a 0,6), y de hecho, mediante simulación y utilizando descendencias virtuales, se ha comprobado que cuando se realizan asignaciones de individuos de origen desconocido (descendientes) a los parentales del lote Tanque, la probabilidad de acierto está próxima al 50%,.

3.2.3.2.4. Análisis las descendencias obtenidas del lote de reproductores de sargo picudo del LIMIA.

Aunque se disponía de 7 puestas producidas en fechas diferentes por el lote de reproductores de *Diplodus puntazzo*, no se procedió a asignarles reproductores pues dados los resultados obtenidos al analizar la variabilidad genética y las relaciones de parentesco entre los individuos de este lote (véase apartado III.1.3 , Tablas 7 y 8 y Figura 6), la fiabilidad de las asignaciones que se pueden efectuar con estas descendencias son muy bajas (menores del 40%).

3.2.3.2.5. Análisis de las descendencias del lote de reproductores de besugo del IEO de Vigo.

En total se analizaron, para los 12 loci microsatélites seleccionados, 208 larvas procedentes de 6 puestas del lote reproductor R1 (N=35) producidas en 2005, aunque se desconoce la fecha exacta de cada puesta estas abarcan diferentes momentos.

Dados los altos valores de variabilidad y PIC (véase apartado II.1.4 y Tabla 9) el porcentaje de acierto en las asignaciones las asignaciones se estima próximo al 98% en todos los grupos.

Como se observa en la Tabla 15, en todos los grupos de descendencias analizadas, se ha podido asignar, con una alta probabilidad, una pareja de reproductores a un alto porcentaje de descendientes, con la excepción de la muestra Tubo3, en la cual solo se pudo asignar una pareja de reproductores, con alta fiabilidad, al 50% de los descendientes analizados. El comportamiento diferente de este grupo puede ser debido a la participación en esa descendencia de algún reproductor que presente alguna peculiaridad genética que reduzca la posibilidad de asignación, como puede ser la existencia, en ese reproductor, de un alelo nulo que, lo que haría que tuviésemos un error de genotipado tanto para el como para sus descendientes portadores de dicho tipo de alelo.

TABLA 15. Porcentaje de individuos asignados a una pareja de reproductores con alta probabilidad (> 98%) en cada una de las descendencias de besugo analizadas.

Grupo	% de individuos asignados
Tubo1	100
Tubo2	93,75
Tubo3	50
Tubo4	92,8
Tubo5	100
Tubo6	100
Total	91,44 (97,36)*

(*) Entre paréntesis, valores totales sin considerar el tubo 3.

En la época en que se produjeron las puestas, se desconocía el sexo de los reproductores. En los procesos de asignación no podemos determinar que parental actúa como macho o hembra, ni descartar por tanto que en algunos casos se asigne un individuo a un cruzamiento entre dos reproductores del mismo sexo (macho x macho o hembra x hembra) .Sin embargo si podemos evaluar si se han cometido errores de este

tipo en las asignaciones realizadas, pues en función de las asignaciones realizadas es posible clasificar a los reproductores en dos grupos con sexos distintos (sexo A o B), habiéndolos comprobado que cada reproductor individual mantuvo ese sexo a lo largo de las puestas.

Para los análisis que se comenta a continuación se ha excluido la muestra Tub3 ya que en ella, como se indicó anteriormente, solo se ha podido asignar una pareja de reproductores, con alta fiabilidad al 50% de los descendientes analizados, lo que representa menos de 20 individuos.

Las Figuras 9 y 10 muestran la contribución de cada parental y de los distintos cruzamientos encontrados en las puestas analizadas.

En la Figura 9 podremos observar como no todos los individuos del lote (35) participan en las puestas de cada día, en las cuales el número de individuos participantes oscila entre 16 (45,71%) en Tub1 y 11 (31,43%) en Tb2. De igual forma no todos los individuos que participan contribuyen por igual a las descendencias. Así dentro del grupo de individuos a los que atribuimos sexo A (sombreados en rojo en la Figura 9) 1 ó 2 individuos (32 y 17) son los que mas contribuyen en todas las puestas, mientras que para los individuos agrupados en el sexo B (sombreados en gris en la Figura 9) aunque esta situación no es tan patente también hay dos individuos (15 y 19) que contribuyen de forma significativamente mayor a las descendencias que el resto de reproductores de su mismo sexo, pero en general , si exceptuamos el Tub1,pero no hay diferencias considerables entre los diferentes grupos.

En cuanto a los cruzamientos que dan origen a los descendientes analizados en cada puesta (Tabla 10) , se aprecia que no se producen el total de los posibles en función del número de reproductores que aportan descendientes a la puesta. Así, en el caso de la puesta Tub1, hemos comprobado que participaron 7 individuos de sexo A y 9 de sexo B por lo que se podrían producir un total de 63 cruzamientos, pero sin embargo solo se produjeron 14 (22,22%) (Figura 10).En las otras puestas la situación es similar, solo se producen entre un 30,95% (Tub6) y un 42,86% (Tub4) de los cruzamientos posibles. También se observa que en cada puesta hay un cruzamiento preferente que aporta una mayor parte de los individuos de esa puesta,, aunque las parejas dominantes en un grupo difieren en general de otros grupos. Igualmente, podemos observar que aun cuando a nivel individual un parental aporta gran en dos grupos diferentes, lo hace en diferentes apareamientos, dando lugar a parejas parentales diferentes.

FIGURA 9.- Contribución de cada reproductor a las puestas de besugo (*Pagellus bogaraveo*) analizadas. (en distintos colores se representan los individuos según el sexo que se les asignó teóricamente)

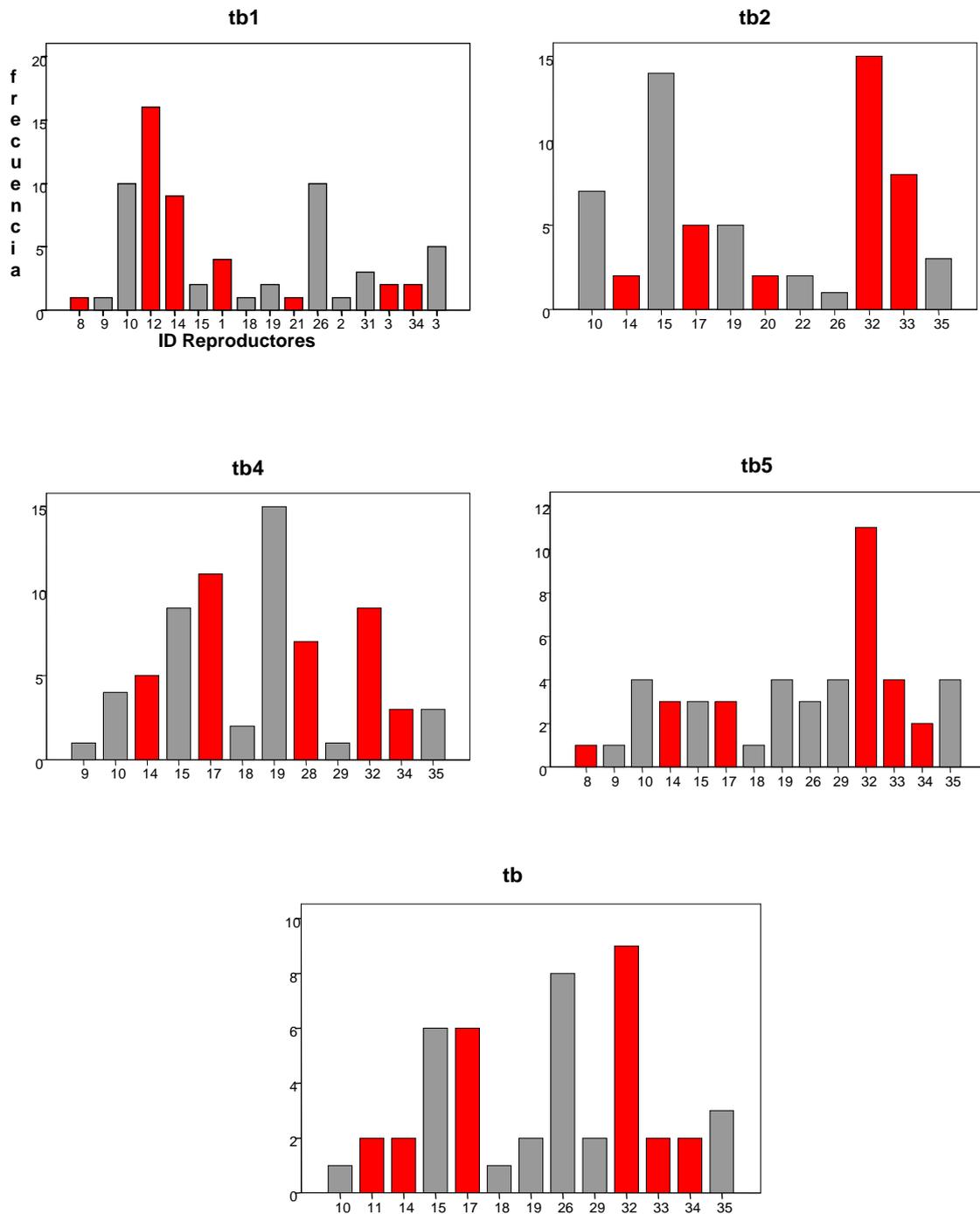
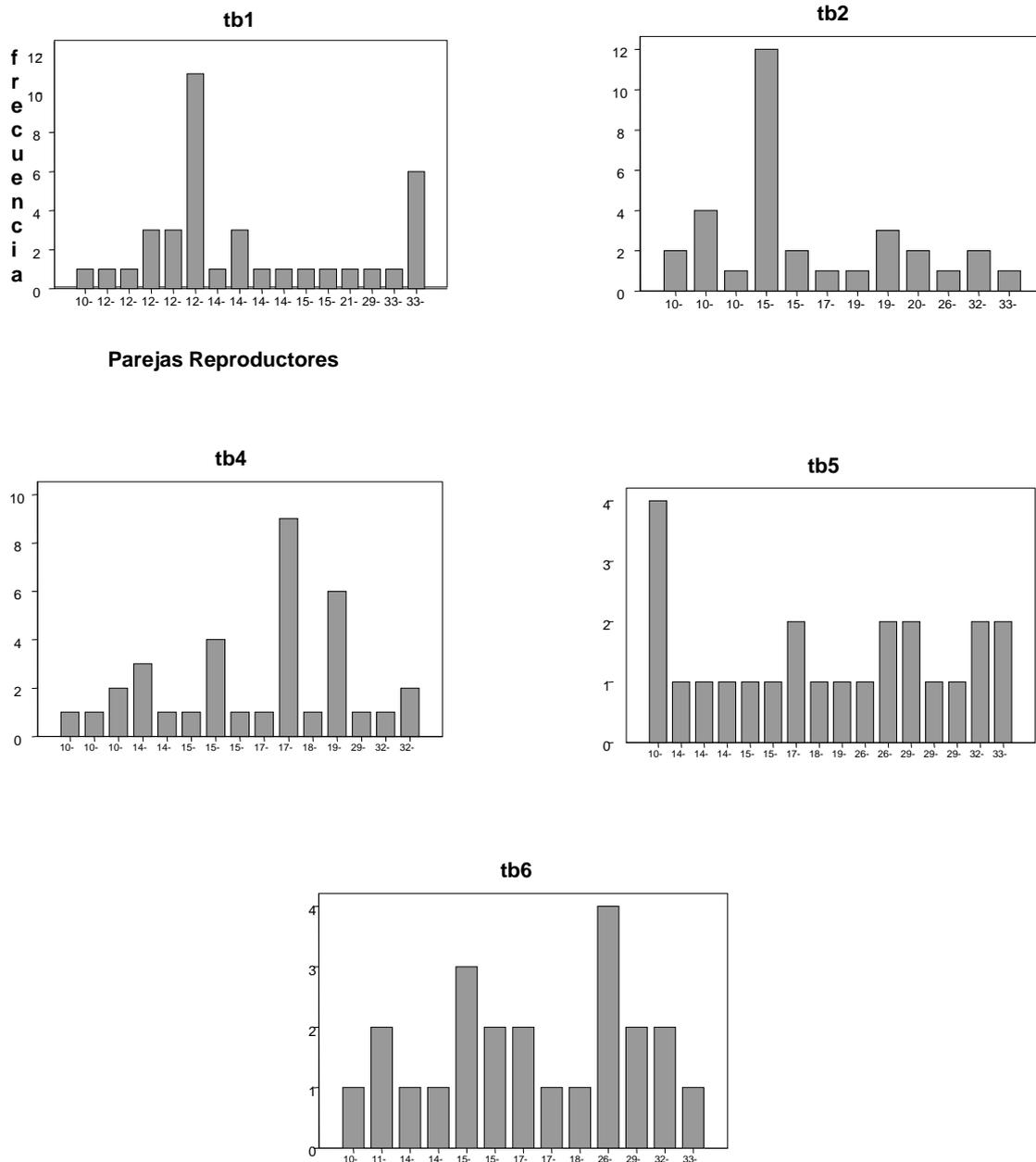


FIGURA 10.- Parejas de reproductores, que interviene, y contribución de cada una de ellas, a las puestas de besugo (*Pagellus bogaraveo*) analizadas.



Una vez determinadas las parejas de parentales que participan en cada una de las puestas se procedió a comparar las distintas puestas para conocer si en todas participaban, y con igual proporción las mismas parejas de reproductores.

Los análisis a nivel individual, considerando cada reproductor por su aportación individual a la puesta, (Tabla 16) mostraron falta de independencia entre los parentales participantes y la muestra analizada, excepto en el caso de Tb5 frente a Tb6. Es decir, existen diferencias significativas entre la participación de los parentales en una muestra u otra, excepto entre los dos grupos mencionados, lo que

puede sugerir que estos dos grupos pueden haber sido recogidos en días muy próximos o incluso en el mismo día.

TABLA 16.- p-valores obtenidos en las diferentes pruebas de independencia [* , indica aquellos valores que son significativos después de aplicar la corrección secuencial de Bonferroni ($\alpha = 0.05$)].

	Tb1	Tb2	Tb4	Tb5
Tb2	0.000*	-		
Tb4	0.000*	0.001*	-	
Tb5	0.001*	0.084	0.010*	-
Tb6	0.001*	0.012*	0.004*	0.560

También se puede observar en la Tabla 16, que el Tb2 no presenta diferencias significativas frente al Tb5, pero si ante Tb6 lo que excluiría que perteneciesen a puestas producidas en días próximos a las anteriores.

Parece pues, que a lo largo del periodo de puesta analizado intervienen distintos reproductores y que cada uno de ellos contribuye a las puestas particulares con proporciones diferentes.

También se comprobó la participación de los reproductores a nivel de pareja, buscando si existe una o mas parejas que predominen sobre las otras y si este patrón se repite o altera en las diferentes puestas, mostrándose los resultados obtenidos en la Tabla 17

TABLA 17:- Los p-valores en las pruebas de independencia considerando las parejas y su participación en las diferentes puestas [* , indica aquellos valores que son significativos después de aplicar la corrección secuencial de Bonferroni ($\alpha = 0.05$)].

	Tb1	Tb2	Tb4	Tb5
Tb2	0.000*	-		
Tb4	0.000*	0.000*	-	
Tb5	0.003*	0.012*	0.048	-
Tb6	0.001*	0.001*	0.016*	0.536

Igual que en el caso anterior, se observaron diferencias significativas entre todos los grupos excepto entre Tb5 y Tb6, lo que viene a apoyar la hipótesis de que estos dos grupos pertenecen al mismo momento o a momentos próximos dentro de la puesta.

REFERENCIAS

- Álvarez, J.; Blanco, G.; Vázquez, E. y Sánchez, J.A. (2005). Aplicación de siete nuevos marcadores de microsatélites a los programas de cultivo de besugo (*Pagellus bogaraveo*, Brünlich, 1768). En: La Acuicultura como actividad económica en las zonas costeras. Actas IX Congreso Nacional de Acuicultura (Octubre 2005, Sevilla). Ed. Junta de Andalucía (S1400.2005). pags :121-125 Sevilla
- Beaumont, A.R. y Hoare, K. (Eds.) (2003). *Biotechnology and genetics in Fisheries and Aquaculture*. 158 pp. Blackwell Publishing
- Bentzen, P. y col., 1991. Cloning of hypervariable minisatellite and simple sequence microsatellite repeats for DNA fingerprinting of important aquacultural species of salmonids and tilapia. En: *DNA Fingerprinting Approaches and Applications*. Basel: Birkhauser Verlag, pp.243-262.
- Bernardo, D; Piñera, J.A.; Blanco, G.; Vázquez, E. y Sánchez, J.A. (2004). Development of microsatellite markers in *Pagellus bogaraveo* and their usefulness in other five species with interest in aquaculture. *European Aquaculture Society. Special Publication 34*:160-161. (ISBN90-71625-18-4)
- Blouin, M.S., Parson, M., Lacaille, V., Lotz, S. 1996. Use of microsatellite loci to classify individuals by relatedness. *Molecular Ecology*. 5, 393-401
- Borrell, Y. 2002. Loci de microsatélites como marcadores genéticos para la mejora del rendimiento en acuicultura de especies marinas. Tesis de doctorado. Universidad de Oviedo.
- Borrell, Y.; Álvarez, J.; Vázquez, E.; Sánchez, J.A.; Fernández Pato, C.; Martínez Tapia, C.; y Blanco, G. 2002. Aplicación preliminar de marcadores de microsatélites a los programas de cultivo del rodaballo (*Scophthalmus maximus* L.). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. 18: 203-209.
- Borrell YJ, Álvarez J, Vázquez E, Fernández C, Martínez C, Sánchez JA, Blanco G. (2004). Applying microsatellites to the management of turbot stocks (*Scophthalmus maximus* L.) in hatcheries. *Aquaculture* 241:133-150.
- Borrell, Y.; Blanco, G.; Vázquez, E.; Piñera, J.A.; Jiménez, G.; Estévez, A. y Sánchez, J.A. (2008) Assessing the spawning season in common dentex (*Dentex dentex*) using microsatellites. *Aquaculture Research*. En prensa
- Brown R.C., Woolliams J.A. y McAndrew B.J. (2005) Factors influencing effective population size in commercial populations of gilthead seabream, *Sparus aurata*. *Aquaculture* 255, 219-255.
- Constable, J.L.; Ashley, M.; Goodall, J.; y Pusey, A.E. 2001. Noninvasive paternity assignment in Gombé chimpanzees. *Molecular Ecology*. 10: 1279-1300.
- Danzmann, R.G. 1997. PROBMAX: a computer program for assigning unknown parentage in pedigree analysis from known genotypic pools of parents and progeny. *Journal of Heredity*. 88: 333.
- De la Herrán, R.; Magoulas, A.; Garrido-Ramos, M.A.; Ruiz-Rejón, C.; Ruiz-Rejón, M y Zorros, E. 2005. Desarrollo de microsatélites en tres especies de esparidos con interés en acuicultura. IX Congreso nacional De Acuicultura. Editado por la Junta de Andalucía.)
- Dear, P.H. (Ed.) 1997. *Genome mapping. A practical approach*. IRL Press. Oxford University Press.
- Estoup A., Angers B. (1998) Microsatellites and minisatellites for molecular ecology: theoretical and empirical consideration. In: Carvalho G.R. (Ed.), *Advances in Molecular Ecology*. IOS Press, Amsterdam: 55-86.
- Gimenez G., Estevez A., Lahnsteiner F., Zecevic B., Bell J.G., Henderson R.J., Piñera J.A. y Sanchez-Prado J.A. (2006). Egg quality criteria in common dentex (*Dentex dentex*). *Aquaculture* 260, 232-243.
- Gjedrem, T. 1992. Breeding plans for rainbow trout. *Aquaculture*, 100: 73-83.
- Gjerde, B.; Gunnes, K.; y Gjedrem, T. 1983. Effect of inbreeding on survival and growth in rainbow trout. *Aquaculture*. 34: 327-332.

- Hadrys, H. y col., 1992. Applications of random amplified polymorphic DNA (RAPD) in molecular ecology. *Molecular Ecology*, 1: 55-63.
- Kimwele, C.N.; y Graves, J.A. 2003. A molecular genetic analysis of the communal nesting of the ostrich (*Struthio camelus*). *Molecular Ecology*. 12: 229-236.
- Li, L.; Xiang, J.; Liu, X.; Zhang, Y.; Dong, B. y Zhang, X. 2005. Construction of AFLP-based genetic linkage map for Zhikong scallop, *Chlamys farreri* Jones et Preston and mapping of sex-linked markers. *Aquaculture*. 245: 63-73.
- Maldini, M.; Marzano, F.N.; González Fortes, G.; Papa, R. y Gandolfi, G. 2006. Fish and seafood traceability based on AFLP markers: Elaboration of a species database. *Aquaculture*. 261: 487-494.
- Marshall, T.C.; Slate, J.; Kuuk, L.E.B.; y Pemberton, J.M. 1998. Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. *Molecular Ecology*. 7: 639-655
- Moura Duarte, J.; Bosco dos Santos, J. y Cunha Melo, L. 1999. Comparison of similarity coefficients based on RAPD markers in the common bean. *Genetics and Molecular Biology*. 22:427-432.
- Nesje, M.; Røed, K.H.; Lifjeld, J.T. Lindberg, P. y Steen, O.F. 2000. Genetic relationships in the peregrine falco (*Falco peregrinus*) analysed by microsatellite DNA markers. *Molecular Ecology*. 9: 53-60.
- Norris, A.T., Bradley, D.G., Cunningham, E.P. 2000. Parentage and relatedness determination in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) using microsatellite markers. *Aquaculture* 182, 73-83.
- Papa, R., Troggio, M., Ajmone-Marsan, P., Nonnis Marzano, F. 2005. An improved protocol for the production of AFLP markers in complex genomes by means of capillary electrophoresis. *J. Anim. Breed. Genet.* 122, 62-68
- Piñera, J.A.; D, Bernardo; G, Blanco; E, Vázquez and J, A, Sánchez, (2006), Isolation and characterization of polymorphic microsatellite markers in *Pagellus bogaraveo*, and cross-species amplification in *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*, *Molecular Ecology Notes* : 6:33-35,
- Piñera, J.A.; Bernardo, D; Blanco, G.; Vázquez, E. y Sánchez, J.A. (2004). Finding my parents: how many genetic markers are needed?. *European Aquaculture Society. Special Publication* 34:661-662. (ISBN90-71625-18-4)
- Piñera y col. 2007. Genetic diversity of blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*) populations off Spanish Coasts: a preliminary study *Mar. Biol.* 151:2153-2158;
- Queller, D.C.; y Goodnight, K.F. 1989. Estimating relatedness using genetic markers. *Evolution*. 43: 258-275.
- Richard, M. y Thorpe, R.S. 2001 Can microsatellites be used to infer phylogenies?. Evidences from populations affinities of the Western Canary Island lizard (*Gallotia galloti*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 20:351-360
- Sonstebø, J. H. ; Borgström, R, y Heun, M. 2007. A comparison of AFLPs and microsatellites to identify the population structure of brown trout (*Salmo trutta*, L.) populations from Hardangervidda, Norway. *Molecular Ecology*. 16: 1427-1438.
- Swofford, D.L.; y Selander, B. 1989. BIOSYS-1: A FORTRAN program for the comprehensive analysis of electrophoretic data in population genetics and systematics. *Journal of Heredity*. 72: 282-302.
- Sullivan, J.P.; Lavoué, S.; Arnégard, M.E. y Hopkins, C.D. 2004. AFLPs resolve phylogeny and reveal mitochondrial introgression within a species flock of African electric fish (Mormyroidea: Teleostei). *Evolution*. 58: 825-841.
- Vos, P. et al.. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research*. 23: 4407-4414.
- Wang J. (2004) Sibship reconstruction from genetic data with typing errors. *Genetics* 166, 1963-1979.

Ward, R.D. y Grewe, P.M. 1995. Appraisal of molecular genetic techniques in fisheries.
En: Molecular Genetics in Fisheries (eds Carvalho, G.R. y Pitcher, T.J.); pp. 29-54.
Chapman & Hall. Londres.

3. ACTIVIDADES POR EQUIPOS.

3.3. Comunidad Autónoma de Baleares. LIMIA.

“Creación de stocks de reproductores y suministro de huevos y larvas de dentón y sargo picudo”.

3.3.1. Sargo Picudo.

En Primavera del 2004 tuvo lugar la primera reunión del grupo de trabajo en las instalaciones de la empresa PISCIMAR en Castellón con la finalidad de organizar el cultivo del Sargo picudo en las instalaciones de dicha empresa. En esta reunión se suministró al gerente de la empresa un protocolo de cultivo de la especie teniendo en cuenta las experiencias de cría y engorde realizadas en la “Estación de Acuicultura” del Govern Balear. Se nos mostraron las instalaciones preparadas para el cultivo y el stock de reproductores de que disponía la empresa.

En julio del 2004 se realizó en el LIMIA el recuento y muestreo de los ejemplares reproductores obteniéndose 580 ejemplares con un peso comprendido entre los 386,0 y los 742,00 g de peso. Se contactó con PISCIMAR para ofrecerles reproductores en caso de que necesitaran ampliar el stock.

PISCIMAR no obtuvo puestas y un cambio en la filosofía de la empresa hizo que abandonara el proyecto de producir alevines el año 2005.



En vista de que, finalmente, PISCIMAR desistió en su intención de participar en el proyecto de cría como centro de producción, ninguna otra empresa se involucró en la producción de esta especie y para que se pudieran realizar las pruebas de preengorde y engorde previstas en el proyecto. Se decidió realizar el cultivo larvario de esta especie en el LIMIA con el objetivo de suministrar a la Universidad Politécnica de Valencia alevines para realizar los ensayos de preengorde y engorde previstos.

En otoño del 2005, se muestrearon y seleccionaron cincuenta ejemplares reproductores de sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) del stock de cinco años de edad estabulado en una jaula flotante de 43 m³ de

volumen y 5,5 mts de diámetro. Estos cincuenta ejemplares fueron medidos (longitud total, longitud horquilla y longitud estándar), pesados y sexados. Al mismo tiempo, fueron marcados con un chip intramuscular de la casa AVID para tener los ejemplares identificados individualmente y se les seccionó un trozo de la aleta dorsal en su parte posterior para la realización del estudio de la caracterización genética del stock



Veintidós de estos ejemplares reproductores (once machos y doce hembras) de 942 g de media, se estabularon en el tanque de reproducción para observar si realizaban la puesta. No hubo puesta, lo que atribuimos a la manipulación del stock de reproductores en un momento demasiado cercano a esta y a una deficiente alimentación del mismo durante los tres años que el laboratorio permaneció en obras ya que algunas hembras presentaban retención de huevo.



A principios de octubre del 2006 se seleccionaron de la jaula de reproductores 25 ejemplares, 13 hembras y 12 machos, se estabularon en el tanque de reproductores exterior de 57 m³ con flujo continuo de agua y condiciones naturales de fotoperíodo y temperatura. La puesta comenzó el 15 de octubre y finalizó el 17 de noviembre. El 24 de octubre se seleccionó una puesta de 165.000 huevos para comenzar el cultivo. El huevo fue desinfectado con yodóforos al 1% durante 10 minutos y puesto a incubar en un tanque de 400 litros en circuito abierto a una densidad de 800 huevos/l. en circuito abierto y temperatura ambiente (23,7°C).

Una vez eclosionados, se sembraron tres tanques de cultivo de 1000 litros de capacidad a 50 larvas por litro y se realizó el cultivo siguiendo el protocolo empleado en nuestro laboratorio con esta especie. A los 50 días de edad y 50 mg de peso medio se pasaron 13.700 alevines a un tanques de nursery de 10.000 litros de capacidad en circuito abierto, equipado con comederos automáticos de destete.



El traslado de los alevines a Valencia para su preengorde y engorde, se realizó mediante un camión de transporte de pescado vivo de la Central Cantabra cuando los alevines alcanzaron 1,0 g de peso medio a los 133 días de edad.

3.3.2. Dentón.

El LIMIA figura en el proyecto como encargado de la producción de alevines de engorde juntamente con el IRTA y el criadero comercial de la empresa Alevines del Sureste S.L. (Aguilas Murcia). Esta empresa finalmente no se sumó al proyecto. En el LIMIA se realizó la cría del dentón los dos últimos años del proyecto debido a que las obras de reforma del laboratorio se alargaron un año más de lo previsto.

En diciembre 2005, se seleccionaron 23 ejemplares reproductores de dentón (*Dentex dentex*) con un peso medio de 2.6 kg, (8 hembras y 15 machos), del stock de reproductores de cinco-seis años de edad estabulados en una jaula flotante de 43 m³ de capacidad. Se trasladaron al tanque de reproductores de 57 m³ para su aclimatación antes de la puesta. Dicho tanque es de cemento, situado al aire libre (fotoperiodo natural) y está equipado con una arqueta para recogida del huevo superficial y flujo continuo de agua a temperatura ambiente.

La puesta fue natural, comenzó el 20 de marzo cuando la temperatura alcanzó los 15° y se prolongó hasta el 6 de junio. Se seleccionó una puesta del 20 de mayo para realizar el cultivo. Debido a la coincidencia con la puesta de la corvina se utilizaron solo dos tanques de 1000 litros para el cultivo larvario, el cual se realizó siguiendo el protocolo habitual utilizado por el LIMIA para la cría de esta especie. El día 70 de edad 2900 juveniles (2,9 % de supervivencia) de 2,85 g de peso medio se distribuyeron por tallas en dos jaulas pequeñas de 8 m³ en espera de su traslado a Valencia. Por distintos problemas en la UPV los peces no se vinieron a recoger en este momento y las altas temperaturas en el mar durante el mes de agosto de este año, que alcanzaron los 29° C, provocaron una infección por vibrio, que a pesar del tratamiento causó la muerte del 70% de la población. El resto de los ejemplares murieron en noviembre con 92.3 g de peso medio durante el traslado a Valencia por problemas en el ferry durante la travesía.

A finales de marzo del 2007, se seleccionaron 24 ejemplares reproductores de dentón (*Dentex dentex*) con un peso medio de 3,2 kg, (9 hembras y 15 machos), del stock de reproductores de seis-siete años de edad estabulados en una jaula flotante de 43 m³ de capacidad. Se trasladaron al tanque de cemento exterior de 57 m³ para su aclimatación antes de la puesta.

La puesta fue natural, comenzó el 6 de abril recogiendo huevo diariamente durante 71 días, en total se obtuvieron 48,5 x10⁶ de huevos. Debido al solapamiento con la puesta de la corvina y al estar todos los tanques de larvario ocupados, se esperó hasta principios de junio para comenzar el cultivo. Este se realizó en tres tanques de 1000 litros sembrando al inicio una densidad de 50 larvas/litro y siguiendo el protocolo habitual utilizado por el LIMIA para la cría de esta especie. La temperatura osciló entre los 20-25° C. El día 36 de edad, finalizado el destete, 4040 alevines (superv. 2'7 %) se trasladaron a un tanque de 10000 litros en circuito abierto. Con la subida de las temperaturas durante el mes de julio y agosto se repitieron los problemas patológicos del año anterior con un goteo continuo de mortalidad por vibrio a pesar de los tratamientos con antibióticos y baños antisépticos. A principio de Septiembre con 88 días de edad y 8 g de peso medio una infestación del lote por cryptocarion provocó la mortalidad del 56% de los ejemplares. La debilidad y mal estado general de este lote de peces ha hecho que el goteo de mortalidad continúe descartándose que los 200 ejemplares supervivientes puedan utilizarse para pruebas de engorde.

3.3.3 Análisis genético de los stocks de reproductores.

Sargo picudo

En otoño del 2005, se muestrearon y seleccionaron cincuenta ejemplares reproductores de sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) del stock de cinco años de edad estabulado en una jaula flotante de 43 m³ de volumen y 5,5 mts de diámetro. Estos cincuenta ejemplares fueron medidos (longitud total, longitud horquilla y longitud estándar), pesados y sexados. Al mismo tiempo, fueron marcados con un chip intramuscular de la casa AVID para tener los ejemplares identificados individualmente y se les seccionó un trozo de la aleta dorsal en su parte posterior para la realización del estudio de la caracterización genética del stock. Las muestras de aleta se conservaron en alcohol absoluto y se enviaron al Laboratorio de Genética Acuicola de la Universidad de Oviedo para su procesado.

En noviembre 2006, se tomaron muestras de huevo de siete puestas distintas de sargo, y muestras de alevines de tres meses de edad. Las muestras se fijaron en alcohol absoluto y se enviaron al investigador responsable de los análisis para su procesamiento.

Se ha realizado un seguimiento continuado del stock de reproductores marcado y analizado genéticamente controlándose las bajas y nuevas altas. Al haberse detectado en los análisis genéticos, un grado de consanguinidad altísimo, se ha decidido renovar el stock mediante la captura de ejemplares salvajes.

Dentón.

En diciembre del 05 se realizó la misma operación de muestreo, marcado y toma de muestras de aleta, con el stock de reproductores de dentón (*Dentex dentex*). No pudiéndose sexar los ejemplares debido a que en estas fechas se encontraban en reposo gonadal y no hay respuesta al masaje abdominal. Veinticinco de estos ejemplares al azar se estabularon en un tanque exterior de reproductores de 57 m³ de volumen, para prepararlos para la puesta, los veinticinco restantes se devolvieron a una jaula flotante de 5,5 mts de diámetro y 43 m³ de capacidad.

En mayo del 2006, se recogieron muestras de larvas de dentón de 27 días de edad, Las muestras se fijaron en alcohol absoluto y se enviaron al investigador responsable de los análisis para su procesamiento y un estudio de descendencia

Lote de reproductores de Dentón

Se ha analizado la variabilidad en los 49 individuos que componen el total del lote de reproductores y en un grupo de 25 individuos (**Tanque**) que son los posibles reproductores de los que proceden las descendencias analizadas.

TABLA 1.- Niveles de variabilidad y poder de exclusión de los 6 loci microsatélites analizados en los lotes de reproductores de dentón (*Dentex dentex*) del LIMIA.

Global						
Locus	Na	H(o)	H(e)	PIC	Exc(1)	Exc(2)
Dxd-16	7	0,830	0,752	0,708	0,348	0,528
Dxd-44	12	0,872	0,825	0,792	0,466	0,639
Dxd-33	4	0,408	0,527	0,423	0,137	0,233
Dxd-24	4	0,408	0,540	0,480	0,145	0,291
Dxd-11	11	0,673	0,812	0,783	0,457	0,634
Pb-Ovi-D102	8	0,896	0,828	0,794	0,464	0,639
MEDIAS	7,67	0,681	0,714	0,633	0,706	0,899
TANQUE						
Locus	Na	H(o)	H(e)	PIC	Exc(1)	Exc(2)
Dxd-16	6	0,826	0,693	0,693	0,329	0,511
Dxd-44	7	0,917	0,800	0,750	0,399	0,577
Dxd-33	2	0,320	0,411	0,322	0,081	0,161
Dxd-24	4	0,400	0,594	0,525	0,175	0,327
Dxd-11	8	0,600	0,798	0,754	0,410	0,590
Pb-Ovi-D102	8	0,917	0,837	0,795	0,465	0,640
MEDIAS	5,3	0,663	0,697	0,640	0,689	0,887
n = nº de individuos. Na = nº de alelos. H(o)= heterocigosidad observada. H(e) = heterocigosidad esperada. Exc(1)= probabilidad de exclusión del primer parental. Exc(2)= probabilidad de exclusión del segundo parental.						

Como se muestra en la Tabla 1, la variabilidad que presentan este grupo de individuos, tanto total, como el lote de reproductores separado (**Tanque**), es bastante baja, pues aunque el número medio de alelos por loci en el total de reproductores (49) es próximo a 8, este número desciende hasta 5,3 en el grupo **Tanque**, donde los valores de heterocigosidad media no superan el valor de 0,7, lo que indica y la existencia de individuos con genotipos muy parecidos y/o emparentados, encontrándose que un 32% de los individuos que conforman este lote tienen unos coeficientes de parentesco (r) mayores de 0,125, que es el valor teórico que se espera presenten aquellos individuos con relaciones de parentesco de medios hermanos (comparten un "padre"). Esta situación repercutirá en un bajo poder de discriminación entre individuos (PIC próximos a 0,6), y de hecho, mediante simulación y utilizando descendencias virtuales, se ha comprobado que cuando se realicen asignaciones de individuos de origen desconocido (descendientes) a los parentales del lote **Tanque**, la probabilidad de acierto está próxima al 41%,

Dos de los descendientes analizados no los asignamos pues los dos reproductores más probables son del mismo sexo y cuando buscamos asignarlos a una pareja de distinto sexo, uno de los reproductores presenta una probabilidad muy baja por lo creemos es más apropiado no asignarlos. Siguen interviniendo 21

de los 25 reproductores; las 9 hembras y 12 de los 15 machos. El individuo 13 no intervino en ninguna puesta. Se producen 19 (17,59%) de los 108 (9 x12) posibles cruzamientos . De los asignados los reproductores implicados y los cruzamientos ocurridos serían:

TABLA 2BIS Número de descendientes asignados a cada reproductor y a cada cruzamiento particular en la descendencia analizada del stock de dentón del LIMIA.

Reproductores	Nºdescendientes asignados	Reproductores	Nºdescendientes asignados
R2 H	2	R26 M	3
R3 H	1	R29 H	4
R4 M	1	R32 M	1
R5 M	1	R33 M	1
R7 H	2	R34 H	1
R8 H	4	R36 M	4
R15 M	3	R39 H	3
R16 M	1	R40 H	3
R17 M	3	R44 H	2
R23 M	1	R47 M	2
R24 M	1		
CRUZAMIENTOS	Nºdescendientes asignados	CRUZAMIENTOS	Nºdescendientes asignados
R2 X R4	1	R34X R26	1
R2 X R36	1	R39 X R17	1
R3 X R33	1	R39 X R36	1
R7 X R36	2	R39 X R47	1
R8 X R15	2	R40 X R16	1
R8 X R17	2	R40 X R26	1
R29X R15	1	R40 X R32	1
R29 X R23	1	R44 X R5	1
R29 X R24	1	R44 X R26	1
R29 X R47	1		

El lote de descendientes analizado se corresponde con larvas procedentes de la puesta de un día del grupo de 25 individuos que forman parte del grupo **Tanque** mostrándose en la Tabla 2 el número de descendientes asignados a cada reproductor y a cada cruzamiento particular. Los 48 descendientes analizados pudieron ser genotipados para los 6 loci microsatélites utilizados en este estudio. Los resultados de asignación indican que en dicha puesta intervinieron 21 de los 25 (84%) individuos que conforman el lote **Tanque**, produciéndose 19 cruzamientos distintos, procediendo 1 descendiente de cada uno de ellos, con la excepción de los cruzamientos R7xR36, R8xR15 y R8 x R17 del que proceden 2 de los descendientes analizados.

3. ACTIVIDADES POR EQUIPOS.

3.4. Comunidad Autónoma de Canarias. ICCM-ULPGC.

“Ensayos piloto de engorde de bocinegro”.

Se han realizado tres producciones de bocinegro de las cuales dos han sido transferidas a la empresa para su engorde, colaborando en el seguimiento de las mismas tanto en jaulas como en tanques en tierra.

3.4.1. Primera Producción de bocinegros.

3.4.1.1. Reproducción.

Para esta primera experiencia de producción, en el apartado de reproducción, se procedió a completar el stock de reproductores de la especie *P. pagrus*, hasta un total de unos 250 individuos de diferentes tallas. Debido a que estos reproductores tienen procedencia salvaje se ha considerado necesario no someterlos a ningún tipo de manejo. La alimentación que se les ha suministrado es alimento húmedo (choco, mejillón y boga, una vez a la semana) y pienso seco de reproductores (de la casa Proaqua 2 veces a la semana). Se mantienen en foto y termoperiodo natural. Y no se obtuvieron puestas de los reproductores propios durante esta experiencia, y se recurrió al envío de las mismas desde el Instituto Español de Oceanografía (IEO)-Centro Costero de Canarias, siendo imprescindible mezclar puestas de cuatro días consecutivos para poder alcanzar las densidades de cultivo deseadas.

3.4.1.2. Cultivo larvario y preengorde.

Esta experiencia supone la primera de una serie de trabajos encaminados al desarrollo de un sistema industrial de cría de alevines de bocinegro, una de las especies nuevas para la acuicultura que presenta un gran potencial de desarrollo. La técnica de cultivo empleada, sistema semi-intensivo utiliza una baja densidad larvaria (5-10 larvas/l) que fueron sembrados en estado de huevo. Para determinar los porcentajes de eclosión, se instalaron unos recipientes especialmente diseñados dentro de los tanques de cultivo larvario con huevos a la misma densidad que el sistema empleado para determinar el porcentaje de eclosión y supervivencia al tercer día.

Durante la fase de cultivo larvario se utilizó agua de mar previamente filtrada por un sistema de filtro de arena y pasada a través de un esterilizador por ultravioleta. Los parámetros ambientales considerados fueron, la salinidad que se mantuvo constante durante todo el proceso 37‰, oxígeno disuelto que fluctuó en torno a $6,5 \pm 1$ ppm y la temperatura, con una media $20 \pm 0,5$ °C. En cuanto a la iluminación, se utilizó una combinación de luz natural y luz artificial durante 24h horas al día hasta el día 45 de vida pasando posteriormente a foto periodo natural.

La renovación de agua se incrementó desde un 10% diario en las primeras etapas a un 100%/h al final del periodo de alevinaje.

Desde el día dos tras la eclosión hasta el día 20, la alimentación consistió en rotíferos (*Brachionus plicatilis*) alimentados con levadura de panificación y fitoplancton (*Nannochloropsis sp.*) y posteriormente enriquecidos con un producto comercial, Protein Selco (INVE Aquaculture, Bélgica), manteniendo una concentración 1-5 rotíferos/ml en el tanque larvario. Desde el día 15 hasta el 20 una vez al día se añadieron (25-250) nauplios de Artemia/l (Tipo AF, INVE Aquaculture, Bélgica), posteriormente desde el día 18 hasta el día 60 se añadieron metanauplios de Artemia (Tipo EG, INVE Aquaculture, Bélgica), enriquecidos con A₁ SELCO (INVE Aquaculture, Bélgica) a una concentración de 250-1000 metanauplios/l, tres veces al día. El

destete comenzó el día 20 utilizándose microdietas de la gama Genma (Skretting, Francia) diseñadas para peces marinos y finalizó a los 60 días de edad.

Durante todo la etapa de cultivo larvario, semanalmente se midió la talla total de 25 larvas por tanque utilizando un proyector de perfiles. Ante cada cambio de alimentación se recogieron muestras de larvas (500-1000 larvas/tanque), enriquecedor, presas y piensos utilizados. Estas se guardaron en atmósfera de nitrógeno en un congelador a -80°C para su posterior análisis bioquímico de (humedad, lípidos, ácidos grasos, proteínas y cenizas).

A los 60 días de edad los alevines fueron transferidos al área de alevinaje (pre-engorde), continuando la fase de destete y alevinaje hasta los 120 días de edad. Las condiciones experimentales, fueron diferentes a la etapa anterior, usando agua de mar sin filtrar. Con una salinidad que se mantuvo constante durante todo el proceso 37‰, oxígeno disuelto ($5,0 \pm 1,5$ ppm), temperatura $22 \pm 1,0$, y renovación de agua (100%/h). La alimentación consistió exclusivamente en dietas comerciales tipo Genma (Skretting; Francia).



Figura 1. Alevines en los tanques de preengorde

Con objeto de determinar la calidad de los alevines producidos a 65 y 105 días de edad se realizaron valoraciones de las deformidades morfo-anatómicas que aparecían en 100 individuos, mediante el estudio de placas de radiológicas de baja intensidad. Las anomalías detectadas de acuerdo con la clasificación de Boglione et al. 2001 fueron:

Anomalías de mayor interés en condiciones industriales:

Lo: Peces con desviaciones de columna:

(+) agudas se reflejan externamente.

(-) Ligeras, solo detectadas mediante observación directa en placas.

Ci: Cifosis.

Fu: Peces que mostraban fusiones vertebrales.

Ve: Peces sin vejiga

Op: Peces con falta total o parcial del opérculo.

NB: Anomalías mandibulares (-) ligeras, (+) agudas.

Resultados

Supervivencia y crecimiento.

Los porcentajes de eclosión y supervivencia a los 3 días se muestran en la Tabla 1 y figura 2.

Tabla 1. Porcentajes de eclosión y supervivencia al tercer día.

	Semi-Intensivo
% Eclosión	83,2±7,02
% Supervivencia a 3d.	83,5±6,13

La supervivencia desde el tercer día de vida hasta el día 60 fue de 4,5% registrándose la mayor mortalidad entre el día 15 y día 25.

La evolución del crecimiento en talla durante la fase larvaria, hasta los 50 días de edad, se muestra en la tabla 2 y Figura 3. El crecimiento durante el pre-engorde se expresa como crecimiento en peso fresco tal y como se observa en la Figura 4.

Tabla 2. Crecimiento y supervivencia de las larvas.

Tratamiento	Talla (mm)						Supervivencia
	Edad (días)						
	5	10	15	30	40	50	
Semi-Intensivo	3,1±0,24	4,1±0,31	6,0±0,46	8,2±1,56	16,4±3,07	23,5±2,75	4,5%

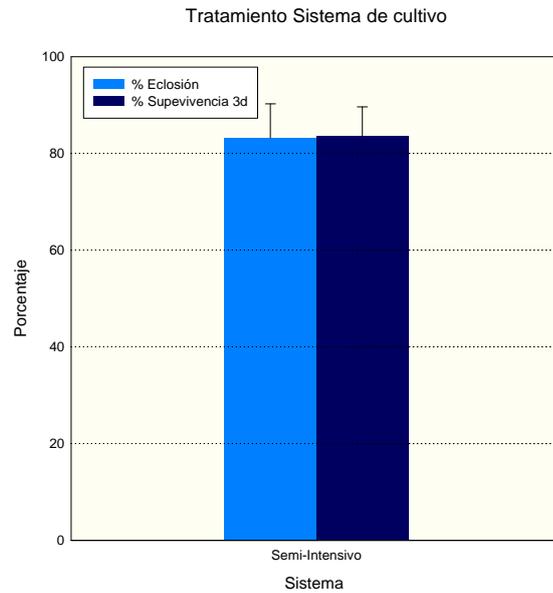


Figura 2. Porcentajes de eclosión y supervivencia al tercer día. n=3; media \pm DS.

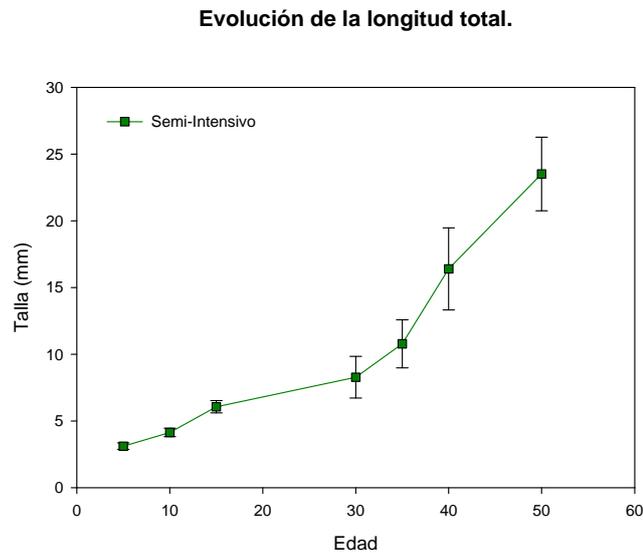


Figura 3. Crecimiento del bocinegro *Pagrus pagrus* en la etapa larvaria. n=25; media \pm DS.

Crecimiento del Bocinegro durante el preengorde

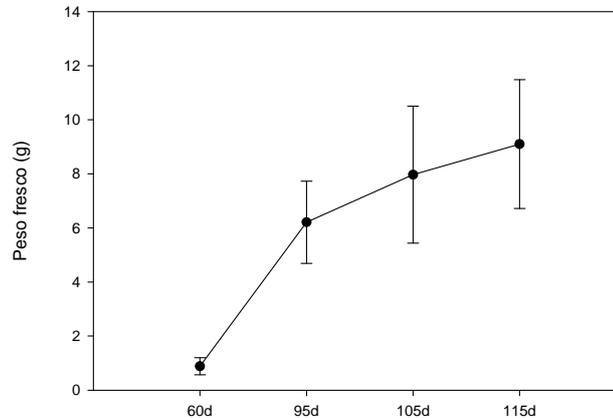


Figura 4 Crecimiento del bocinegro *Pagrus pagrus* durante la etapa de pre-engorde. n=25; media \pm DS.

Durante el pre-engorde se obtuvo una tasa de crecimiento diario media (TCD) de 4,7% y un factor de conversión de 0,9 alimentando con piensos comerciales. Durante esta etapa la mayoría de pérdidas fueron debidas a alevines que se saltan fuera del tanque durante la noche con una mortalidad inferior al 1%.

A los 110 días de edad de los alevines se procedió a la cesión de los mismos, la cantidad producida fue 30.000 alevines (con una media de 9g de peso), a la empresa Playa de Vargas 2001 S.L para continuar con el proceso de engorde en Jaulas.

Tabla 3: Relación de tamaño de grano y edad del alevin.

Edad (días)	Tamaño de grano (mm)
30-60	0,3-0,6
60-80	0,4-0,8
70-90	0,9-1,4
80-110	1,4-2,2



Figuras 5 y 6. Muestréos de biomasa total para envío de alevines a instalaciones de engorde.

Composición Bioquímica:

Se han realizado análisis bioquímicos, lípidos, proteínas, cenizas y ácidos grasos de de los productos enriquecedores y piensos utilizados (Tabla 4).

Tabla 4. Analítica proximal de los enriquecedores y productos utilizados para la alimentación. n=3- 4 (media % peso seco± Desviación Típica).

Productos	% Humedad	% Lípidos	% Proteínas.	%Cenizas
DHA. Protein Selco	3,87± 1,05	31,2±0,82	28,0±0,39	11,2±0,08
A1 Selco	27,9±0,37	79,8±5,74	1,98±1,15	2,0±0,36
Pienso G0,3	5,9±0,06	18,1±0,11	57,8±0,80	n.d
Pienso G0,5	3,8±0,03	16,0±0,02	59,7±0,39	8,19±0,01

La analítica proximal (humedad, lípidos, proteínas y cenizas) de las presas vivas utilizadas durante la etapa larvaria se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Analítica proximal de los rotíferos y Artemia utilizados.

	Rot. Levadura	Rot. DHA.PSelco	Nauplios AF	Nauplios EG	Metanauplios enriquecidos A ₁
% Humedad	92,5±	92,4± 0,73	89,2± 0,06	91,0± 1,60	91,6± 3,72
% Proteína	4,9± 0,58	4,1± 0,34	n.d	6,0± 0,72	4,4± 0,41
% Ceniza	0,9± 0,19	n.d	n.d	0,6± 0,02	0,75± 0,01
% Lípidos	21,5±	22,0± 3,84	17,9± 0,74	18,77±	26,21± 1,81

En la tabla 6 se detalla la analítica proximal y ácidos grasos (% total de AG) de las larvas, de diferentes edades.

Tabla 6 : Composición proximal (g/g peso seco) y ácidos grasos (% total de AG) de las larvas de bocinegro a los 12, 20, 35 y 50dpe en la experiencia 1.

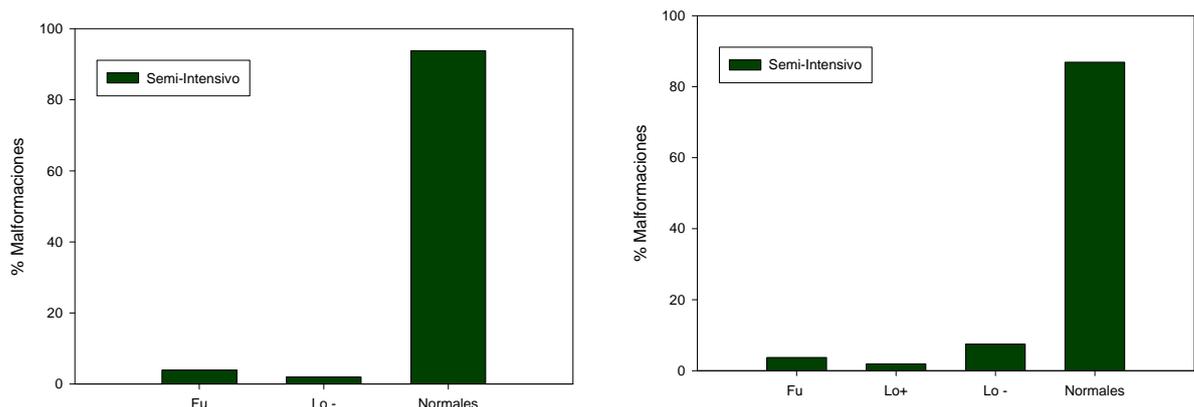
Edad	12dpe	20dpe	35dpe	50dpe
Tratamiento	SMI-04	SMI-04	SMI-04	SMI-04
% Humedad	84.79±0.10	85.31±1.11	82.85±0.54	77.57±1.08
% Lipidos (Ps)	14.67±0.27 ^a	16.77±0.12	15.07±0.85	19.21±0.57 ^a
% Proteinas (ps)	83.27±4.07	81.07±4.94	74.03±7.82	64.59±4.77
% Cenizas (ps)	1.64±0.32	2.07±0.23	2.75±0.29 ^a	3.43±0.48
16:00	15.19±1.63	17.51±0.50	21.16±0.99	16.87±0.49
16:1 n-7	5.79±0.32	5.01±0.09	2.27±0.09	5.07±0.43
18:00	9.88±0.58 ^a	9.78±0.21 ^a	8.66±0.09	7.56±0.20
18:1 n-9	11.81±0.12	12.08±0.24	10.97±0.25	15.05±0.07
18:1 n-7	5.06±0.85 ^a	7.94±0.47	5.45±0.27	6.69±0.63 ^a
18:2 n-6	7.68±0.91	5.90±0.09	10.04±0.23	6.51±0.16

18:3 n-3	3.81±0.24	2.19±0.04	5.18±0.06	8.49±0.76 ^a
20:1 n-9	1.28±0.08	1.19±0.41	1.46±0.10	2.15±0.24
ARA (20:4n-6)	2.21±0.04	2.74±0.04	2.05±0.07	1.41±0.21
EPA (20:5n-3)	6.83±0.93	5.90±0.09	6.36±0.55	7.88±0.14
DHA (22:6n-3)	17.87±0.62 ^a	16.04±0.21 ^a	13.41±0.41	11.79±0.14
<hr/>				
∑ saturados⁽¹⁾	28.28±1.43	30.49±0.85	33.97±1.22	27.83±0.13
∑ mono-insaturados⁽²⁾	25.37±1.83	29.18±0.97	21.28±0.20	30.57±1.37
∑ n-3⁽³⁾	32.20±0.31	26.93±0.25	28.82±0.12	31.92±1.79
∑ n-6⁽⁴⁾	11.85±0.68	10.39±0.53	14.06±0.29	8.75±0.33
∑ n-9⁽⁵⁾	13.53±0.31	13.92±0.55	12.62±0.09	17.31±0.22
∑ n-3HUFA⁽⁶⁾	27.70±0.84	24.18±0.34	21.62±0.28	21.74±0.91
<hr/>				
EPA/ARA	3.08±0.38	2.15±0.00	3.10±0.17	5.70±0.95
DHA/EPA	2.66±0.49	2.72±0.04	2.12±0.25	1.50±0.01
DHA/ARA	8.08±0.40 ^a	5.85±0.07	6.54±0.41	8.52±1.37
oleico/DHA	0.66±0.03 ^a	0.75±0.01	0.82±0.04	1.28±0.01
oleico/n-3HUFA	0.43±0.01 ^a	0.50±0.00	0.51±0.01	0.69±0.03
n-3/n-6	2.72±0.16 ^a	2.60±0.11	2.05±0.04	3.66±0.34

Calidad de los alevines producidos:

La calidad de los alevines fue evaluada a 65 y 105 días de edad, el 100% de los alevines producidos presentaron vejiga natatoria.

Los porcentajes de las distintas malformaciones observadas, se presentan en las Figuras 7 y 8. En la figura 9 se muestran los alevines sometidos al análisis radiológico con el fin de determinar el índice de malformaciones.



Figuras 7 y 8. Porcentaje de cada una de las diferentes anomalías morfo-anatómicas identificadas en fresco a día 65 y muestras radiográficas tras 105 días de cultivo; Fu: Fusiones vertebrales; Lo: Lordosis (-) ligeras, (+) agudas.

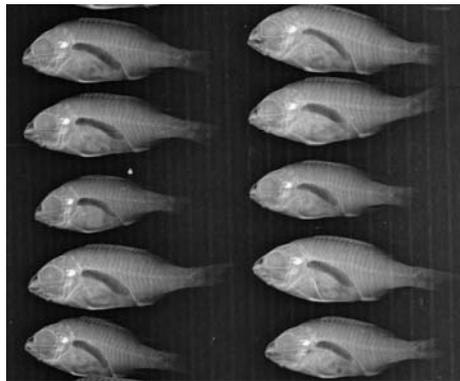
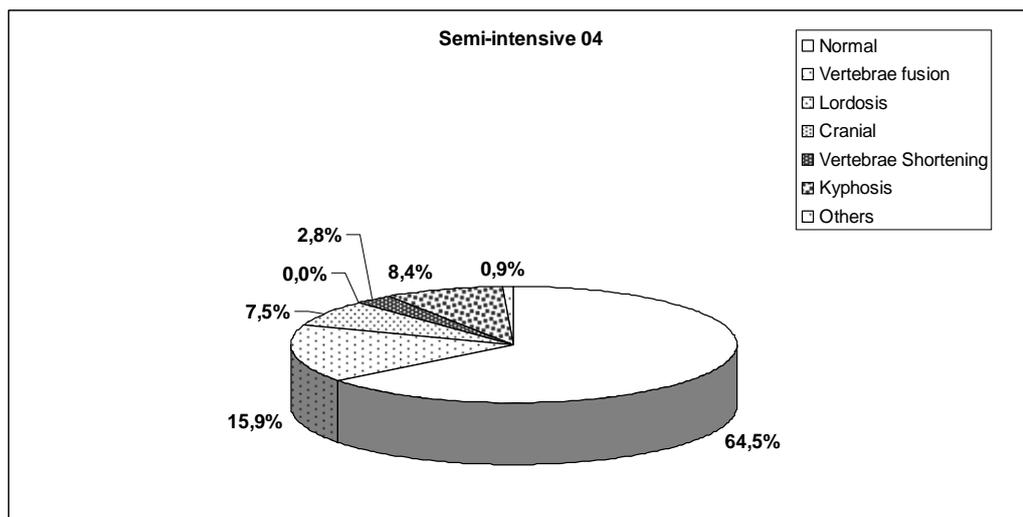


Figura 9. Análisis radiológico de malformaciones.

El estudio en detalle de las radiografías de los individuos muestra un elevado porcentaje de malformaciones ocultas que en muchos casos no se revelan hasta etapas de crecimiento más tardías. Los resultados de las evaluaciones en detalle de la primera producción se muestra en las figura 10.



3.4.1.3. Engorde.

El lote de bocinegros obtenidos de esta primera producción se muestrearon y fueron transportados unos días después a un sistema de jaulas flotantes, Playa de Vargas, S.A. localizado en la zona este de Gran Canaria, en camión y en los tanques de la empresa el día 15 de Julio de 2004 (Figura 11).



Figura 11. Transporte de alevines desde el ICCM a las jaulas

Del total de peces obtenidos, y con el fin de asegurar un seguimiento óptimo a lo largo de todo el ciclo de cultivo de los peces que se iban a sembrar en jaulas, se decidió simultanear para su seguimiento un pequeño lote en tanques en tierra, en condiciones de cultivo lo más similares posibles. De esta forma se pretende colaborar con la empresa en el seguimiento de los peces en las jaulas en función de los resultados que vayan siendo obtenidos en tierra, en condiciones bastante más controlables. Todo ello permitiría en última instancia una posible comparación del desarrollo de un mismo lote de animales en los dos sistemas, jaulas y tanques.

Siembra del lote:

Cultivo en Jaulas (15 de Julio de 2004)

Un total de unos **30.000 peces de 9,3 g** de peso medio fueron sembrados en una jaula de aproximadamente 65m³ (5m de diámetro x 3m profundidad x 1,5m de copo, según datos facilitados por la empresa). La densidad estimada en el momento de la siembra fue de unos 4 Kg/m³. La jaula utilizada forma parte de un sistema completo dedicado al engorde comercial de doradas y lubinas, localizado en la zona de la Playa de Vargas, en el este de Gran Canaria.

Cultivo en tanques (16 de Julio de 2004)

El seguimiento de los peces en sistemas de cultivo en tierra está siendo realizado en su totalidad en la nave de cultivos marinos del Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM) del Gobierno de Canarias. Utilizando el mismo sistema para la siembra (por peso), se distribuyeron de forma aleatoria 3,5 Kg. de peces en 4 tanques de 1m³ cada uno (3,5 Kg x 4 tanques), siendo el número de peces estimado por tanque al inicio de la experiencia de **376 peces/tanque**.

Condiciones de cultivo

Cultivo en Jaulas

La alimentación de los peces se realizó a saciedad aparente 2 veces al día. Para ello y en función de los resultados de ingesta que se fueron obteniendo en tierra se asesoró al principio en las dosis necesarias aproximadas con la finalidad de que los peces no estuvieran sub-alimentados, ni que se subieran los índices de conversión por posibles pérdidas de pienso. Las condiciones específicas diarias de la empresa (mal tiempo, falta de personal,...), ocasionaron el que no todos los días se alimentase a saciedad completa y no siempre en 2 tomas diarias. El pienso fue adecuándose al tamaño de los animales partiendo de granos de 2 mm de diámetro de Skreting. Se indicó que en la medida de lo posible se alimentase con el pienso de menor contenido en grasa de que se dispusiese.

De forma periódica se estimaron los niveles de oxígeno de la jaula y se revisó el grado de oclusión de las mallas de la jaula para proceder a su cambio en caso necesario. Semanalmente se van anotando las mortalidades observadas.

Cultivo en tanques

Los tanques utilizados de 1m³ están realizados en fibra de vidrio; son de forma circular y fondo plano y de aproximadamente un metro de profundidad (Fig. 12). Para la coloración del interior de los tanques y en función de resultados previos obtenidos con esta misma especie se utilizó pintura gris de un tono oscuro.



Figura 12. Tanques de 1m³ utilizados en la experiencia

El sistema es alimentado con agua de mar natural en forma continua procedente de un depósito de decantación localizado en el exterior de la nave de cultivos. El agua es extraída y bombeada desde el exterior del muelle de Taliarte. Cada uno de los tanques dispone de dos aireadores que suministran aire de forma continua. El nivel de oxígeno se procuró mantener por encima de 6ppm en cada uno de los tanques.

Se inició la alimentación con Óptima mini 2 (PROAQUA, España), cambiándose a mayor tamaño de grano en función del tamaño de los animales. El paso a grano de 2 mm se realizó el 4 de Noviembre de 2004; y a grano de 3 mm de diámetro el 2 de Diciembre de 2004.

Aunque la alimentación de los peces se realiza a saciedad aparente (“ad libitum”), inicialmente se calculó para suministrar alrededor del 5% de la biomasa por día, para a partir de este valor ir ajustando la

ingesta y no quedar por debajo de lo que según experiencias anteriores sería la ingesta habitual para animales de esta especie y tamaño. Una vez ajustada la dosis, se alimenta por encima de ese valor en dos tomas al día (09:00 y 14:00), procurando siempre sobrealimentar un poco. Después de la última toma diaria se recupera el pienso sobrante con ayuda de unos coladores, el cual es puesto en estufa a 110°C hasta peso constante para por diferencia con el total suministrado recalcular el pienso total diario ingerido.

Dos veces por semana se anotan las medidas de oxígeno y temperatura en cada uno de los tanques y una vez por semana, normalmente los viernes, se procede a la limpieza de los mismos.

Protocolo de Muestreos

La evaluación del engorde se dividió en dos fases: 1) *Fase de engorde propiamente dicho* y 2) *Fase de acabado* en la que los animales se alimentarán con un pienso específico para la especie necesario para la obtención de animales de coloración adecuada.

Para la determinación de todos los parámetros a analizar se planteó inicialmente una toma de datos de los animales en intervalos de 30 días, tanto en tanques como en jaulas. Una vez iniciado el control de los animales se comprobó la dificultad de realizar todos estos muestreos en los animales de las jaulas ya que cada muestreo conlleva el alzado de la malla para la pesca de unos 100 peces que deben ser transportados a tierra para su pesado individual y toma de muestras. Todo ello con el consiguiente efecto no sólo sobre los animales utilizados para el propio muestreo, sino también sobre el resto de la población de la jaula que durante ese día y el siguiente entre otras cosas no comen.

La periodicidad de muestreos realizados durante toda la fase de engorde, desde la siembra de los animales hasta el momento del despesque de los mismos, se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Planificación de muestreos a lo largo de la experiencia

Día desde la siembra	Sistema muestreado	Fecha de muestreo
0 (Inicial)	Tanques y Jaulas	15-16 de Julio de 04
32	Tanques y Jaulas	17-18 de Agosto de 04
66	Tanques	20 de Septiembre de 04
101	Tanques y Jaulas	25-27 de Octubre de 04
136	Tanques	29 de Noviembre de 04
158	Tanques	21 de Diciembre de 04
192	Tanques y Jaulas	24 de Enero – 2 Febrero de 05
227	Tanques	28 de Febrero de 05
257	Tanques	30 de Marzo de 05

304	Tanques	16 de Mayo de 05
339 (Final dieta comercial – Inicio de pigmentada)	Tanques y Jaulas	20-27 de Junio de 05
383	Tanques	3 Agosto de 05
420	Tanques	9 de Septiembre de 05
445	Tanques y jaulas	4 de Octubre de 2005
489-514 (Final dieta pigmentada)	Tanques y Jaulas	17 de Noviembre 12 de Diciembre de 2005

En cada uno de los muestreos anteriores se procedió de la siguiente manera:

Cultivo en Jaulas

En cada uno de los muestreos se pescan y transportan a la nave de cultivos del ICCM en un contenedor de 500 L unos 100 peces sin anestesiar. Una vez en tierra son anestesiados (2-fenoxietanol; 2ml/100L de agua) y pesados de forma individual. Se anota cualquier alteración observada en los animales. De estos peces, se escogen 20 al azar los cuales se sacrifican en hielo y congelan a -20°C para su posterior análisis. El resto de los peces se devuelven a la jaula en la semana siguiente a cada muestreo. En cada muestreo se toman fotos de los peces para evaluar posibles diferencias entre éstos y los cultivados en tanques.

Cultivo en tanques

En cada uno de los muestreos se pescan, anestesian (2-fenoxietanol; 2ml/100L de agua) y pesan de forma individual una parte representativa de la población o bien el total de ella en muestreos alternos. Una vez recuperados totalmente son devueltos a sus tanques correspondientes. En muestreo alternativos se procedió al desdoble de los tanques con la finalidad de ir manteniendo la densidad de los mismos entre 8 y 12 Kg a lo largo de toda la experiencia.

Se anota cualquier alteración observada en los animales. De cada uno de los tanques se escogen 5 peces al azar los cuales se sacrifican en hielo y congelan a -20°C para su posterior análisis. En cada muestreo se toman fotos de los peces para observar posibles diferencias entre éstos y los cultivados en jaulas.

Parámetros a evaluar

Índices de crecimiento y conversión del alimento

Crecimiento Absoluto

Tasa de Crecimiento Específico (SGR)

Se define como el porcentaje de crecimiento diario con respecto al peso inicial, expresándose mediante la fórmula matemática:

$$SGR = ((\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso inicial}) / n^\circ \text{ días}) \times 100$$

Índice de Conversión (FCR)

Se define como la relación entre el alimento ingerido y el incremento de peso, expresándose mediante la fórmula matemática:

$$\text{FCR} = \text{alimento ingerido (g)} / \text{incremento de peso (g)}$$

Parámetros biológicos

Índice Hepatosomático (HSI)

El índice hepatosomático se define como la relación existente entre el peso del hígado y el peso corporal total del pez, expresándose mediante la fórmula matemática:

$$\text{HSI} = (\text{Peso hígado (g)} / \text{Peso del pez (g)}) \times 100$$

Índice Viscerosomático (VSI)

El índice viscerosomático se define como la relación existente entre el peso de las vísceras y el peso corporal total del pez, expresándose mediante la fórmula matemática:

$$\text{VSI} = (\text{Peso vísceras (g)} / \text{Peso del pez (g)}) \times 100$$

Factor de Condición (K)

El Factor de Condición (K) se define como la relación existente entre el peso y la longitud de los peces, expresándose mediante la fórmula matemática:

$$K = (\text{Peso (g)} / (\text{Longitud (cm)}^3)) \times 100$$

Análisis bioquímicos

Humedad

La humedad de las muestras se determinó por desecación en estufa a 105°C hasta peso constante según la metodología descrita por la AOAC (1995).

Cenizas

El contenido en cenizas se determinó mediante incineración de la muestra en mufla a 450°C hasta peso constante según la metodología descrita por la AOAC (1995).

Proteínas

El contenido en proteínas se calculó a partir del contenido en nitrógeno total de las muestras mediante la técnica de Kjeldhal.

Lípidos totales

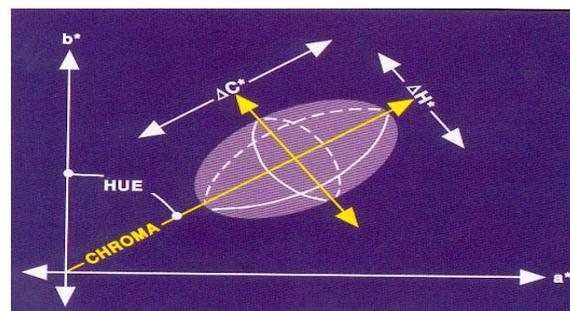
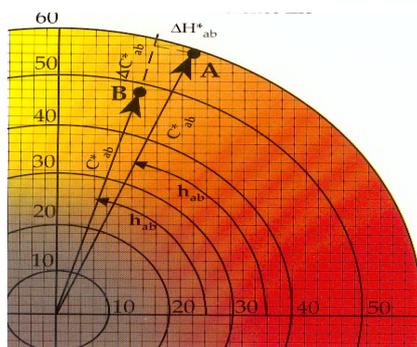
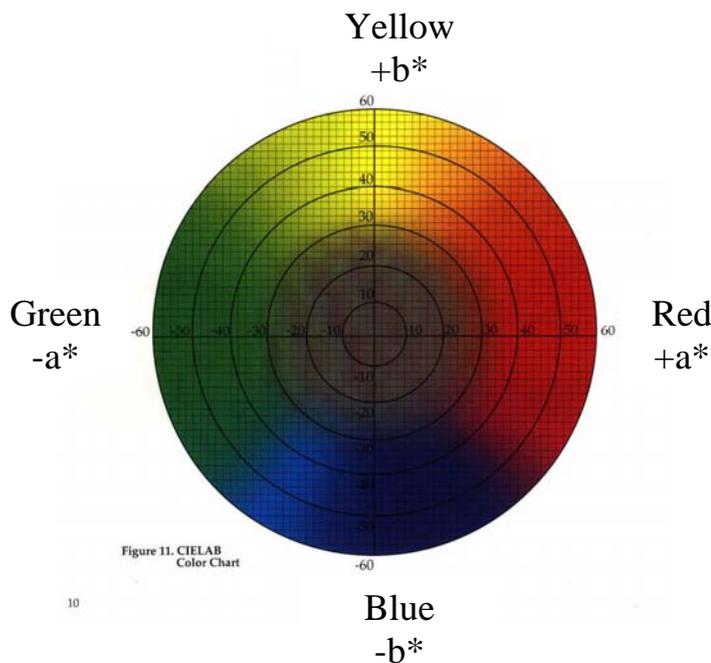
La extracción de los lípidos se realizó según la metodología descrita por Folch y colaboradores (1957).

Determinación de ácidos grasos

Los lípidos obtenidos por el método de Folch se transesterificaron utilizando como catalizador el metanol-sulfúrico al 1% en metanol (Christie, 1982). Para favorecer la disolución de los lípidos neutros se añadió tolueno a los mismos, llevándose la reacción a cabo a 50°C durante 16 horas en atmósfera de nitrógeno. Se utilizó hexano: dietileter (1:1, v/v con BHT al 0,01%) para extraer los ésteres metílicos, y una solución de KHCO₃ al 2% (p/v) para neutralizar la reacción. Los ésteres metílicos se purificaron por cromatografía de adsorción usando columnas NH₂ Sep-Pak (Waters S.A. Milford, Massachusetts, USA) mediante elución con 4 ml de hexano (Fox, 1990). Los ésteres metílicos fueron identificados y cuantificados mediante cromatografía de gases.

Coloración de la piel

La coloración de la piel se determinó mediante la utilización de un colorímetro, HunterLab XE, aplicado directamente en la parte dorsal anterior izquierda de la piel de los animales. El color se identifica a partir de 3 parámetros: "L" (claridad), "a*" (indicativo del color rojo), y "b*" (indicativo del color amarillo), con los que determinarán el Hue y Croma que corresponden al color y la intensidad del mismo, respectivamente (Choubert et al., 1997 y Hatlen et al., 1998); (Commission Internationale de l'Eclairage, 1976). Publicación nº 15 Viena: Bureau Central de la CIE.



Resultados

1) Crecimiento y utilización del alimento

CULTIVO EN JAULAS

El crecimiento en peso y SGR de los peces de la jaula se muestran en la Tabla 8. Los bocinegros incrementaron su peso en un 83% en los primeros 30 días y en un 218% en los siguientes 60 días; en total en los primeros 100 días incrementaron su peso en un 480% respecto del peso inicial. Entre los 50 y 140 g el crecimiento observado fue de un 50% aproximado por mes. A partir de los 140 g se observó una ralentización del peso, de tal forma que entre los meses de febrero y junio los peces incrementaron su peso en un 73%, a razón de un 15% por mes. El cambio de pienso comercial al pienso pigmentado se realizó a día 339, cuando los animales contaban con unos 240 g. A partir de ese momento y hasta el despesque de los peces (unos 150 días aproximados) el crecimiento fue de un 70%, a razón de un 14% por mes.

En agosto se observó una elevada mortalidad de los animales (200-300 peces en algunos días) lo que coincidió con un incremento notable de la temperatura. Los peces que fueron muestreados en tierra presentaban alteraciones de las aletas, principalmente las pectorales, y abundante descamación. Se pensó en la posibilidad de canibalismo, pero fue desechada en función de los pesos de los animales e ingesta observadas.

Tabla 8. Evolución de los peces sembrados en las jaulas

JAULAS		
Muestreo (días)	Peso (g)	Fecha
Inicial	9.5	16 Jul 04
32	17.38 ± 4.45	18 Ago 04
101	55.22 ± 11.55	27 Oct 04
192	137.29 ± 26.18	2 Feb 05
339	237.83 ± 27.40	27 Jun 05
445	326.07 ± 36.75	4 Oct 05
489	402.18 ± 55.58	17 Nov 05
Periodo (días)	SGR (%)	T (°C)
0 – 32	1.89	22 – 23
32 – 101	1.68	23 – 24

101 – 192	0.93	19 – 24
192 – 339	0.37	18 - 21
339 - 445	0.32	
445 - 489	0.48	

Los peces presentan en todos los muestreos una coloración negro-amarillenta bastante diferenciada de los cultivados en los tanques (ver fotos), que resultaron en todo momento bastante más claros. También se observó bastante descamación como consecuencia seguramente del despesque y el transporte de los peces desde las jaulas hasta el instituto.

CULTIVO EN TANQUES

El crecimiento en peso y SGR de los peces cultivados en tanques se muestran en la Tabla 9. Según se observa no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tanques para cada uno de los muestreos excepto en los realizados en los días 136, 227 y 257; a partir de ese momento y hasta el final de la experiencia el crecimiento en los 4 tanques resultó homogéneo.

Tabla 9. Resultados de crecimiento en peso para cada uno de los tanques desde el momento de la siembra.

	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3	Tanque 4
Muestreo (día)	Peso (g)			
0	9.5	9.5	9.5	9.5
32	20.56 ± 4.55	22.88 ± 5.24	22.31 ± 5.04	21.71 ± 3.81
66	36.38 ± 7.28	36.08 ± 7.83	36.37 ± 7.20	36.08 ± 6.60
101	56.71 ± 11.69	59.81 ± 12.90	58.52 ± 11.58	57.45 ± 11.35
136	83.19 ± 16.79 a	85.35 ± 19.10 ab	89.72 ± 18.96 b	88.64 ± 17.17 b
158	106.14 ± 19.24	-	113.53 ± 21.32	113.30 ± 21.98
192	132.45 ± 25.53	133.95 ± 24.55	134.88 ± 23.31	137.48 ± 23.98
227	148.00 ± 26.42 a	161.37 ± 26.00 b	166.30 ± 27.83 b	166.49 ± 31.69 b
257	172.75 ± 25.97 a	189.23 ± 30.32 b	185.78 ± 32.93 ab	192.13 ± 36.25 b
304	205.62 ± 36.44	224.81 ± 37.46	212.10 ± 40.07	226.11 ± 41.71
339	234.43 ± 44.09	250.26 ± 42.84	238.88 ± 47.73	254.96 ± 48.52

383	314.54 ± 79.99	331.71 ± 57.34	306.74 ± 62.10	323.53 ± 64.28
420	382.97 ± 70.94	406.08 ± 56.77	374.90 ± 89.67	369.13 ± 46.17
445	420.74 ± 76.23	447.08 ± 59.68	412.98 ± 58.73	402.72 ± 50.83
514	565.35 ± 107.04	585.37 ± 82.47	557.32 ± 85.50	553.82 ± 82.00

Valores en una misma fila con diferente letra indican la existencia de diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre ellos.

Las medias de los valores de los 4 tanques para cada uno de los muestreos o períodos de muestreo se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Resultados medios de crecimiento en peso, SGR, índices de conversión del alimento y temperatura durante todo el período experimental, para los bocinegros cultivados en tanques.

MUESTREO (Día)	FECHA	PESO MEDIO (g)	SGR	FCR	T^a
0	16 JUL 04	9,5	-	-	-
32	17 AGO 04	21.86 ± 0.99	2.52 ± 0.14	0.99 ± 0.08	23-24°C
66	20 SEPT 04	36.21 ± 0.17	1.49 ± 0.14	0.82 ± 0.07	24-25°C
101	25 OCT 04	58.12 ± 1.34	1.36 ± 0.12	0.96 ± 0.11	25-24°C
136	29 NOV 04	86.72 ± 2.99	1.14 ± 0.1	1.20 ± 0.23	24-22°C
158	21 DIC 04	110.99 ± 4.20	1.09 ± 0.02	1.11 ± 0.04	22-20°C
192	24 ENE 05	134.68 ± 1.51	0.56 ± 0.07	1.73 ± 0.19	20-19°C
227	28 FEB 05	160.53 ± 8.68	0.49 ± 0.12	1.63 ± 0.06	19-18°C
257	30 MAR 05	184.97 ± 8.55	0.47 ± 0.07	1.78 ± 0.40	18-19°C
304	16 MAY 05	217.15 ± 9.95	0.34 ± 0.04	3.21 ± 0.16	19-21°C
339	20 JUN 05	244.63 ± 9.58	0.34 ± 0.02	3.43 ± 1.58	20-22°C
383	3 AGOS 05	319.13 ± 10.83	0.60 ± 0.06	2.75 ± 0.45	-
420	9 SEPT 05	383.26 ± 16.23	0.49 ± 0.09	3.54 ± 1.77	-
445	4 OCT 05	420.87 ± 18.96	0.39 ± 0.02	2.37 ± 0.24	-

514	12 DIC 05	566.37 ± 14.22	0.42 ± 0.02	2.33 ± 0.24	21-22°C
-----	-----------	----------------	-------------	-------------	---------

Los bocinegros incrementaron su peso en un 130% en los primeros 30 días y en un 66% y 60% durante el segundo y tercer período, respectivamente. En total en los 100 primeros días incrementaron su peso en un 510% respecto del peso inicial, lo que supone de media un 160% de incremento mensual. La media de los valores de SGR fue de 3,49% en estos 3 primeros meses y el índice de conversión medio determinado fue de 1,09. En los siguientes 100 días de alimentación, entre los 60 y los 140 g de peso, el incremento bajó a un 130%, a razón de una media de 45% por mes, coincidiendo sin embargo con las temperaturas más altas observadas. Entre los 140 y 210 g (aproximadamente 100 días de alimentación), se volvió a registrar una nueva reducción del crecimiento estableciéndose en este período en torno al 60% (en torno a un 20% de incremento mensual). En el momento de cambiar al pienso pigmentado (20 de Junio – 339 días desde la siembra), los peces cuentan con 244,63 g de peso medio. A partir de ese momento y hasta el momento de finalizar la experiencia los peces aumentan su peso en un 130%, a razón en este caso de un 25% por mes. Este ligero aumento del crecimiento de los animales coincide además de con el cambio de pienso, con un también ligero incremento de las temperaturas registradas.

Se observó una mortalidad algo más acusada durante los primeros 30 días después de la siembra, a partir de donde las mortalidades observadas resultaron puntuales sin que se encontrase relación alguna con épocas o alimentos suministrados. La apariencia de los peces durante los muestreos no reflejó ninguna anomalía, observándose peces de una tonalidad bastante más clara que aquellos procedentes de las jaulas.

COMPARATIVA JAULAS-TANQUES

Crecimiento

Los resultados de peso medios en los diferentes muestreos para los peces cultivados en tanques y jaulas se presentan en la Fig. 13. Los resultados muestran valores algo superiores para los peces cultivados en los tanques en tierra, pero sin diferencias significativas ($P \geq 0,05$) con sus hermanos sembrados en jaulas. Las diferencias más notorias coinciden aproximadamente con el momento del cambio a la dieta pigmentada.

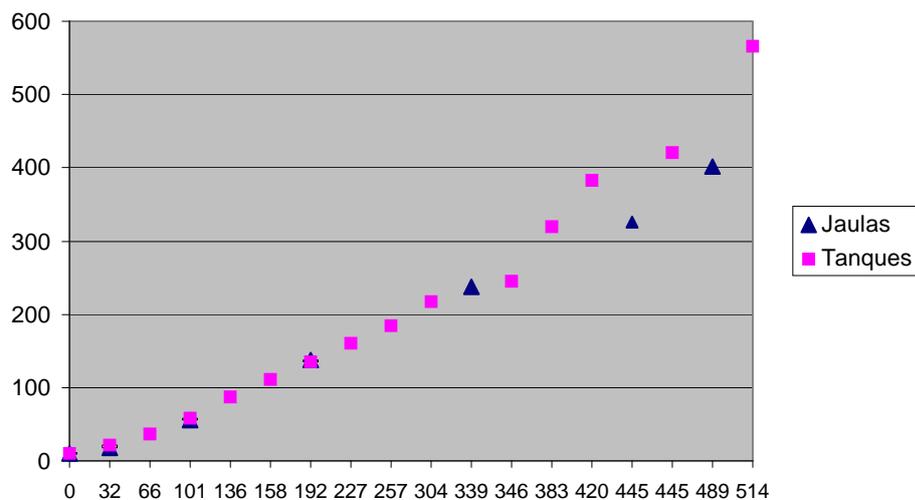


Figura 13. Evolución de los pesos de los animales sembrados en los tanques y en las jaulas

Parámetros biométricos

Al finalizar la primera parte de la experiencia (339 días de alimentación), se encontraron parámetros similares para los peces cultivados en tanques y jaulas (Tabla 11). Valores de índice viscerosomático algo superiores fueron encontrados para los peces de las jaulas lo cual aparece en relación con unos hígados proporcionalmente mayores. El factor de condición por el contrario resultó un 52% mayor para los peces cultivados en tanques en relación a los de jaulas, lo cual estaría relacionado con la mayor actividad de los animales en este último caso.

Durante el segundo período se equiparan bastante más los valores de longitud, HSI y VSI, si bien se continúa con la diferencia encontrada anteriormente para el factor de condición, en este caso con una diferencia del 20%.

Tabla 11. Parámetros biométricos en peces sembrados en tanques y jaulas en el momento de empezar la alimentación con el pienso pigmentado y al finalizar la experiencia.

	Longitud (cm)	HSI	VSI	K
Muestreo día 339				
Tanque 1	19.55 ± 0.96a	1.53 ± 0.10	7.10 ± 1.07	3.11 ± 0.30
Tanque 2	20.34 ± 1.27b	1.33 ± 0.34	10.27 ± 6.59	2.96 ± 0.30
Tanque 3	19.79 ± 1.18ab	1.25 ± 0.21	6.31 ± 0.66	3.04 ± 0.28
Tanque 4	20.10 ± 1.10ab	1.46 ± 0.19	6.94 ± 0.83	3.10 ± 0.22
TANQUES	19.95 ± 1.10	1.39 ± 0.19	7.66 ± 2.29	3.05 ± 0.22
JAULAS	20.12 ± 0.80	1.58 ± 0.29	8.29 ± 1.50	2.01 ± 0.23
Muestreo día 489				
JAULAS	24.76 ± 1.89	1.09 ± 0.18	8.08 ± 1.40	2.68 ± 0.18
Muestreo día 514				
Tanque 1	25.67 ± 1.81	1.11 ± 0.26	7.08 ± 1.23a	3.34 ± 0.49
Tanque 2	25.78 ± 1.29	1.00 ± 0.21	12.94 ± 5.72b	3.41 ± 0.33
Tanque 3	25.25 ± 1.15	1.01 ± 0.11	6.64 ± 0.95a	3.44 ± 0.24
Tanque 4	25.51 ± 1.10	1.12 ± 0.27	6.62 ± 1.16a	3.33 ± 0.35
TANQUES	25.55 ± 0.23	1.06 ± 0.08	8.32 ± 2.37	3.38 ± 0.07

Análisis bioquímicos

3.4.1.4. Composición bioquímica.

Composición corporal de pez entero

Igualmente no se encontraron diferencias notorias en la composición proximal del pez entero para los dos sistemas de cultivo (Tablas 12 y 13). Los valores de humedad oscilaron entre 64 % y 72 % y el contenido proteico entre 15,7 % y 18,3 %. La diferencia mayor se encontró en los lípidos tanto entre puntos de muestreo para un mismo sistema, como entre ambos sistemas. Así en el caso de los tanques se parte de peces con un contenido lipídico de 7,8 % a día 30 y se llega a 11,88 % al comenzar con el pienso pigmentado, o lo que es lo mismo animales con un 52% más de contenido graso; entre el día 339 y el final de la experiencia se incrementa un 15%, llegándose al final a peces con un contenido de lípidos de 14,04 %. Para los peces cultivados en jaulas el incremento entre los primeros 30 días y el día 339 fue de un 69 %, encontrándose una reducción en este caso del 9 % durante la fase de alimentación con el pienso pigmentado. La comparación entre tanques y jaulas muestra un contenido de lípidos inferior para los peces de las jaulas en relación a los tanques; en el momento de comenzar con el alimento pigmentado por ejemplo, esta diferencia es de un 6% y en el momento de finalizar la experiencia del 25% aproximadamente (Figura 14).

Tabla 12. Composición corporal de pez entero en bocinegros cultivados en tanques

TANQUES (Día)	HUMEDAD	PROTEÍNAS	LÍPIDOS	CENIZAS
32	71.18 ± 0.33	17.69 ± 0.89	7.80 ± 0.10	4.23 ± 0.23
66	69.56 ± 5.58	17.38 ± 0.41	8.10 ± 0.07	4.54 ± 0.17
101	69.32 ± 0.90	17.00 ± 0.67	9.46 ± 1.06	4.87 ± 0.36
136	67.95 ± 0.35	17.14 ± 1.22	9.78 ± 0.22	4.61 ± 0.56
158	67.25 ± 1.34	16.03 ± 0.46	9.69 ± 0.24	5.05 ± 0.79
192	67.95 ± 0.63	16.78 ± 0.59	11.24 ± 0.17	4.81 ± 0.28
227	64.49 ± 1.07	18.02 ± 0.36	12.02 ± 0.43	4.58 ± 0.32
257	65.88 ± 0.86	17.76 ± 0.44	11.74 ± 0.38	4.97 ± 0.36
339	64.78 ± 1.11	17.97 ± 0.40	11.88 ± 1.18	4.54 ± 0.40
514	66.63 ± 1.94	17.83 ± 0.47	14.04 ± 1.67	2.77 ± 0.52

Tabla 13. Composición corporal de pez entero en bocinegros cultivados en jaulas

JAULAS (Día)	HUMEDAD	PROTEÍNAS	LÍPIDOS	CENIZAS
32	70.38	17.96	6.65	4.91
101	69.52	15.69	8.65	5.12
192	67.98	17.85	10.47	3.69

339	65.99	18.32	11.24	4.86
489	70.99	18.13	10.18	2.32

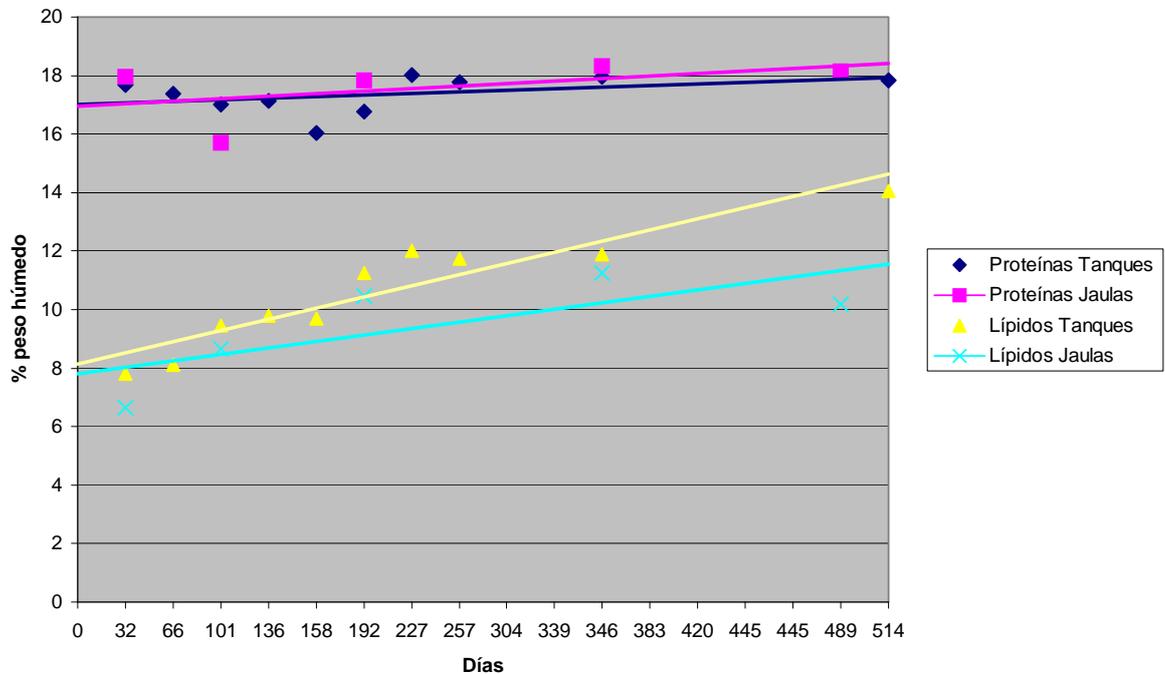


Figura 14. Evolución de la composición proximal de los peces en jaulas y tanques a lo largo de los primeros 90 días desde el momento de la siembra en cada uno de los dos sistemas (Datos expresados en porcentaje de peso húmedo).

Composición del filete

Los análisis muestran un incremento del contenido proteico de un 1,7 % para las proteínas y un 11 % para los lípidos en los filetes de los peces cultivados en tanques entre los días 339 y fin del experimento, mientras que en el caso de las jaulas se tiene una reducción de un 3 % en el nivel de proteínas y un incremento sólo de un 1 % en el porcentaje de lípidos para el mismo periodo. La comparación entre tanques y jaulas muestra un menor contenido lipídico en los últimos, siendo éste un 14 % menor en el momento de comenzar con el pienso pigmentado y un 25 % al finalizar la experiencia (Tablas 14 y 15).

Tabla 14. Composición de músculo en bocinegros cultivados en tanques

TANQUES (Día)	HUMEDAD	PROTEÍNAS	LÍPIDOS	CENIZAS
339	73.41 ± 1.01	22.05 ± 0.51	3.37 ± 0.35	1.64 ± 0.05
514	72.90 ± 0.76	22.44 ± 0.41	3.79 ± 0.75	1.60 ± 0.09

Tabla 15. Composición de músculo en bocinegros cultivados en jaulas

JAULAS (Día)	HUMEDAD	PROTEÍNAS	LÍPIDOS	CENIZAS
339	74.53 ± 0.38	22.87 ± 0.57	2.89 ± 0.35	1.53 ± 0.01
489	75.55 ± 0.26	22.19 ± 0.59	2.86 ± 0.32	1.58 ± 0.06

Composición de hígado

Los análisis muestran un incremento del contenido proteico de un 7,2 % para las proteínas y un 28 % para los lípidos en los hígados de los peces cultivados en tanques entre los días 339 y fin del experimento, mientras que en el caso de las jaulas se tiene un incremento de un 11 % en el nivel de proteínas y un incremento de un 15 % en el porcentaje de lípidos para el mismo periodo. La comparación entre tanques y jaulas muestra un menor contenido lipídico en los últimos, siendo éste un 30 % menor en el momento de comenzar con el pienso pigmentado y un 40 % al finalizar la experiencia (Tablas 16 y 17).

Tabla 16. Composición de hígado en bocinegros cultivados en tanques

TANQUES (Día)	HUMEDAD	PROTEÍNAS	LÍPIDOS	CENIZAS
339	63.78 ± 4.29	10.24 ± 0.88	16.98 ± 3.18	0.96 ± 0.18
514	53.77 ± 3.29	11.03 ± 0.77	23.60 ± 3.92	0.82 ± 0.12

Tabla 17. Composición hígado en bocinegros cultivados en jaulas

JAULAS (Día)	HUMEDAD	PROTEÍNAS	LÍPIDOS	CENIZAS
339	66.72 ± 0.94	10.63 ± 0.74	11.80 ± 0.70	0.98 ± 0.06
514	65.52 ± 2.27	11.95 ± 1.78	13.88 ± 0.64	1.07 ± 0.06

Coloración y apariencia externa

Desde los primeros muestreos se empezaron a encontrar diferencias notables en la apariencia externa de los bocinegros procedentes de los dos sistemas de cultivo. Las fotos siguientes son una muestra de los peces tanto de jaulas como de tanques a los 90 días después de la siembra en cada uno de los dos sistemas. En ellas se observa un color bastante más oscurecido de los peces cultivados en las jaulas frente a los de los tanques (Fig. 15). Asimismo, los peces de las jaulas presentan una tonalidad amarillenta en la parte dorso ventral no observada en los peces de los tanques, que debe ser consecuencia de la ingestión de algas de las mallas de las jaulas. Por otro lado, los peces de los tanques tienen una apariencia algo más engrosada, lo que se correspondería con los niveles algo superior de lípidos que se muestran en la Tabla 16.

La mayor claridad de los peces de los tanques quedó también reflejada en los ojos de los animales, siendo mucho más claros en el caso de estos peces que en los de las jaulas (Figuras 16 a y b).



Figura 15. Peces procedentes de jaulas y tanques a los 90 días después de la siembra

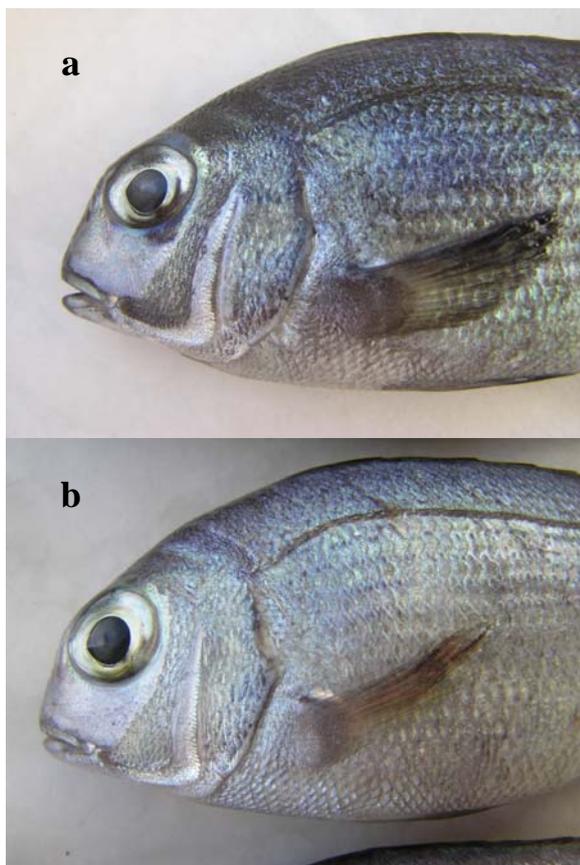


Figura 16. Detalle de los peces procedentes de jaulas y tanques, figs. a y b, respectivamente

Para el estudio de la evolución del color de la piel de los animales se tomaron muestras al inicio (339 días desde la siembra), y a los 3 meses tras la alimentación con el pienso pigmentado; para los bocinegros cultivados en jaulas se tomaron además muestras a los 4 meses y para aquellos en tanques al mes y cinco meses de alimentación con este pienso, de forma que complementemos los datos obtenidos para un período de 5 meses (Tabla 18).

Tabla 18. Puntos de muestreo para determinación de coloración de la piel

Muestreo (Día)	Fecha	Sistema
339	20 JUN 05	Tanques y Jaulas
380	3 AGOS 05	Tanques
420	9 SEPT 05	Tanques
445	4 OCT 05	Tanques y Jaulas
489	17 NOV 05	Jaulas
514	12 DIC 05	Tanques

Tabla 19. Evolución de la luminosidad de la piel en bocinegros cultivados en tanques y jaulas.

Muestreo (Día)	Fecha	L	
		Tanques	Jaulas
339	20 JUN 05		
380	3 AGOS 05	57.81 ± 5.87	-
420	9 SEPT 05	57.12 ± 5.10	-
445	4 OCT 05	57.06 ± 6.17	45.06 ± 8.09
489	17 NOV 05	-	49.06 ± 5.52
514	12 DIC 05	58.32 ± 1.75	-

Tabla 20. Evolución del Hue de la piel en bocinegros cultivados en tanques y jaulas.

Muestreo (Día)	Fecha	Hue	
		Tanques	Jaulas
339	20 JUN 05		
380	3 AGOS 05	63.22 ± 7.26	-
420	9 SEP 05	59.01 ± 6.78	-
445	4 OCT 05	56.93 ± 1.72	59.06 ± 6.28
489	17 NOV 05	-	56.66 ± 9.48
514	12 DIC 05	53.05 ± 1.78	-

Tabla 21. Evolución de la intensidad del color de la piel en bocinegros cultivados en tanques y jaulas.

Muestreo (Día)	Fecha	Croma	
		Tanques	Jaulas
339	20 JUN 05	13.20 ± 3.63	±
380	3 AGOS 05	13.20 ± 3.63	-
420	9 SEP 05	13.22 ± 2.72	-
445	4 OCT 05	14.33 ± 1.11	15.07 ± 3.34
489	17 NOV 05	-	12.88 ± 3.88
514	12 DIC 05	13.67 ± 0.43	-

Las fotos siguientes representan una muestra de los peces tanto de jaulas como de tanques desde el inicio de alimentación con la dieta pigmentada (Figs. 16-19) y hasta el final de la experiencia (Figs. 20-22) .



Figs. 16 y 17. Peces cultivados en jaulas al inicio de la dieta pigmentada (Junio/2005)



Figs. 18 y 19. Peces cultivados en tanques al inicio de la dieta pigmentada (Junio/2005)



Fig. 20. Peces cultivados en jaulas al finalizar la experiencia (Noviembre de 2005)



Figs. 21 y 22. Peces cultivados en tanques al finalizar la experiencia (Diciembre/2005)

Evaluación de la calidad de los peces

Se han realizado análisis bioquímicos, lípidos, proteínas, cenizas y ácidos grasos de dos especies *Pagrus pagrus* y *Pagrus auriga*, así como de diferentes dietas. En la tabla 23 se muestra la analítica proximal de las dos especies y en la tabla 24 la composición en ácidos grasos.

Tabla 23. Composición proximal de las 2 especies estudiadas

	<i>Pagrus pagrus</i>	<i>Pagrus auriga</i>
% Lípidos	12.09 ± 0.04	12.28 ± 0.02
% Proteínas	81.94 ± 0.40	81.04 ± 0.10
% Ceniza	6.07 ± 0.01	5.04 ± 0.02

Tabla 24. Composición en ácidos grasos (g/100g a.g. identificado).

	<i>Pagrus pagrus</i>	<i>Pagrus auriga</i>
14:00	4,09	3,32
14:1n5	0,04	0,04
14:1n7	0,11	0,12
15:00	0,35	0,51
15:1n5	0,01	0,02
16:0iso	0,20	0,23
16:00	17,92	20,91
16:1n9	0,01	0,03
16:1n7	5,83	5,43
Me16:00	n.d.	n.d.
16:1n5	0,09	0,09
16:2n6	0,16	0,21
16:2n4	0,11	0,12
17:00	0,79	0,53
16:3n4	0,38	0,58
16:3n3	0,91	0,47
16:3n1	0,02	0,05
16:4n3	0,12	0,12
16:4n1	0,14	0,16
18:00	5,32	7,17
18:1n9	15,62	17,90
18:1n7	2,71	2,93
18:1n5	0,10	0,14
18:2n9	0,12	0,07
18:2n6	14,37	2,42
18:2n4	0,00	0,00
18:3n6	0,26	0,10
18:3n4	0,19	0,07
18:3n3	0,15	0,11
18:3n1	1,43	0,60
18:4n3	0,94	0,49
18:4n1	0,16	0,05

20:00	0,19	0,27
20:1n9	1,31	2,36
20:1n7	0,18	0,24
20:2n6	0,12	0,20
20:3n6	0,24	0,25
20:3n9	0,11	0,09
20:4n6	0,67	1,12
20:3n3	0,54	0,08
20:4n3	0,54	0,64
20:5n3	7,01	3,99
22:1n11	0,96	0,80
22:1n9	0,09	0,22
22:4n6	0,32	0,40
22:5n6	0,06	0,56
22:5n3	1,99	3,46
22:6n3	13,03	20,33
saturados	28,867	32,935
Monoenoicos	27,055	30,285
n-3	25,225	29,701
n-6	16,179	5,251
n-9	15,750	18,001
n-3HUFA	23,109	28,505

Calidad del producto final

Durante los días 10 y 11 de noviembre de 2005 se desarrolló, en la Estación de Acuicultura Marina que el IMIDA mantiene en San Pedro del Pinatar (Murcia), una reunión preparatoria de cara a establecer los criterios y protocolos comunes para realizar, en los diferentes centros, los correspondientes análisis sensoriales de las distintas especies. Además se concretó la encuesta que deberían rellenar los evaluadores y se planificó el calendario con que cada grupo enviaría las muestras al resto de los participantes.

3.4.2. Segunda producción de bocinegros.

3.4.2.1. Reproducción.

Previo al comienzo de la segunda experiencia de producción larvaria, se realizó un pesaje y medida individual de los ejemplares reproductores estabulados. En esta segunda producción se obtuvieron desoves viables, sin embargo fueron de un número de huevos muy limitado, por este motivo los huevos para la producción larvaria se trajeron de las instalaciones del Centro Costero de Canarias, del Instituto Español de Oceanografía, Tenerife.

3.4.2.2. Cultivo larvario y preengorde

La segunda serie de ensayos de cultivo larvario de Bocinegro, se llevó cabo con las modificaciones sueridas en base a la experiencia previa. Una vez que se ha determinado la viabilidad del uso de la tecnología Mesocosmos para la producción masiva de alevines de bocinegro, según los resultados de la experiencia previa.

Los objetivos de esta 2ª experiencia se pueden resumir en:

Modificación y adaptación de la tecnología en base a los resultados del estudio previo, para optimizar el sistema de cría.

Siguiendo el protocolo de la experiencia previa se trabajó con un sistema de cultivo semi-intensivo (5-10 larvas/l). Durante la fase de cultivo larvario se utilizó agua de mar previamente filtrada por un sistema de filtro de arena y pasada a través de un esterilizador por ultravioleta. Los parámetros ambientales considerados fueron, la salinidad que se mantuvo constante durante todo el proceso 37‰, oxígeno disuelto que fluctuó en torno a $6,5 \pm 1$ ppm y la temperatura, con una media $20 \pm 0,5$ °C. En cuanto a la iluminación, al igual que en el año 2004, se utilizó una combinación de luz natural y luz artificial durante 24h horas hasta el día 30, pasando posteriormente a fotoperiodo natural, se reduce así el tiempo de fotoperiodo de 24h, ya que el bocinegro muestra una especial sensibilidad durante el periodo (20-35 días de vida) periodo en el que esta finalizando el desarrollo de distintos órganos y sistemas como el visual.

La renovación de agua se incremento desde un 10% diario en las primeras etapas a un 100%/h al final del periodo de alevinaje.

Desde el día dos tras la eclosión hasta el día 20, la alimentación consistió en rotíferos (*Brachionus plicatilis*) alimentados con levadura de panificación (*Saccaromyces cerevisiae*) y fitoplancton (*Nannochloropsis gaditana*) y posteriormente enriquecidos con un producto comercial, Protein Selco (INVE Aquaculture, Dendermonde, Bélgica). Manteniendo una concentración 4-5 rotíferos/ml en el tanque larvario, incrementando la cantidad de rotíferos que se aporta respecto a la experiencia 2004 (1-2 rot/ml). El protocolo posterior sigue las mismas pautas que en la experiencia previa. Desde el día 15 hasta el 20 una vez al día se añadieron (25-250) A₀ /l) Nauplios de Artemia (Tipo AF, INVE Aquaculture, Dendermonde, Bélgica), posteriormente desde el día 18 hasta el día 60 se añadieron metanauplios de artemia (Tipo EG, INVE Aquaculture, Dendermonde, Bélgica), enriquecidos con A₁ SELCO (INVE Aquaculture, Dendermonde, Bélgica) a una concentración de 250-1000 A₁/l) tres veces al día. El destete comenzó el día 20 utilizándose microdietas de la gama Genma (Skretting, Francia) diseñadas para peces marinos y finalizó a los 60 días de edad.

Durante todo la etapa de cultivo larvario, semanalmente se midió la talla total de 25 larvas por tanque utilizando un proyector de perfiles (Nikon V-12A, Nikon, Tokyo, Japón). Ante cada cambio de alimentación se recogieron muestras de larvas (500-1000 Larvas/tanque), productos enriquecedores,

presas y piensos utilizados. Estas se guardaron en atmósfera de nitrógeno en un congelador a -80°C para su posterior análisis bioquímico de (humedad, lípidos, ácidos grasos, proteínas y cenizas).

A los 60 días de edad los alevines fueron transferidos al área de alevinaje, continuando la fase de destete y alevinaje hasta los 120 días de edad. Las condiciones experimentales, fueron diferentes a la etapa anterior, usando agua de mar sin filtrar. Con una salinidad que se mantuvo constante durante todo el proceso 37‰, oxígeno disuelto ($5,0 \pm 1,5$ ppm), temperatura, y renovación de agua (100%/h). La alimentación consistió exclusivamente en dietas comerciales tipo Genma (Skretting; Francia).

Con objeto de determinar la calidad de los alevines producidos a 95 días de edad se realizaron valoraciones de las deformidades morfo-anatómicas que aparecían en 100 individuos, mediante el estudio de la morfología externa y placas radiológicas de baja intensidad. Las anomalías detectadas de acuerdo con la clasificación de Boglione et al. 2001.

Resultados

En lo referente al estock de reproductores, los datos generales se expresan en la tabla 1 y figura 1.

Tabla 1. Stock de reproductores

Talla media	36,1
Peso medio	1285,2
Nº ejemplares	240,0
Biomasa	380 Kg

La figura 1 muestra la distribución de los reproductores según peso.

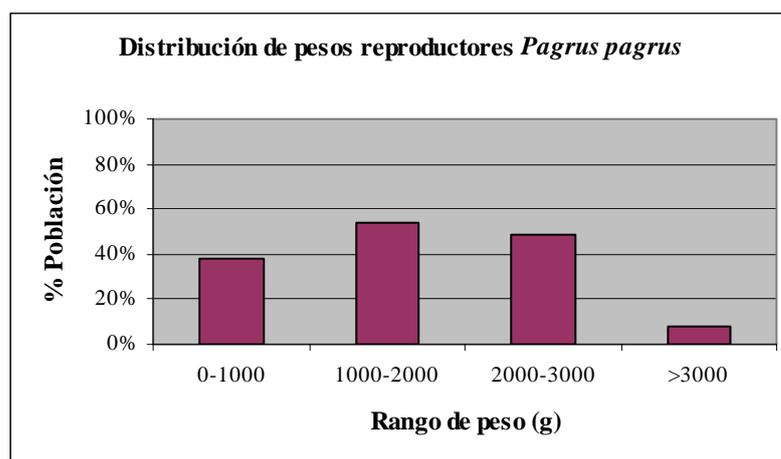


Figura 1. Distribución de reproductores de *Pagrus pagrus*.

Los resultados globales de la segunda serie producción experimental se muestran comparativamente con los obtenidos previamente (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de las dos experiencias realizadas.

	SM04	SM05
Número de larvas iniciales	380.000	440.000
Número final de alevines	30.000	85.000
Peso medio final (g)	9,2	4,0
Supervivencia (%)	4,5	19,3
Alevines con vejiga natatoria (%)	100	100
Alevines con anomalías esqueléticas (%) *	5,5	2,3
Edad (días)	95	95

* Caracterización externa en fresco.

Supervivencia y crecimiento.

Los porcentajes de eclosión fueron similares a los obtenidos la primera producción, alcanzando una media de un 98% de eclosión. Sin embargo la supervivencia media y final obtenida fue sensiblemente superior en la segunda producción (Figura 2).

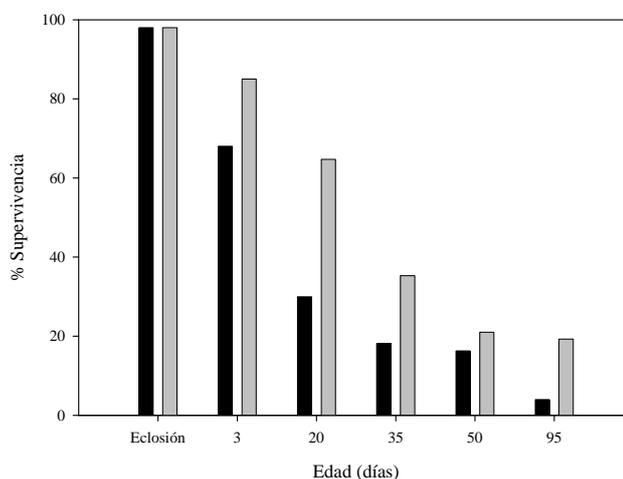


Figura 2: Evolución de la supervivencia del bocinegro, durante el proceso de cultivo en dos producciones consecutivas.

La evolución del crecimiento en talla durante la fase larvaria, hasta los 50 días de edad, sigue una curva exponencial, en ambas producciones, con las siguientes expresiones $TT = 2,9682 e^{0,0413d}$; $R^2 = 0,9919$ y $TT = 3,1879 e^{0,0458d}$; $R^2 = 0,9953$ en la primera y segunda producción respectivamente, siendo TT la talla total y d la edad en días (figura 3).

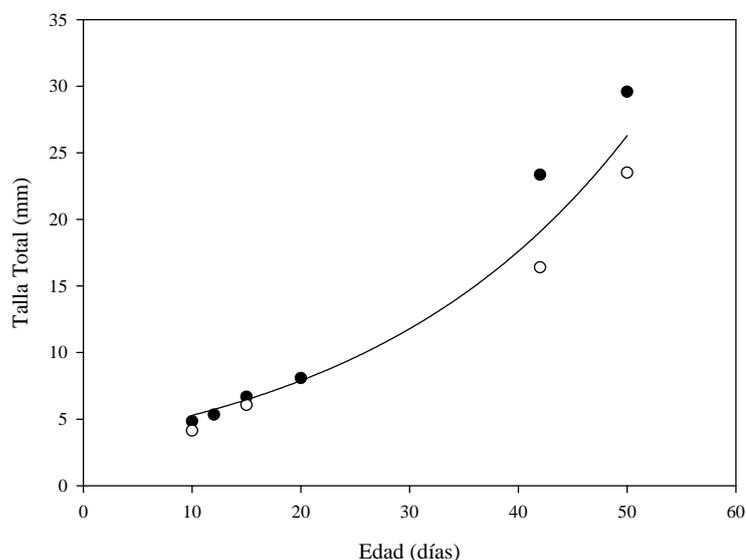


Figura 3: Evolución de la talla de bocanegra *Pagrus pagrus* en la etapa larvaria. n=25; media \pm DS.

Composición bioquímica:

Se han realizado análisis bioquímicos, lípidos, proteínas, cenizas y ácidos grasos de las presas vivas utilizadas durante la etapa larvaria, tabla 3.

Tabla 3. Análítica proximal de los rotíferos y Artemia utilizados.

	Rot. Levadura	Rot. DHA.PSelco	Nauplios AF	Nauplios EG	Metanauplios enriquecidos A ₁
% Humedad	92,5 \pm 1,03	92,4 \pm 0,73	89,2 \pm 0,06	91,0 \pm 1,60	91,6 \pm 3,72
% Proteína	4,9 \pm 0,58	4,1 \pm 0,34	n.d	6,0 \pm 0,72	4,4 \pm 0,41
% Ceniza	0,9 \pm 0,19	n.d	n.d	0,6 \pm 0,02	0,75 \pm 0,01
% Lípidos	21,5 \pm 3,17	22,0 \pm 3,84	17,9 \pm 0,74	18,77 \pm 3,15	26,21 \pm 1,81

En las figuras 4 y 5 se muestran los principales ácidos grasos de las presas vivas utilizadas antes y después del enriquecimiento.

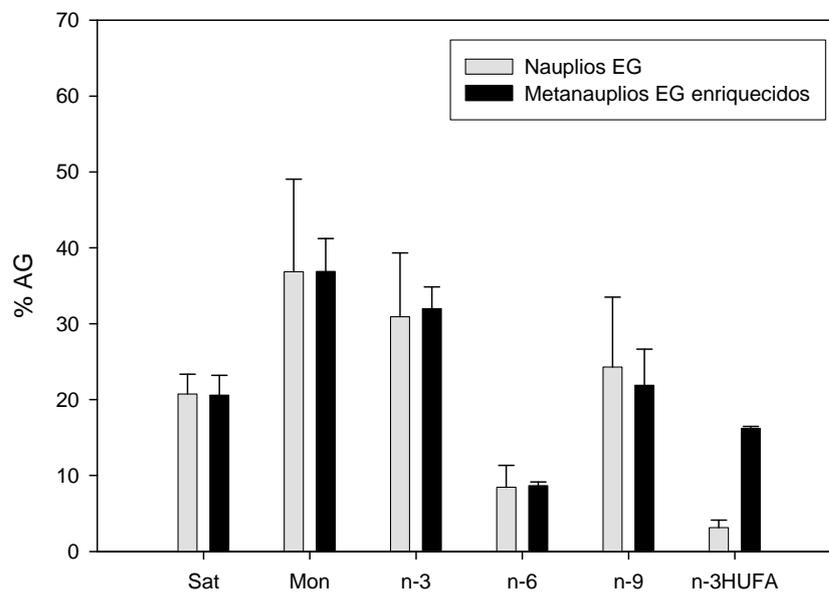
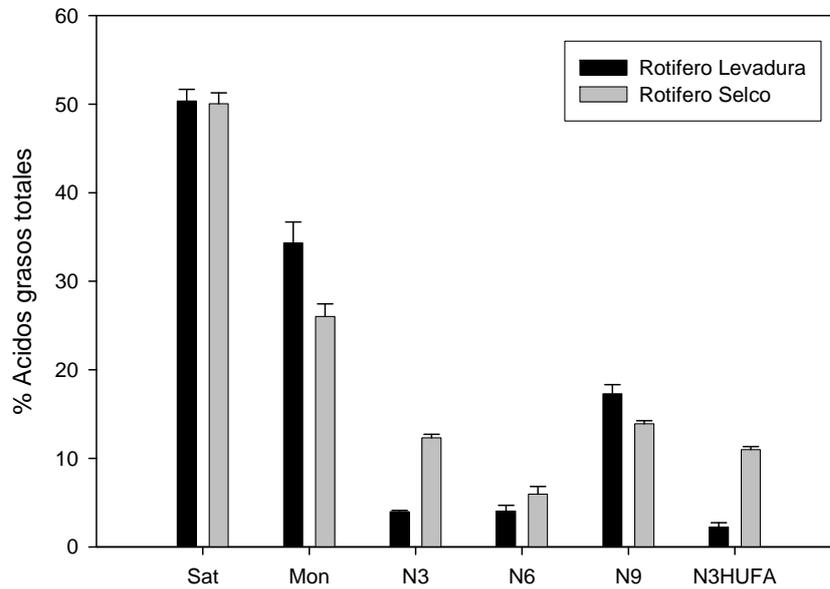


Figura 4,5. Principales ácidos grasos de las presas vivas utilizadas antes y después del enriquecimiento.

Una selección de los ácidos grasos (araquidónico, ecosapentaenoico y docosahexaenoico) de las presas vivas utilizadas antes y después del enriquecimiento se muestran en las figuras 6 y 7.

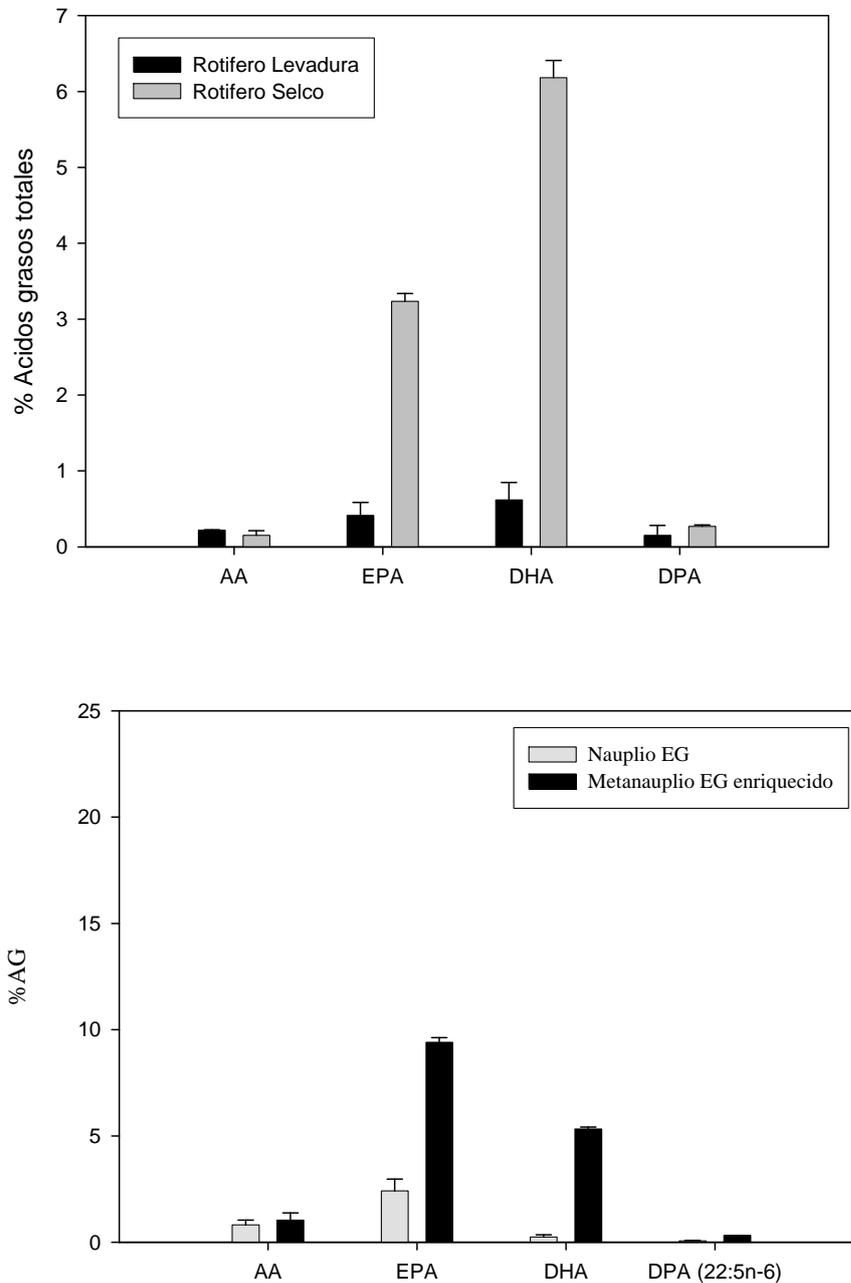


Figura 6, 7. Selección de ácidos grasos de las presas vivas utilizadas antes y después del enriquecimiento.

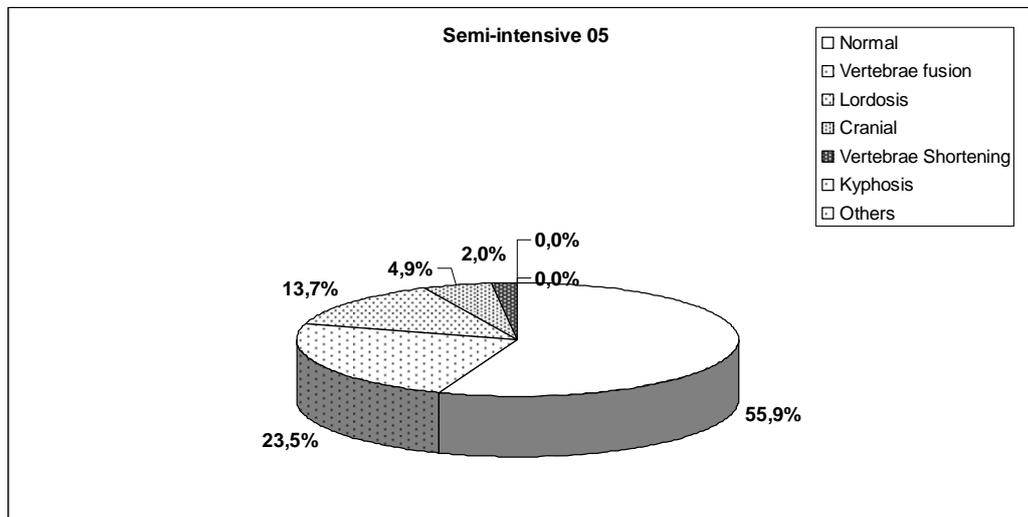
En la tabla 4 se detalla la analítica proximal de las larvas y ácidos grasos (% total de AG), de diferentes edades muestreadas a lo largo del experimento.

Tabla 4 : Composición proximal (g/g peso seco) y ácidos grasos (% total de AG) de las larvas de bocinegro a los 12, 20, 35 y 50dpe en la experiencia 2.

Edad	12dpe	20dpe	35dpe	50dpe
Tratamiento	SMI-05	SMI-05	SMI-05	SMI-05
% Humedad	84.79±0.10	85.31±1.11	82.85±0.54	77.57±1.08
% Lípidos (Ps)	14.67±0.27 ^a	16.77±0.12	15.07±0.85	19.21±0.57 ^a
% Proteínas (ps)	83.27±4.07	81.07±4.94	74.03±7.82	64.59±4.77
% Cenizas (ps)	1.64±0.32	2.07±0.23	2.75±0.29 ^a	3.43±0.48
16:00	15.19±1.63	17.51±0.50	21.16±0.99	16.87±0.49
16:1 n-7	5.79±0.32	5.01±0.09	2.27±0.09	5.07±0.43
18:00	9.88±0.58 ^a	9.78±0.21 ^a	8.66±0.09	7.56±0.20
18:1 n-9	11.81±0.12	12.08±0.24	10.97±0.25	15.05±0.07
18:1 n-7	5.06±0.85 ^a	7.94±0.47	5.45±0.27	6.69±0.63 ^a
18:2 n-6	7.68±0.91	5.90±0.09	10.04±0.23	6.51±0.16
18:3 n-3	3.81±0.24	2.19±0.04	5.18±0.06	8.49±0.76 ^a
20:1 n-9	1.28±0.08	1.19±0.41	1.46±0.10	2.15±0.24
ARA (20:4n-6)	2.21±0.04	2.74±0.04	2.05±0.07	1.41±0.21
EPA (20:5n-3)	6.83±0.93	5.90±0.09	6.36±0.55	7.88±0.14
DHA (22:6n-3)	17.87±0.62 ^a	16.04±0.21 ^a	13.41±0.41	11.79±0.14
Σ saturados ⁽¹⁾	28.28±1.43	30.49±0.85	33.97±1.22	27.83±0.13
Σ mono-insaturados ⁽²⁾	25.37±1.83	29.18±0.97	21.28±0.20	30.57±1.37
Σ n-3 ⁽³⁾	32.20±0.31	26.93±0.25	28.82±0.12	31.92±1.79
Σ n-6 ⁽⁴⁾	11.85±0.68	10.39±0.53	14.06±0.29	8.75±0.33
Σ n-9 ⁽⁵⁾	13.53±0.31	13.92±0.55	12.62±0.09	17.31±0.22
Σ n-3HUFA ⁽⁶⁾	27.70±0.84	24.18±0.34	21.62±0.28	21.74±0.91
EPA/ARA	3.08±0.38	2.15±0.00	3.10±0.17	5.70±0.95
DHA/EPA	2.66±0.49	2.72±0.04	2.12±0.25	1.50±0.01
DHA/ARA	8.08±0.40 ^a	5.85±0.07	6.54±0.41	8.52±1.37
oleico/DHA	0.66±0.03 ^a	0.75±0.01	0.82±0.04	1.28±0.01
oleico/n-3HUFA	0.43±0.01 ^a	0.50±0.00	0.51±0.01	0.69±0.03
n-3/n-6	2.72±0.16 ^a	2.60±0.11	2.05±0.04	3.66±0.34

Calidad de los alevines producidos.

La calidad de los alevines fue evaluada a los 95 días de edad, muestra que el 100% de los alevines producidos presentaron vejiga natatoria. De la misma manera la caracterización visual de anomalías esqueléticas que presenta el bocinegro presenta unos resultados muy alentadores para esta especie (tabla 2). Sin embargo el estudio en detalle de las radiografías de los individuos nuevamente muestra un elevado porcentaje de malformaciones internas. Los resultados de las evaluaciones en detalle de la segunda producción se muestran en las figuras (Figura 8).



Figuras 8. Porcentaje de cada una de las diferentes anomalías morfo-anatómicas identificadas en muestras radiográficas (n=250) tras 95 días de cultivo.

Una de las anomalías que mayor impacto presenta en ambos ciclos de producción es el elevado número de fusiones vertebrales, siendo uno de los factores que se apuntan como causantes de esta malformación la alimentación durante la etapa larvaria.

En la segunda producción un fallo en el sistema de bombeo provocó la pérdida del stock de alevines antes de su transferencia a la empresa. Por lo que no se obtuvieron datos de engorde en dicha producción.

3.4.3. Tercera producción de bocinegros.

3.4.3.1. Reproducción.

Durante el año 2006 se realizó la tercera experiencia de producción de alevines. En el apartado de reproducción, se incremento el stock de reproductores de la especie *P. pagrus*, hasta alcanzar 288 individuos de diferentes tallas. Los ejemplares añadidos, unos tienen procedencia salvaje y otros proceden de engorde de alevines de la producción del primer año. Los reproductores se encuentran estabulados en tanques 10m³, con una biomasa de 10 kg/m³, se han pesado, medido y marcado con microchips.

La alimentación que se les ha suministrado es alimento húmedo (choco, mejillón y boga-1 vez a la semana) y pienso seco de reproductores (de la casa Proaqua 2 veces a la semana). Se mantienen en fotoperiodo natural. Nuevamente, las puestas que se produjeron fueron casi todas viables, sin embargo los desoves fueron escasos. Los desoves comenzaron en febrero y se mantuvieron hasta mayo.

3.4.3.2. Cultivo larvario.

En la tercera experiencia de cultivo larvario de bocinegro, además de las modificaciones sugeridas según las experiencias previas, se evaluó el efecto de la introducción temprana de microdietas, lo que da lugar a dos protocolos de destete del alimento vivo. Esta experiencia supone la 3ª de una serie de trabajos encaminados al desarrollo de un sistema industrial de cría de alevines de bocinegro, una de las especies nuevas para la acuicultura que presenta un gran potencial de desarrollo.

Una vez que se ha determinado la viabilidad del uso de la tecnología Mesocosmos para la producción masiva de alevines de bocinegro, según los resultados del año 2004-2005.

Los objetivos de esta 3ª experiencia se pueden resumir en verificar los resultados obtenidos en las experiencias previas respecto al efecto del sistema de cultivo empleado y evaluar el efecto de una modificación en la secuencia alimentaria (protocolo de destete) en los primeros estadios de desarrollo larvario del Bocinegro y su incidencia sobre las anomalías morfológicas en las larvas de esta especie.

Los objetivos de esta segunda experiencia se pueden resumir en:

Verificar el efecto de las modificaciones aplicadas en las experiencias previas y determinar el grado de mejora de las tecnologías empleadas en las experiencias anteriores.

Estudiar el efecto de la introducción temprana de microdietas comerciales y, por tanto, reducir la cantidad de artemia en el cultivo de esta especie y observar su efecto sobre el crecimiento, supervivencia e incidencia en las malformaciones esqueléticas.

En esta experiencia, se definieron dos tratamientos que fueron realizados en paralelos con el objetivo de estudiar el efecto de la tecnología de cultivo y el efecto de los cambios en la secuencia alimentaria en la etapa de introducción de las microdietas (protocolo de destete). Una vez más la limitación en la cantidad de puesta del stock de reproductores del ICCM hizo necesario recurrir a las puestas del Instituto Español de Oceanografía (IEO)-Centro Costero de Canarias. Al igual que en experiencias anteriores, para determinar los porcentajes de eclosión, se instalaron unos recipientes especialmente diseñados dentro de los tanques de cultivo larvario con huevos a la misma densidad que cada uno de los grupos para determinar el porcentaje de eclosión y supervivencia al tercer día.

El primer tratamiento consistió en evaluar el efecto de la intensificación del sistema de cultivo, para ello se establecieron dos sistemas de cultivo diferentes, Semi-intensivo (7 larvas.l⁻¹) en tanques de 40m³ (SSI) frente al intensivo (100 larvas.l⁻¹) en tanques de 2m³ (SI), las condiciones de cultivo generales fueron las

mismas que en la experiencia de 2005. En los que se refiere a la secuencia alimenticia, en ambos sistemas de cultivo se introdujo una modificación en la edad de introducción de la primeras dietas inertes y la reducción a la mitad de la cantidad de artemia respecto al protocolo estándar, este tratamiento se denominó SSI-P06 en el caso del sistema semi-intensivo y SI-P06 en el caso del sistema intensivo, los controles o estándar en cada uno de los sistemas se denominaron SSI-P05 y SI-P05 respectivamente (Tabla 1). El resto de productos y secuencia alimenticia, fueron los mismos que en el tratamiento anterior.

En cuanto a la iluminación, se utilizaron las condiciones de foto periodo descritas en la experiencia en 2005, con una transición más temprana de foto periodo continuo a foto periodo natural. Así, se utilizó una combinación de luz natural y luz artificial durante 24h horas al día hasta el día 18 de vida pasando posteriormente a foto periodo natural. El rango de intensidad en la superficie del agua varió entre 1000-3500 Lux y fue medido con un luxómetro digital (Modelo HT170N; Italia) en 5 puntos diferentes de los tanques larvario abarcando toda la superficie, a diferentes horas del día (9:00; 12:00; 21:00). Los parámetros ambientales considerados fueron, la salinidad que se mantuvo constante durante todo el proceso 37‰, oxígeno disuelto que fluctuó en torno a $6,0 \pm 0,8$ ppm y la temperatura, con una media $20,4 \pm 0,7$ °C.

Tabla 1. Secuencia alimenticia durante el cultivo larvario de Bocinegro en sistema intensivo y semi-intensivo.

Alimento	Periodo (dpe)	Concentración
Fitoplancton (<i>Nannochloropsis sp.</i>)	3-25	250-500.000 cells.ml ⁻¹
Rotífero enriquecido	3-25	3-5 Indv.ml ⁻¹ Semi-intensivo
(<i>Brachionus plicatilis</i>)	3-25	5-10 Indv.ml ⁻¹ Intensivo
Nauplios AF (<i>Artemia sp.</i>)	15-20	0,175 A ₀ Indv.ml ⁻¹
Metanauplios enriquecidos EG (<i>Artemia sp.</i>)	15-50	0,25-1,0 A ₁ Indv.ml ⁻¹ -P05
	15-50	0,125-0,5 A ₁ Indv.ml ⁻¹ -P06
Microdietas	20 - Fin	12%-2,5% Biomasa. día ⁻¹
	15 - Fin	12%-2,5% Biomasa. día ⁻¹

Durante la primera etapa de cultivo (0-50 días de cultivo), se tomaron muestras semanalmente, de 15 especímenes por tanque, para análisis histológico; así mismo, se midió la talla total de 25 larvas por tanque utilizando un proyector de perfiles (Nikon V-12A, Nikon, Tokio, Japón). Se calculó la Tasa de crecimiento específico en talla (SGR) con la siguiente ecuación:

$$SGR = ([Ln(L_t) - Ln(L_0)] / t) \times 100$$

Donde L_t es la talla total al final del tiempo t, L₀ es la talla total al inicio, t es el periodo de tiempo en días.

Ante cada cambio de alimentación (12, 20, 33,46 días de cultivo) se recogieron muestras de larvas (250-1000 larvas.tanque⁻¹) y se tomaron muestras de productos enriquecedores, presas y piensos utilizados. Estas se guardaron en atmósfera de nitrógeno en un congelador a -80°C para su posterior análisis bioquímico.

La supervivencia final se determinó a los 95 días de cultivo, mediante el contaje individual con un contador industrial de alevines (TPS Fishcounter, Type Micro; Impex Agency; Dinamarca). La supervivencia a los 30 días de cultivo se determinó por la adición al número final de alevines contados, los alevines muertos recogidos diariamente.

Con objeto de determinar la calidad de los alevines producidos, a los 105 días de edad se realizaron valoraciones de las deformidades morfo-anatómicas que aparecían en 100 individuos de cada tratamiento, mediante el estudio de placas de radiológicas de baja intensidad realizadas con un mamógrafo digital (Mod. Senographer-DHR, General electrics, USA). Las anomalías detectadas se clasificaron siguiendo el protocolo de años anteriores.

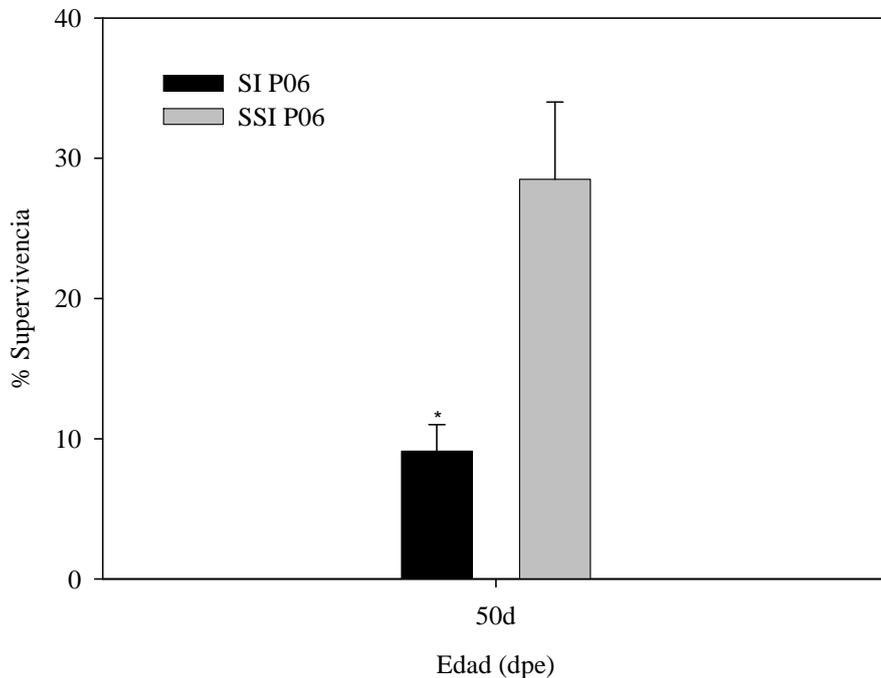
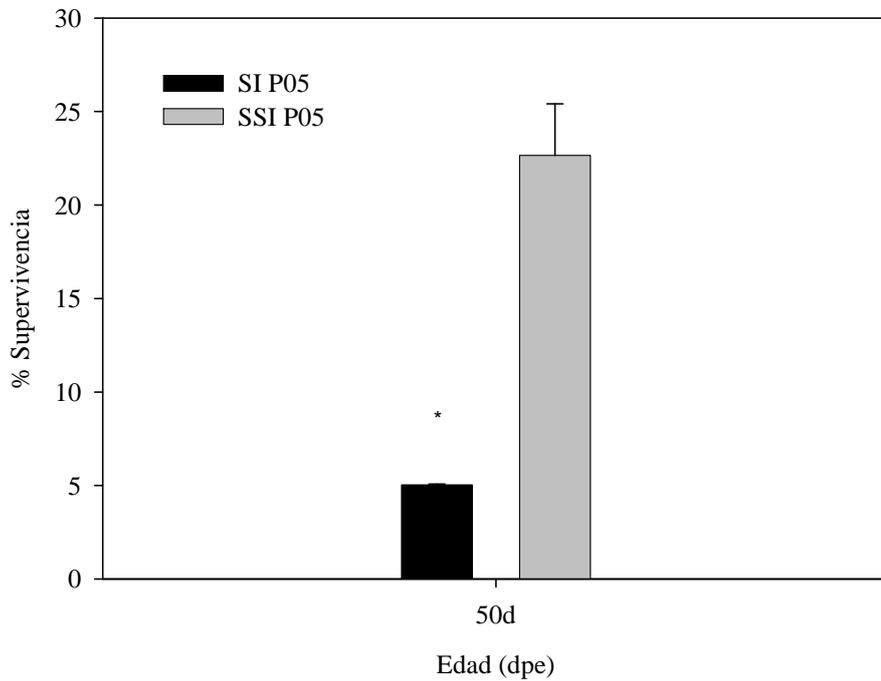


Figura 1. Detección de anomalías en bocinegro.

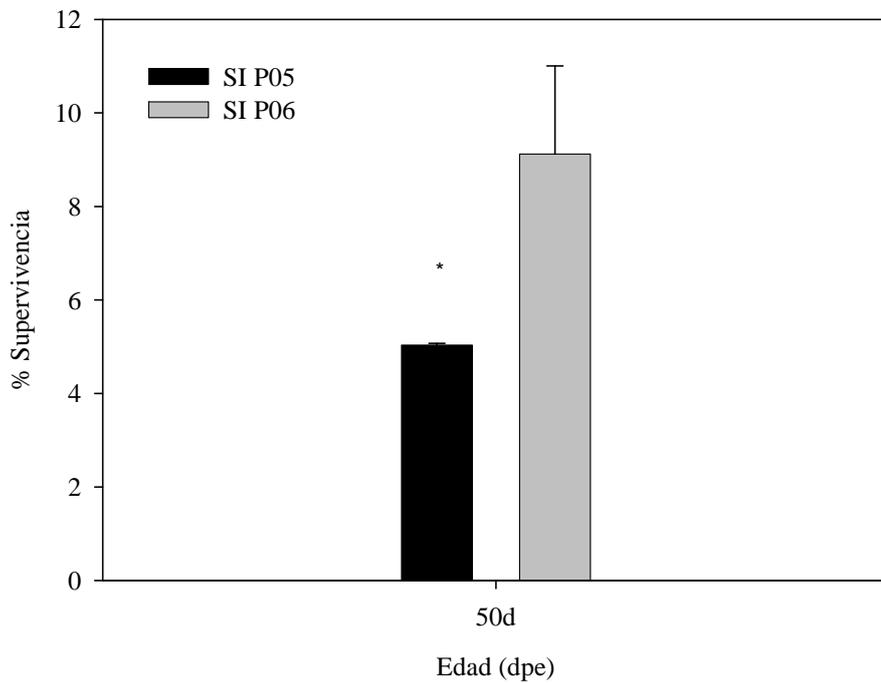
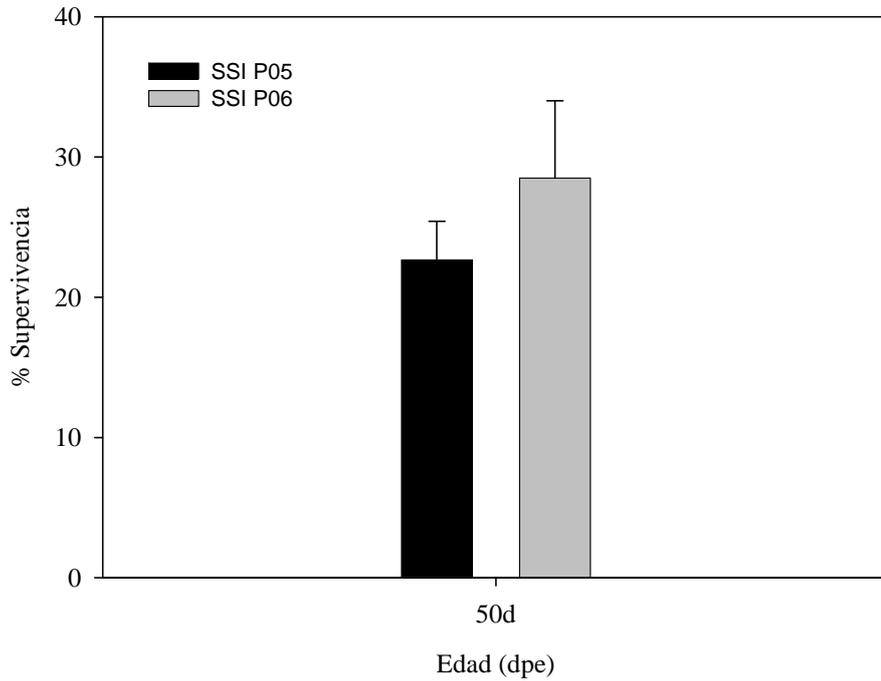
Resultados

Supervivencia y crecimiento.

Al igual que en las experiencias previas no se observaron diferencias significativas en los porcentajes de eclosión y supervivencia de las larvas de 3 días de edad respecto al tratamiento empleado alcanzando unos valores medios de 85% y 70% respectivamente. La evolución de supervivencia desde el tercer día de vida hasta los 50 días de edad, se vio afectada por el sistema de cultivo empleado, mostrando diferencias estadísticamente significativas, con un valor de $22,6 \pm 2,7\%$ en el sistema semi-intensivo y $5,0 \pm 0,3\%$ en el sistema intensivo utilizando el protocolo estándar descrito en la experiencia de 2005. En cuanto a la aplicación del nuevo protocolo de destete, mejoró la supervivencia obtenida, con una media de $28,5 \pm 5,49\%$ en el SSI-P06 frente a un $9,1 \pm 1,8\%$ en el caso del sistema intensivo, en ambos casos las supervivencias obtenidas mejoran respecto al protocolo estándar para cada uno de los sistemas, figuras 2 a, b. Respecto al efecto del protocolo de destete para un mismo sistema de cultivo, en el caso del sistema semi-intensivo, el nuevo protocolo mejora los resultados del protocolo previo aunque no es estadísticamente significativo. Sin embargo, en el sistema intensivo, la mejora obtenida con el nuevo protocolo de destete (SI-P06) es estadísticamente significativa, ver figuras 3 a, b.

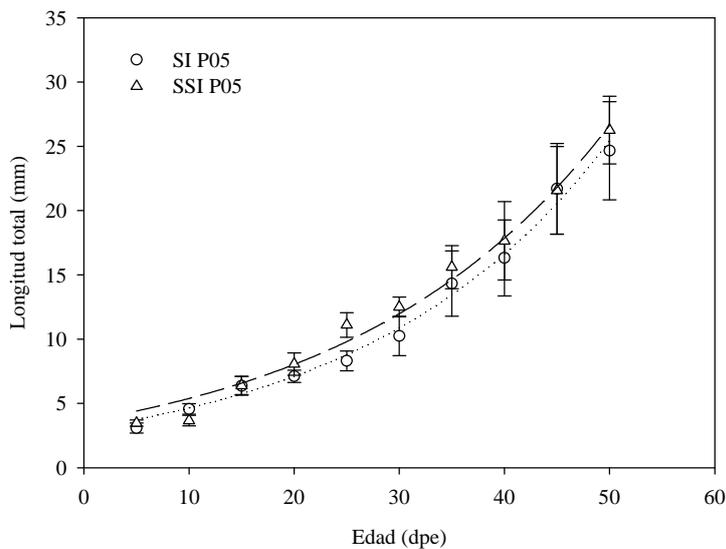
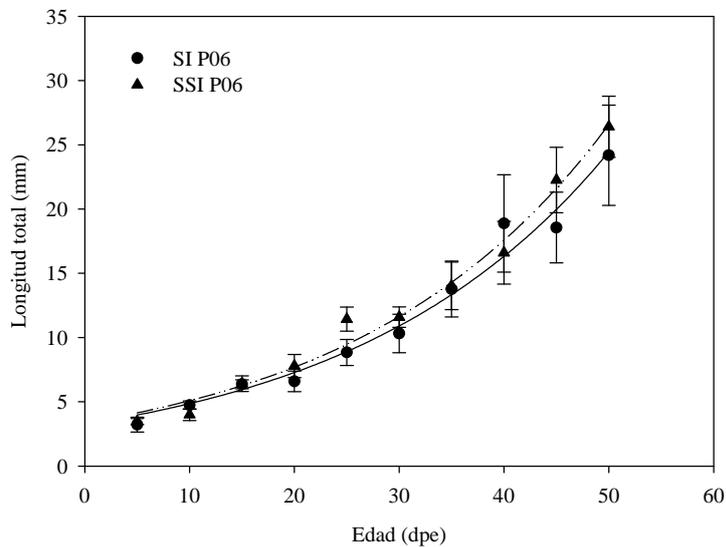


Figuras 2 a, b. Resultados de supervivencia de larvas de Bocinegro de 50 dpe según el sistema de cultivo y protocolo de destete empleado; SSI P05: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2005, SSI P06: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2006, SI P05: Sistema Intensivo protocolo destete 2005, SI P06: Sistema Intensivo protocolo destete 2006.



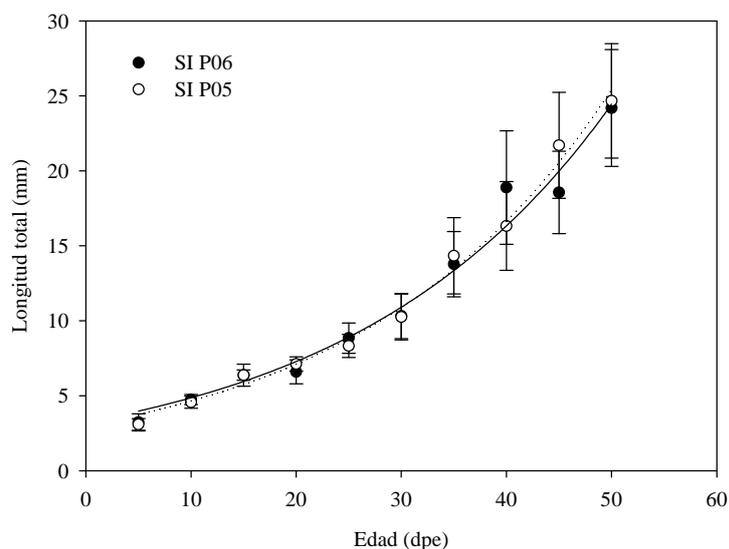
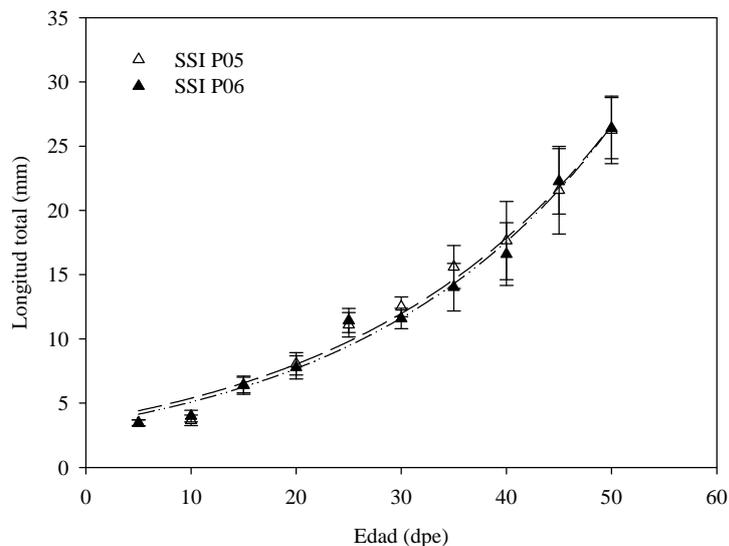
Figuras 3 a, b. Resultados de supervivencia de larvas de Bocinegro de 50 dpe según el sistema de cultivo y protocolo de destete empleado; SSI P05: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2005, SSI P06: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2006, SI P05: Sistema Intensivo protocolo destete 2005, SI P06: Sistema Intensivo protocolo destete 2006.

En cuanto al crecimiento, las larvas cultivadas en el sistema semi-intensivo en ambos protocolos de destete, presentaron un crecimiento mayor que las cultivadas en el sistema intensivo, aunque estas no son diferencias significativas en el caso de la longitud total, tal y como se observa en las figuras 4 a, b.



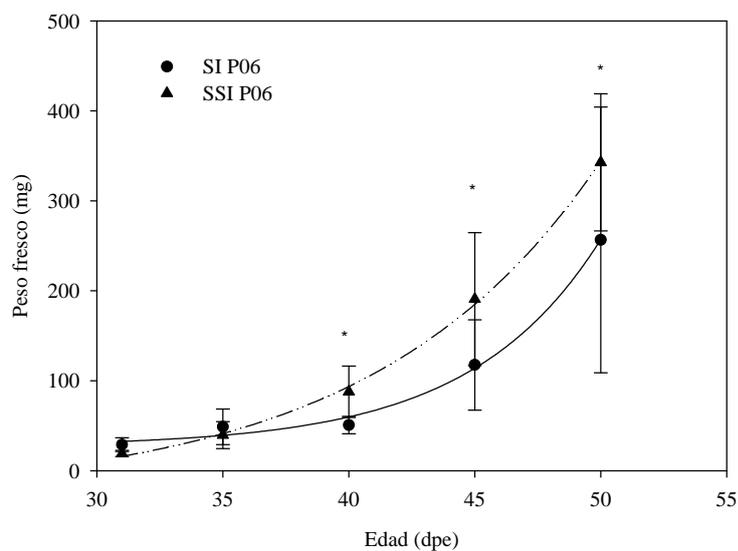
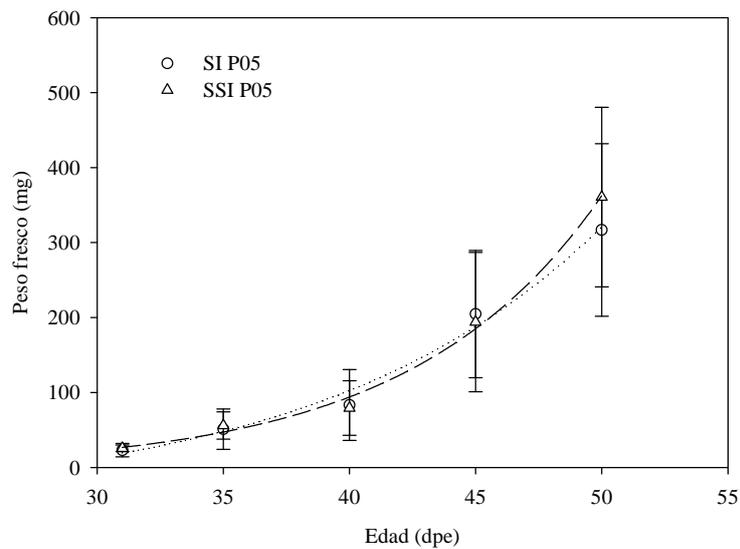
Figuras 4 a, b. Evolución de la talla de las larvas de Bocinegro según el protocolo de destete empleado en cada uno de los sistemas de cultivo; SSI P05: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2005, SSI P06: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2006, SI P05: Sistema Intensivo protocolo destete 2005, SI P06: Sistema Intensivo protocolo destete 2006.

De la misma manera, el efecto del protocolo de destete para un mismo sistema de cultivo, no presenta diferencias significativas en el crecimiento en talla, como se puede ver en las figuras 5 a, b.



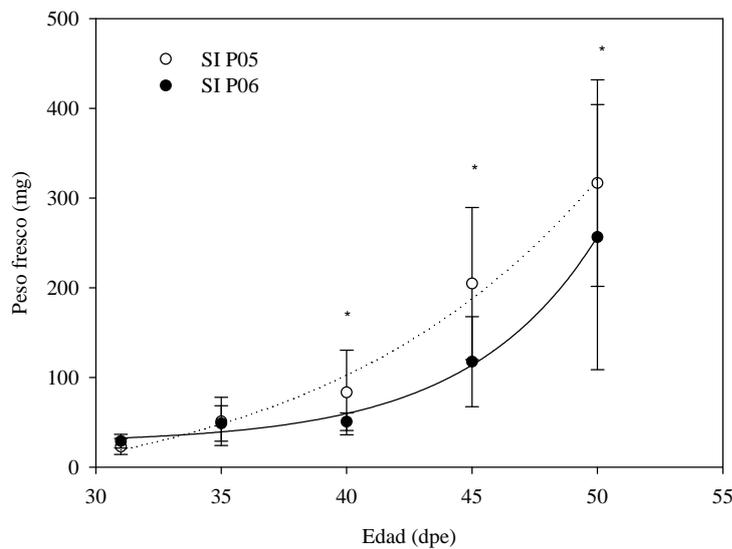
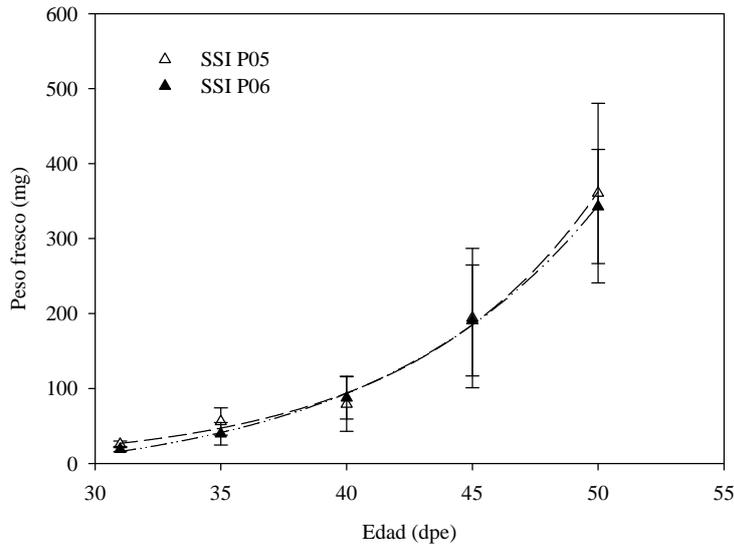
Figuras 5 a, b. Evolución de la talla de las larvas de Bocinegro según el sistema de cultivo y el protocolo de destete empleado; SSI P05: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2005, SSI P06: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2006, SI P05: Sistema Intensivo protocolo destete 2005, SI P06: Sistema Intensivo protocolo destete 2006.

En el caso de la evolución del peso fresco, las larvas cultivadas en el sistema semi-intensivo, presentaron un crecimiento mayor que las cultivadas en el sistema intensivo, si bien este no es estadísticamente significativo. Sin embargo, el cambio en el protocolo de destete, muestra que las larvas cultivadas en sistema semi-intensivo alcanzan pesos mayores, siendo estos estadísticamente significativos, figuras 6 a, b.



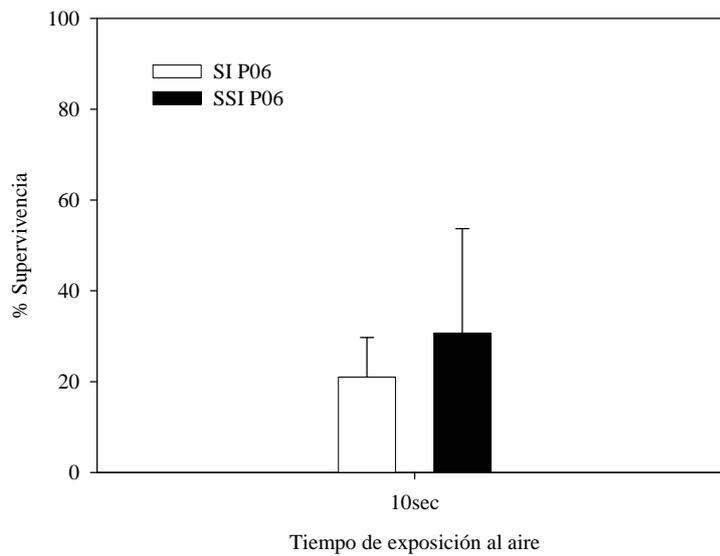
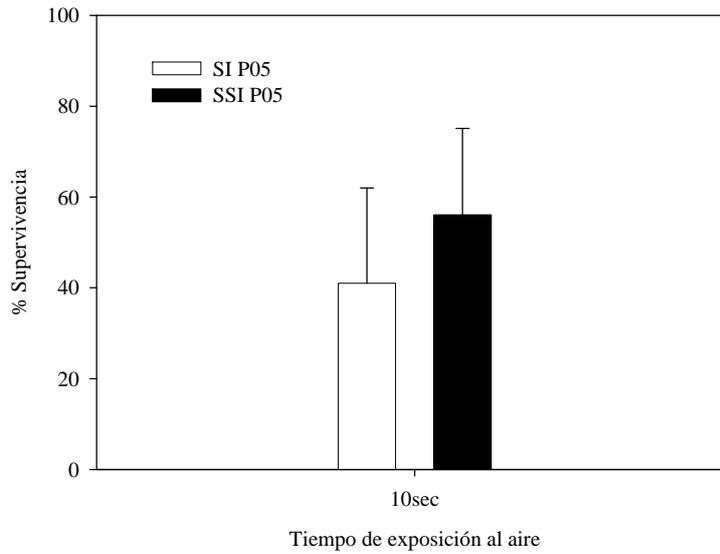
Figuras 6a, b. Evolución del peso fresco de las larvas de Bocinegro según el protocolo de destete empleado en cada uno de los sistemas de cultivo; SSI P05: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2005, SSI P06: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2006, SI P05: Sistema Intensivo protocolo destete 2005, SI P06: Sistema Intensivo protocolo destete 2006. * Indica diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

En cuanto al efecto del protocolo de destete para un mismo sistema de cultivo, se observa que no presenta diferencias significativas en el crecimiento en peso en el caso del sistema semi-intensivo, y si las presenta en el caso del sistema intensivo, tal y como se muestra las figuras 7 a, b.

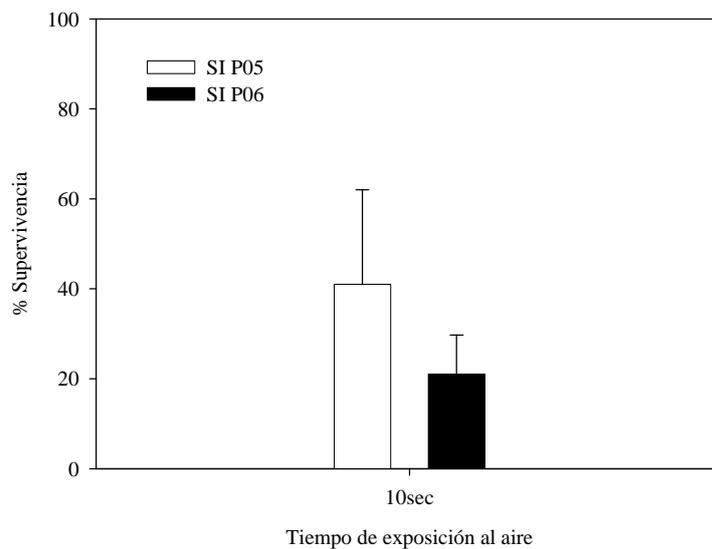
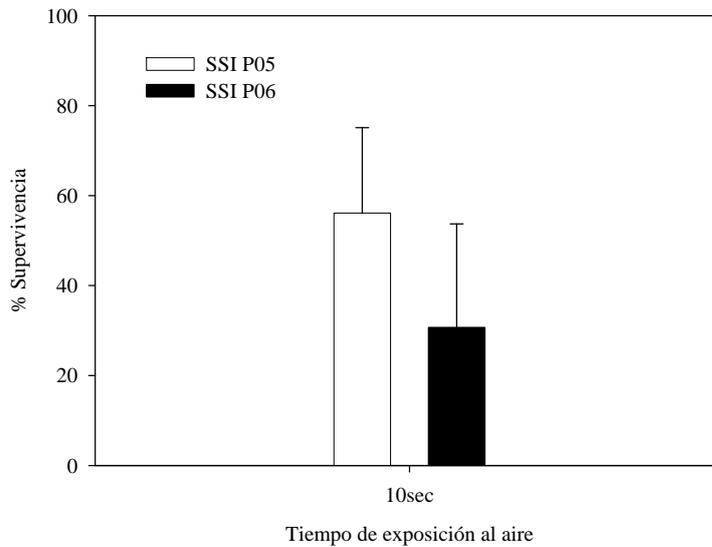


Figuras 7 a, b. Evolución del peso fresco de las larvas de Bocinegro según el sistema de cultivo y el protocolo de destete empleado; SSI P05: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2005, SSI P06: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2006, SI P05: Sistema Intensivo protocolo destete 2005, SI P06: Sistema Intensivo protocolo destete 2006.

Los resultados de supervivencia al test de actividad (exposición al aire), no muestran diferencias significativas entre tratamientos a los 20 dpe, si bien las larvas cultivadas en sistemas semi-intensivo y el protocolo estándar resisten mejor al test de actividad, ver figuras 8 a, b y 9 a, b.

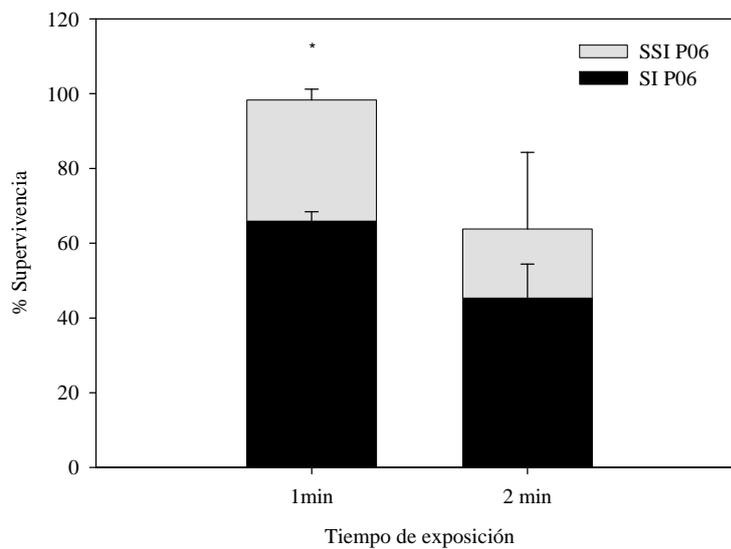
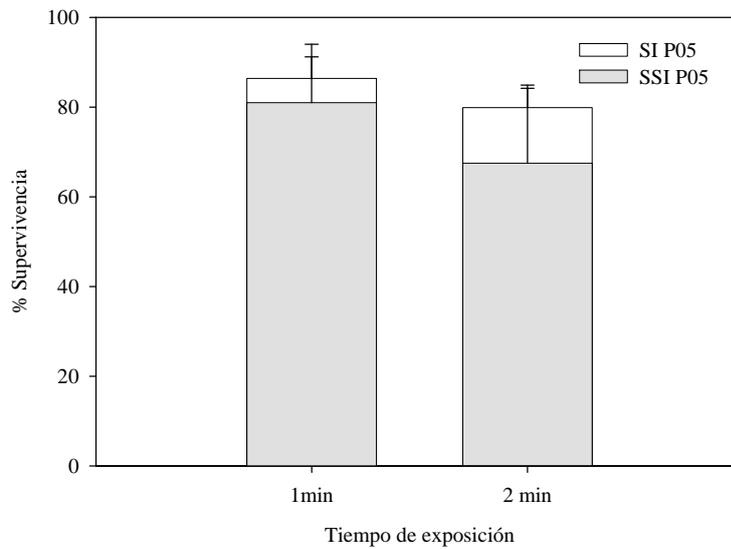


Figuras 8 a, b. Resultados de test de actividad de larvas de Bocinegro de 20 dpe según el sistema de cultivo y protocolo de destete empleado; SSI P05: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2005, SSI P06: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2006, SI P05: Sistema Intensivo protocolo destete 2005, SI P06: Sistema Intensivo protocolo destete 2006.



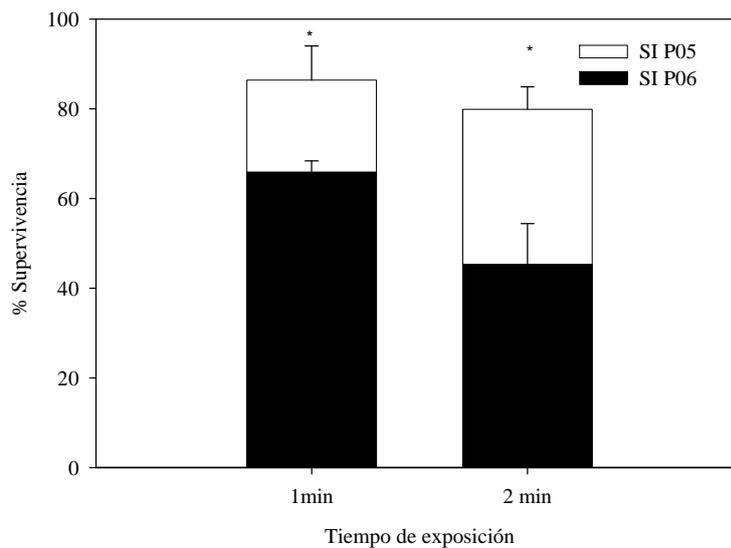
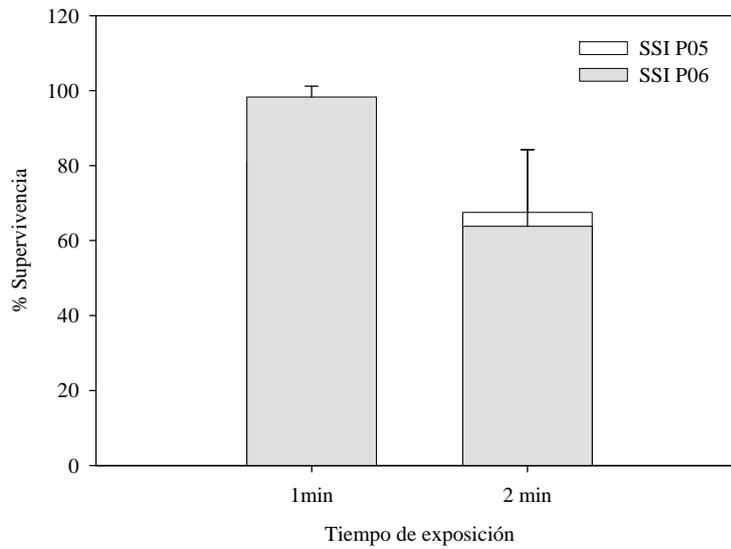
Figuras 9 a, b. Resultados de test de actividad (exposición al aire) de larvas de Bocinegro de 20 dpe según el sistema de cultivo y el protocolo de destete empleado; SSI P05: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2005, SSI P06: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2006, SI P05: Sistema Intensivo protocolo destete 2005, SI P06: Sistema Intensivo protocolo destete 2006.

Sin embargo, la supervivencia al test de actividad (exposición al aire) en estadios de desarrollo mas avanzados y a distintos tiempo de exposición, reflejan que no hay diferencias significativas entre los dos sistemas de cultivo, cuando se utiliza el protocolo de destete estándar, si bien para el nuevo protocolo de destete las larvas cultivadas en el sistema intensivo, presentaron una resistencia significativamente superior en el caso de un minuto de exposición al aire, que las cultivadas en el sistema semi-intensivo, aunque estas diferencias no son significativas en el test a 2 minutos de exposición, tal y como se puede ver en las figuras 10 a, b.



Figuras 10 a, b. Resultados de test de actividad (exposición al aire) de larvas de Bocinegro de 30 dpe según el sistema de cultivo y protocolo de destete empleado; SSI P05: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2005, SSI P06: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2006, SI P05: Sistema Intensivo protocolo destete 2005, SI P06: Sistema Intensivo protocolo destete 2006.

Del mismo modo, el efecto del protocolo de destete para un mismo sistema de cultivo, no presente diferencias significativas en el caso del sistema semi-intensivo, aunque si se observa una resistencia significativamente mayor en las larvas cultivadas en sistema intensivo con protocolo estándar frente al nuevo protocolo, como se observa en las figuras 11 a, b.



Figuras 11 a, b. Resultados de test de actividad (exposición al aire) de larvas de Bocinegro de 30 dpe según el protocolo de destete y el sistema de cultivo empleado; SSI P05: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2005, SSI P06: Sistema Semi-intensivo protocolo destete 2006, SI P05: Sistema Intensivo protocolo destete 2005, SI P06: Sistema Intensivo protocolo destete 2006.

Composición bioquímica.

Se han realizado análisis bioquímicos, lípidos, proteínas, cenizas y ácidos grasos de las larvas a diferentes edades para cada uno de los tratamientos.

Tabla 2 : Composición proximal (g/g peso seco) y ácidos grasos (% total de AG) de las larvas de bocinegro a los 20, 35 y 50dpe en la experiencia 3A.

Edad	20dpe	35dpe	50dpe
Tratamiento	SMIW1-TC	SMIW1-TC	SMIW1-TC
% Humedad	84.08±1.39 ^a	80.88±0.58	76.39±1.05
% Lípidos (ps)	15.21±1.25	17.42±1.35	19.63±5.99
16:0	17.06±0.52	15.90±1.55	19.30±0.81 ^a
16:1 n-7	4.14±0.25	3.37±0.14 ^a	5.34±0.17
18:0	9.88±0.27	8.05±0.72 ^a	6.88±0.23
18:1 n-9	13.33±0.27	15.72±0.52	11.98±0.40 ^a
18:1 n-7	5.04±0.22	4.74±0.25	3.61±0.13
18:2 n-6	6.16±0.21	7.42±0.52	10.49±0.30
18:3 n-3	4.19±0.20	6.89±0.64	2.84±0.15
20:1 n-9	1.19±0.09	1.55±0.09 ^a	1.83±0.01
ARA (20:4n-6)	2.64±0.10	2.08±0.07	1.22±0.03
EPA (20:5n-3)	6.24±0.16	6.41±0.10	8.33±0.05
DHA (22:6n-3)	15.25±0.80	14.28±0.21	13.60±0.28
\sum saturados ⁽¹⁾	29.27±0.70	26.75±2.28	30.50±1.11
\sum mono-insaturados ⁽²⁾	26.49±0.34	27.70±0.95	25.40±0.79
\sum n-3 ⁽³⁾	29.98±0.14	31.47±1.06	29.10±0.36 ^a
\sum n-6 ⁽⁴⁾	11.05±0.48	11.13±0.48	13.12±0.04
\sum n-9 ⁽⁵⁾	15.46±0.25	18.18±0.61	14.02±0.44
\sum n-3HUFA ⁽⁶⁾	24.08±0.06	22.75±0.34	23.99±0.44
EPA/ARA	2.36±0.05	3.09±0.10	6.82±0.10
DHA/EPA	2.45±0.07	2.23±0.03	1.63±0.02
DHA/ARA	5.78±0.21	6.87±0.14	11.13±0.00
oleico/DHA	0.87±0.02	1.10±0.03	0.88±0.01
oleico/n-3HUFA	0.55±0.01	0.69±0.02	0.50±0.01
n-3/n-6	2.72±0.10	2.83±0.12	2.22±0.03 ^a

Tabla 3 : Composición proximal (g/g peso seco) y ácidos grasos (% total de AG) de las larvas de bocinegro a los 20, 35 y 50dpe en la experiencia 3B.

Edad	20dpe	35dpe	50dpe
Tratamiento	SMIW2-TC	SMIW2-TC	SMIW2-TC
% Humedad	82.63±1.05	82.02±0.95	76.43±4.16
% Lípidos (ps)	15.87±2.01 ^a	15.33±5.29	14.84±2.02
16:0	16.81± 0.14 ^a	17.59±0.85 ^a	18.82±0.33
16:1 n-7	3.99±0.16	3.17±0.09	5.43±0.28
18:0	10.13± 0.35 ^a	8.56±0.33	6.89±0.24
18:1 n-9	12.39± 0.42	13.67±0.28	11.81±0.41
18:1 n-7	4.60±0.09 ^a	3.96±0.18	3.43±0.14
18:2 n-6	7.74±0.40	8.84±0.53	11.07±0.30
18:3 n-3	2.69±0.15 ^a	4.11±0.48 ^a	2.00±0.13 ^a
20:1 n-9	1.19±0.08	1.47±0.02	2.02±0.04
ARA (20:4n-6)	2.41±0.04	2.21±0.10	1.17±0.03
EPA (20:5n-3)	5.59±0.06	5.95±0.13	8.61±0.35 ^a
DHA (22:6n-3)	16.81±0.41 ^a	17.38±0.25	13.97±0.42 ^a
∑ saturados ⁽¹⁾	29.99± 0.43 ^a	29.18±1.47	30.31±0.70
∑ mono-insaturados ⁽²⁾	25.34± 0.62 ^a	24.50±0.48	25.39±0.81
∑ n-3 ⁽³⁾	28.98± 0.43	31.00±0.88 ^a	28.86±0.13 ^a
∑ n-6 ⁽⁴⁾	12.19± 0.32	12.58±0.51 ^a	13.32±0.22
∑ n-9 ⁽⁵⁾	14.70± 0.36	16.08±0.31 ^a	13.93±0.35
∑ n-3HUFA ⁽⁶⁾	24.85± 0.52	25.30±0.36	24.68±0.10
EPA/ARA	2.32±0.03 ^a	2.69±0.08	7.39±0.46 ^a
DHA/EPA	3.00±0.06 ^a	2.92±0.06	1.63±0.12 ^a
DHA/ARA	6.98±0.07 ^a	7.87±0.29 ^a	11.97±0.15 ^a
oleico/DHA	0.74±0.04 ^a	0.79±0.01	0.85±0.05
oleico/n-3HUFA	0.50±0.03	0.54±0.00	0.48±0.02
n-3/n-6	2.38±0.10	2.47±0.12 ^a	2.17±0.04 ^a

3.4.3.3. Preengorde y engorde.

El lote de bocinegros obtenidos de esta tercera producción se muestrearon y fueron transferidos en este caso a las instalaciones en tierra de la empresa ADSA (Alevines y Doradas S.A., Castillo del Romeral).

Con fecha 31 de agosto de 2006 una población de 34.248 peces de un peso medio de 20 g fue transferido a la empresa con fecha 31 de Agosto de 2006 (Fig. 12). Tras un período de aclimatación y superación de un brote de vibrio después del manejo se le da de alta al lote con fecha 12 de Septiembre de 2006. Lote de inicio de la experiencia: 24289 peces de 20,86 g de peso (unos 500 kg de animales). La densidad estimada de siembra al inicio fue de 5,59 Kg/m³.

Transporte y Siembra de los animales

La siembra se realizó en varios transportes y días a los que siguió un período de aclimatación de los animales que comienza el día 31/08/06 (fecha en que se transportan los primeros peces desde ICCM hacia ADSA) y acabó en unas 2 semanas (12/09/06), fecha en la que terminó el periodo de aclimatación del último tanque recibido en ADSA. El análisis de este periodo permitirá evaluar tanto el resultado de la carga, como la aclimatación de los peces a las nuevas condiciones.

Una vez aclimatado el lote (cese de mortalidad en su caso e ingesta adecuada de alimento) se le da de alta en la empresa, momento a partir del cual se considera inicio de la prueba de engorde en la empresa (12/09/06).

Transporte

Con el fin de evitar el menor número posible de errores en el transporte de los peces desde el ICCM hasta ADSA se realiza una primera a carga de prueba en ICCM, con personal del ICCM y de ADSA.

La carga comienza a las 9:30 de la mañana del 31/08/06. Los peces se cargan en dos tanques ubicados en un camión rígido de 5,5 m, figura 12.

La densidad por tanque es de unos 25 Kg/m³. La renovación de agua en los tanques de camión es continua durante la carga. El método de carga es con cubos y por peso. Vistos los resultados de la primera carga, se acuerda, realizar el resto del transporte de los peces.

Características del lote transferido

En la tabla 4 se muestran las principales características del lote. Peso medio: 20 g. Destacar que se entregarán muestras de peces, (cuando se halla sembrado todo el lote y dado de alta en ADSA), al departamento de salud, para crear una caracterización del lote en ADSA. Con el fin de saber con exactitud el peso medio y porcentaje de deformidad, se tomara una muestra de 50 peces por tanque, esta muestra será de peces vivos (esta decisión fue tomada por la empresa).

El ICCM se compromete a emitir certificado sanitario y la caracterización de lote.

Comentarios de recepción

Los peces llegan a ADSA, a las 11:35. En la siembra está presente un responsable del ICCM, que realiza medidas de ph y sobresaturación de gases en los tanques de destino previo a siembra. Antes de la descarga, se equiparan valores de temperatura y O₂ en los tanques del camión, para no provocar alteraciones en los peces. También se realiza una renovación de agua de una hora, para habitar los peces a las nuevas condiciones físico-químicas del agua de pozo de ADSA. Esto se aplica a todas las cargas.



Fig. 12. Detalle del transporte de peces

Tabla 4. Lotes de peces que se han transferido del ICCM a la empresa ADSA.

Tanque origen ICCM	Nº peces	P medio(g)	Biomasa (Kg.)	Tanque de Transp.	Densidad transporte (Kg/m ³)	O ₂		T ^a		pH		Tanque destino ADSA
						Salida	Llegada	Salida	Llegada	Salida	Llegada	
W7	5.839	20,6	120,3	T1	30,07	13	14	23,6	24,2	8,2	6,83	D5
W8	4.637	19,3	89,5	T2	22,37	16	21,8	23,6	24,2	8,2	7,01	D2
W3	3.500	23,5	82,3	T1	20,56	11,2	11,5	24,3	27,4	7,7	7,0	D6
W6	4.235	20,4	86,4	T2	21,60	13,5	13,9	24,5	27,4	7,7	7,0	D4
W1	4.551 (1.699D1+2.859D3)	19,7	89,7	T1,2								D1,3
W2	5.345	21,9	117,1	T2	37,61	13	14,1	24,7	25,9	7,6	6,65	D1
W4	6.141	20,8	127,7	T1	46,01	10,8	15,4	24,7	25,7	6,93	6,54	D3
W5 (pendiente)	2000	25,3	50,6	T1	12,6							D6
Total	34.248	20,8	712,9		28,3							

**Informe Inicial de recepción y aclimatación de los bocinegros (emitido por la empresa ADSA).
Primera reunión de coordinación**

Fecha de siembra: 31/08/06 – 04/09/06 – 05/09/06

Nº de peces:

- D2 4.637 peces de 20 g de media.
- D5 5.839 peces de 20 g de media.

Primera descarga, realizada el 31 de Agosto, se realiza una carga para asegurar el correcto manejo de los peces. Destacar que se dio más pendiente a la caída de los tubos de siembra para impedir que el resto de peces del tanque del camión quedasen en seco en la tubería antes de caer al tanque de destino.

- D6 3.500 peces de 20 g de media.
- D4 4.235 peces de 20 g de media.
- D1 7.044 peces de 20 g de media.
- D3 9.000 peces de 20 g de media

Después de la primera carga y de comprobar las bajas, el resultado, ha sido bastante bueno, por este motivo el resto del transporte se continúa realizándolo de la misma forma.

Los peces procedentes de 6 tanques (ICCM) se siembran en las nuevas instalaciones (ADSA) en 6 tanques de 10 m³, figura 13. Estos se han cubierto con una red para impedir salida de peces de los tanques (estos animales tienden a saltar fuera del agua). Ubicación de los tanques en ADSA, al final los peces quedan repartidos de la siguiente forma en los tanques, tabla 5.

Tabla 5. Número de peces y biomasa de los peces en las instalaciones de ADSA.

Tanque ADSA	Nº de peces	Peso medio	Biomasa en Kg.	Densidad media en Kg/m ³
D1	6.825	20,5	139,91	7,77
D2	4.377	19,3	84,48	4,69
D3	vacío	-	-	-
D4	4.136	20,4	84,37	4,69
D5	5.570	20,6	114,74	6,37
D6	3.381	23,5	79,45	4,41
Total	24.289	20,86	502,95	5,59

Destacar que después de la última siembra en ADSA, el aspecto de los peces en general es bueno. Señalar que en el tanque D5, se aprecia leve apariencia de daño físico y estrés pero en un grado

muy bajo. También en D3 se aprecia daño leve pero la curva de mortalidad es la más alta. En principio, se achaca a que los dos últimos tanques de siembra fueron los de más carga, (37 y 40 Kg/m³), las bajas en ese tanque, aumentan de 200 a 600 diarias, se procede a dar un baño de peróxido en el tanque y a recoger muestras para laboratorio de ictiopatología para realizar una siembra. Como, las bajas siguen aumentando a 700, se entregan más peces al laboratorio. Conocido el diagnóstico se decide eliminar el tanque 3, para evitar posible contaminación al resto de los animales y se entregan muestras de todos los tanques al laboratorio.

La alimentación que se les ha proporcionado es pienso comercial 3 kg/tanque que a continuación se detalla:

- L2 active 1,5 Kg. (pienso inmunoestimulante)
- L2 FLU ALTA, (pienso medicamentoso), aplicado como tratamiento preventivo.

Este tratamiento se aplicó durante diez días.

Según la impresión recogida, de los técnicos de ADSA, el comportamiento de los peces en lo que se refiere a alimentación en los dos primeros días, mostraron un poco de desconfianza a la hora de subir a por el alimento, pero se ven peces comiendo. Pasados tres días, los peces que entraron el 31/8/06, se comportan de manera más confiada y suben a comer.

Después de la aparición del brote de enfermedad se cambia el tratamiento a OTC en todos los tanques, en carácter correctivo.

Se adjunta informe de alimentación del periodo, tabla 6.

Protocolo de baños preventivos

En este apartado, después de reunirnos las partes, se acuerda aplicar los criterios de rutina de ADSA. Destacar que si fuese necesario y previo aviso al ICCM, se cambiara la rutina.

Datos generales del lote recibido (informe emitido por ADSA)

En principio, el aspecto de los peces es bastante bueno. A pesar de que se detecta un alto porcentaje de peces deformes y a pesar del brote en D3. En general, los peces, han respondido bastante rápido a la alimentación.

Después de la decisión tomada con respecto al D3, los pasos a seguir, se acuerda que sean:

- Tratamiento correctivo, vía oral, de OTC en todos los peces.
- Seguimiento y análisis diarios de muestras de todos los tanques.
- Antibiógramas.
- Avisar siempre al ICCM, sobre evolución y pasos a seguir.

Se aprecia en la etapa de aclimatación, un stress continuado en los peces. Esto no ha incidido en altas mortalidades ya que el número no es elevado, pero sí afecta a la coloración de los peces que aun se mantienen oscuros y con bandas rayadas.

Reunión de coordinación. Con fecha 25 Septiembre de 2006 se realiza una reunión en el Castillo del Romeral del personal involucrado en el proyecto por parte de la empresa y del ICCM, a continuación se detalla lo acordado en la misma.

OBJETIVO GENERAL: Planificación de la fase de preengorde de la Prueba de bocinegros en ADSA.

Objetivos concretos:

a. Valoración del estado de los peces una vez aclimatados a los tanques de cultivo en ADSA.

b. Planificación en función de las consideraciones del apartado anterior del manejo de los animales durante la **fase de preengorde**, así como de futuras actuaciones que se hiciesen necesarias durante esta etapa.

A. Observaciones y acuerdos una vez realizada la visita a las instalaciones y planteados algunos de los problemas en relación al manejo del sistema:

1. Las instalaciones aparecen aisladas del resto de la planta con control de desinfección de entrada y salida.
2. La apariencia de los peces ha mejorado notoriamente con respecto a la visita anterior, presentando los animales una movilidad normal y una tonalidad externa algo más clara.
3. Medicación en el alimento: acabará en dos días más según el protocolo establecido en reuniones anteriores.
4. Las mortalidades se han reducido bastante y estancado, alrededor de 2-5 animales/tanque/día. Se observó algún pico de mortalidad (14-20 animales/tanque) que coincidió con problemas específicos de manejo.
5. El principal problema según estimaciones de los técnicos de ADSA sigue estando en la sobresaturación de oxígeno del agua de entrada a los tanques, por lo que se está haciendo mucho hincapié en el control de este parámetro sobretodo en los dos primeros tanques a donde llega la línea de agua que resultan los más expuestos.
6. La circulación de agua no parece ser suficiente para mantener la columna de agua en condiciones óptimas por lo que se acuerda hacer una prueba de desagüe de los tanques (en 2 de ellos en principio), de alrededor de $\frac{1}{4}$ del volumen total e incluso un poco más a primera hora de la mañana para ir valorando la respuesta de los animales en relación a las mejoras en la calidad del medio.

Tabla 6. Tabla cedida por la empresa ADSA, del primer periodo de los peces en las instalaciones.

Producción																							
Periodo : 01/09/2006 - 14/09/2006																							
Superior Control - © AKVAsmart ASA N° licencia : 0034-000-0189-01773 Grupo Tinamenor																		Fecha : 15/09/2006		Página : 1			
Instalación Pre-CR																							
Unidad	Fecha inicial	Fecha final	N° inicio	N° final	N° muertos	Mort. %	N° desviación	Peso prom. inicio (g)	Peso prom. final (g)	Crec. (g)	Biomasa inicio (kg)	Biomasa final (kg)	Crec. Neto	N° pesado	Peso medio pes. (g)	Peso pesoa	Pienso consumido (kg)	Alim. oalo.	SFR	FCR Eco.	SGR%	Densidad (kg/m³)	
D001	01/09/2006	14/09/2006	6.825	6.801	24	0,35	0	20,90	23,91	3	140	163	23	0	0	0	28	70	1,31	1,21	1,08	9,4	
D002	01/09/2006	14/09/2006	4.377	4.354	23	0,53	0	19,31	26,62	7	85	116	31	0	0	0	38	46	2,76	1,21	2,29	6,7	
D004	01/09/2006	14/09/2006	4.136	4.123	13	0,31	0	20,41	26,30	6	84	108	24	0	0	0	29	44	2,18	1,21	1,61	6,3	
D005	01/09/2006	14/09/2006	5.570	5.504	66	1,18	0	20,99	26,34	6	115	145	30	0	0	0	38	60	2,12	1,26	1,68	8,4	
D006	01/09/2006	14/09/2006	3.381	3.375	6	0,18	0	23,51	30,47	7	80	103	23	0	0	0	29	39	2,27	1,22	1,66	6,0	
Siembra																							
SFR			24.289	24.157	132	0,54	0	20,71	26,27	6	503	635	132	0	0	0	161	259	2,05	1,22	1,68	7,5	
Instalación																							
Pre-CR			24.289	24.157	132	0,54	0	20,71	26,27	6	503	635	132	0	0	0	161	259	2,05	1,22	1,68	7,5	
Suma total			24.289	24.157	132	0,54	0	20,71	26,27	6	503	635	132	0	0	0	161	259	2,05	1,22	1,68	7,5	

7. La superficie del agua aparece con bastante grasa por lo que se plantea ajustar la alimentación para que la cantidad de alimento sobrante sea la mínima posible y para que la dosificación de los alimentadores acabe a última hora de la tarde.
8. Se apunta la posibilidad de separar los difusores de oxígeno del fondo para evitar la dispersión de materia orgánica en la columna de agua.
9. Los peces están siendo alimentados con pienso L2 Active de 22% de grasa. Si bien esto no fue lo que en su momento se sugirió como idóneo para estos animales (pienso de contenido graso menor de 20%), se acuerda continuar con el mismo hasta el próximo muestreo con el fin de no aplicar muchos cambios a un mismo tiempo que pudiesen afectar negativamente a los animales.

B. Planificación futura

1. De los 6 tanques en que fueron repartidos los peces en la Zona D (6 x 18m³), quedan efectivamente 5 por el problema de mortalidad observado durante la fase de aclimatación.
2. El planning de engorde prediseñado debe ser modificado por motivos de espacio físico en ADSA de tal forma que, una vez acabada la etapa de preengorde y/o cuando la densidad en los tanques esté sobre los 15 kg/m³, todos los animales deberán ser trasladados a un único tanque en la Zona exterior C (raceway de 500 m³). No quedarán por tanto animales en la zona interior D.
3. Planteada la posibilidad de vacunación de todos los peces contra patógenos comunes (en el caso del stock anterior los peces fueron vacunados por inmersión), existe discrepancia de opiniones entre los presentes por lo que se acuerda esperar hasta ver los resultados del próximo muestreo y decidir en función de ello (vacunación o no; y en su caso, inmersión o baño largo).
4. En cuanto a los baños de formol se realizarán únicamente en casos de post-movimiento de los animales mientras estos continúen en la Zona D con agua de pozo. Se reanudará la aplicación de rutina cuando pasen a la zona exterior C.
5. El muestreo inicial de la fase de preengorde queda como 14 de Septiembre de 2006; se acuerda realizar un primer muestreo en Octubre –Noviembre, pendiente de concretar por parte de ADSA.
6. Para el muestreo de Octubre los peces deberán mantenerse en inanición alrededor de 24 horas.
7. Se adjunta según lo acordado una curva de crecimiento completo de bocinegros obtenida a partir de experiencias realizadas en el ICCM figura 14, que servirá como base de comparación de los resultados que se vayan obteniendo en la presente Prueba.

Condiciones de cultivo

Los bocinegros fueron ubicados en 6 tanques interiores de 18,000 L, bajo malla de sombreado (Fig. 13). Durante este período se consiguió mediante tratamientos preventivos con peróxido de hidrógeno y en su caso, con los antibióticos correspondientes controlar los pequeños brotes de mortalidad que se observaron hasta la completa recuperación y aclimatación del lote. Se decidió en este intervalo la eliminación completa del tanque 3 dada la incidencia de brotes sucesivos en el mismo, que fueron achacados al transporte de estos animales en concreto, y en previsión de posible contagio a los tanques adyacentes. Cabría reseñar en relación al problema de mortalidad observado la influencia que la calidad del agua, sobresaturación de oxígeno y material en suspensión mayoritariamente, ejercieron sobre el mismo.



Fig. 13. Tanques interiores donde fueron ubicados los bocinegros (6 x 18000 L).

Entre el día de inicio de la prueba y hasta finales del 2006 se realizaron dos estimaciones de número y peso de los animales. Una el 11 de Noviembre con un total de 21134 peces y 47,35 g de peso medio y otra el 7 de Diciembre con un peso de los animales de 69,2 g. La buena evolución de los pesos de los animales y la referencia de 15kg/m³ como densidad máxima idónea atendiendo a experiencias previas en el ICCM llevaron al desdoble de los tanques de tal forma que al final de este período se volvieron a tener los 6 tanques de 18m³ iniciales.

El desdoble se ha realizado por fases (días 3, 6 y 7 de Noviembre) tras una prueba con uno de los tanques en la que se observó mortalidad por manejo prácticamente nula (50 peces en total). Para el traslado los peces fueron previamente anestesiados de forma somera en sus propios tanques. Los tanques han quedado de la siguiente forma tras el desdoble, tabla 8:

Tabla 8. Estado en que quedaron los tanques después del desdoble.

07/11/2006	D1	D2	D3	D4	D5	D6
#	3615	3449	3633	3603	3588	3246
pm	47,3	43,3	45	43,33	51,55	53,6
Biom.	170,99	149,34	163,49	156,12	184,96	173,99
Dens.	9,50	8,30	9,08	8,67	10,28	9,67

Tras el manejo y siguiendo la rutina establecida en ADSA para este tipo de actuaciones se ha sometido a los peces a baños de peróxido de hidrógeno sin que se haya observado mortalidad o problema añadido por este tratamiento. De seguir la evolución de los peces en la misma línea se tendría en un mes la siguiente tabla 9.

Tabla 9. Previsible evolución de los peces

07/12/2006	D1	D2	D3	D4	D5	D6
#	3615	3449	3633	3603	3588	3246
pm	70	65	68	65	75	72
Biom.	253,05	224,19	247,04	234,20	269,10	233,71
Dens.	14,06	12,45	13,72	13,01	14,95	12,98

Se decide el recubriendo de los tanques con malla adicional del 80% de sombreo con doble finalidad, mejorar el color de los animales y evitar en mayor medida algunos problemas lumínicos que han venido ocurriendo durante la noche (Fig. 14).

La alimentación que se les ha proporcionado es pienso comercial 2 mm (3 kg/día/tanque), L2 FLU ALTA (aplicado como tratamiento preventivo) y L2 Active, ambos de la casa comercial Skreting (Fig. 15).

Durante este primer período al que consideramos preengorde en la empresa se sucedieron todas las reuniones necesarias entre los miembros de las partes, GIA-ADSA, para la correcta consecución de los objetivos deseados de manera que cualquier manejo o modificación sobre las condiciones del lote fuera consensuado.



Fig. 14. Tanques con malla de sombreo adicional.

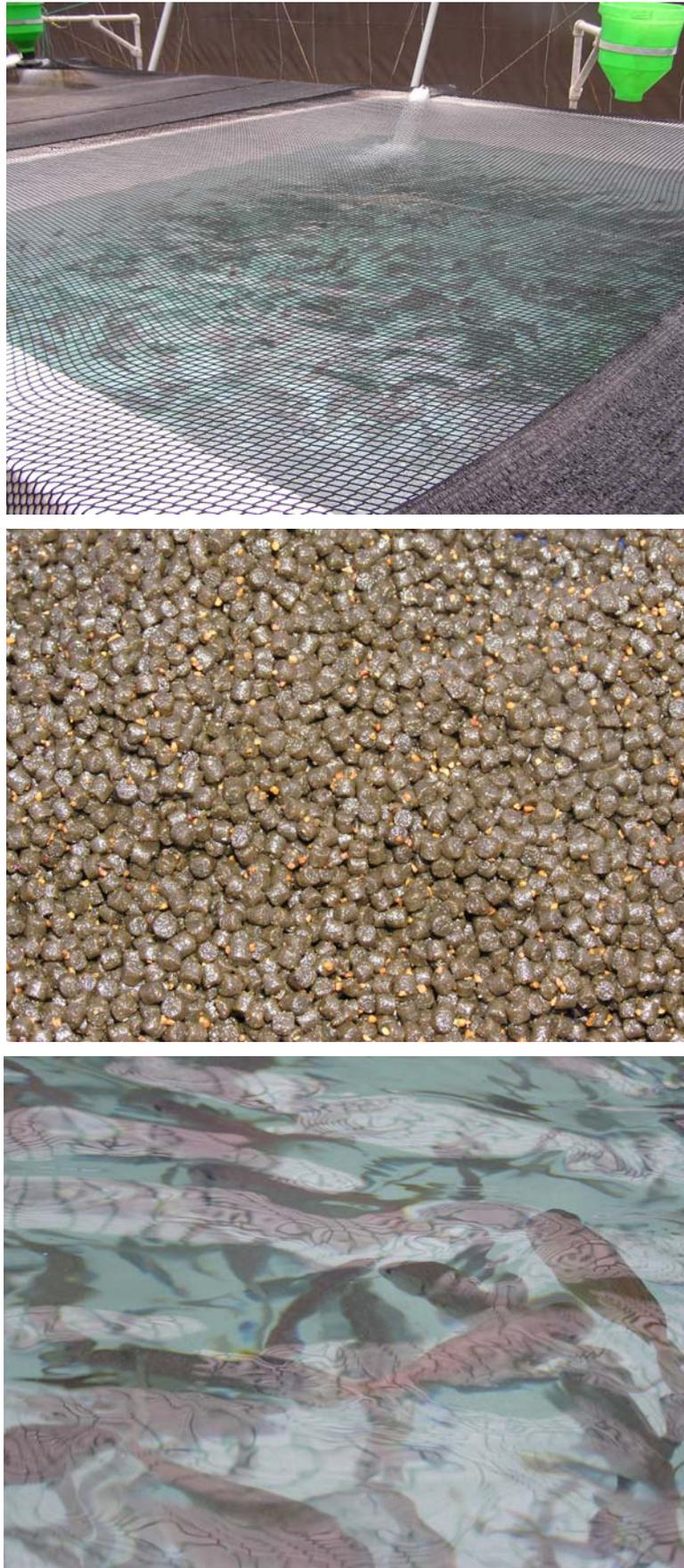


Fig. 15. Tanques con bocinegro y pienso utilizado

Resultados del seguimiento del lote

INFORME DE SEGUIMIENTO GIA-ICCM

FECHA: 30 de marzo de 2007

MUESTREO CORRESPONDIENTE A LA FINALIZACIÓN DE LA FASE DE ENGORDE EN LOS TANQUES D INTERIORES Y COMIENZO DE LA FASE DE ENGORDE EN EL TANQUE C EXTERIOR

Se tomaron 30 peces por tanque (tanques D1-D2-D4 y D6) que fueron sacrificados en hielo e inmediatamente transportados al ICCM para el muestreo individual de los mismos (Fig. 15.). La muestra de cada uno de los tanques fue dividida en dos grupos: un primer grupo de 17-20 peces que se utilizaron para determinación de parámetros biológicos y el segundo grupo de 10-13 peces que fue remitido al grupo de patología del IUSA para estudio patológico.

Tanques D1 y D2: fecha de muestreo 22 de marzo

Tanques D4 y D6: fecha de muestreo 26 de marzo



Fig. 15. Muestreo de peso para la determinación de densidades en los tanques.

Una vez en Taliarte se procedió a la determinación individual del color, peso, talla, peso eviscerado, peso del hígado y peso de la grasa perivisceral con los que hacer las relaciones correspondientes.

Resultados de parámetros biológicos:

Tanque	Peso	Talla	Peso Evisc.	Peso Hígado	Peso Grasa
D1	114,20±35,44	16,03±1,43	104,08±31,57	1,42±0,63	1,93±1,34
D2	114,10±22,14	16,47±1,10	105,21±20,06	1,28±0,37	2,18±1,05
D4	119,80±27,73	16,78±1,29	110,46±25,69	1,31±0,45	1,69±0,77
D6	140,03±43,36	17,18±1,63	129,12±39,58	1,86±0,57	1,79±1,53

Tanque	VSI	HSI	GVS
D1	8,69±1,41	1,23±0,33	1,50±0,87
D2	7,72±1,33	1,14±0,28	1,99±1,07
D4	7,81±1,16	1,09±0,31	1,35±0,67
D6	7,76±1,15	1,32±0,50	1,12±0,88

Resultados de coloración:

Tanque	L	a	B
D1	43,93±5,84	2,29±1,02	7,72±1,67
D2	46,62±4,97	1,67±0,44	8,81±2,11
D4	48,51±5,53	1,32±0,61	7,73±1,78
D6	53,91±4,13	1,24±0,89	10,88±1,98

(D1) Anestésico + hielo (0h); (D2) Hielo (0h); (D4) Anestésico + hielo (24h); (D6) Hielo (24h)

Informe patológico:

Se nos comunica desde el área de patología del IUSA que la cantidad y tipo de vibrio encontrado está dentro de la normalidad.

A continuación se muestra un detalle de los animales al acabar esta segunda fase (Figs. 16a y 16b) y las tablas de producción totales y desglosadas por unidad de producción para este período, cedidas todas por la empresa ADSA.



Figs. 16a, 16b. Detalle de los bocinegros al acabar esta segunda fase.

Producción

Período : 01/09/2006 - 30/04/2007

Superior Control - © AKVAsmart ASA N° licencia : 0034-000-0189-00113 Grupo Tinamenor

Fecha : 02/05/2007

Página : 1

Unidad	Fecha inicial	Fecha final	N° inicio	N° final	N° muertos	Mort. %	N° desviación	Peso prom. inicio (g)	Peso prom. final (g)	Crec. (g)	Biomasa inicio (kg)	Biomasa final (kg)	Crec. Neto	N° pescado	Peso medios (g)	Peso pesca	Pienso consumido (kg)	Alim. calc.	SFR	FCR Eco.	SGR%	Densidad (kg/m³)	
C001	17/03/2007	22/03/2007	2.831	2.821	30	1,06	20	139,99	142,20	2	396	401	5	0	0	0	15	25	0,63	3,13	0,20	0,8	
C001	23/03/2007	26/03/2007	8.207	8.187	88	1,07	68	120,29	120,96	1	987	990	3	0	0	0	17	40	0,42	5,36	0,08	2,0	
C001	27/03/2007	27/03/2007	14.216	14.216	73	0,51	73	121,62	121,62	0	1.729	1.729	0	0	0	0	0	17	0,00	0,00	0,00	3,5	
C001	28/03/2007	30/04/2007	16.729	16.061	668	3,99	0	123,39	135,26	12	2.064	2.172	108	0	0	0	448	709	0,62	4,14	0,15	4,3	
D001	01/09/2006	07/11/2006	6.825	5.133	1.692	24,79	0	20,50	53,03	33	140	272	132	0	0	0	253	416	1,88	1,91	0,98	15,8	
D001	08/11/2006	22/03/2007	3.562	2.268	672	18,71	-632	53,03	125,16	72	191	286	96	0	0	0	378	626	1,19	3,94	0,30	16,6	
D002	01/09/2006	03/11/2006	4.377	4.018	361	8,25	2	19,31	53,46	34	85	215	130	0	0	0	187	278	2,11	1,44	1,47	12,4	
D002	04/11/2006	22/03/2007	3.461	3.068	252	7,28	-111	53,46	96,75	43	185	300	115	0	0	0	396	688	1,20	3,45	0,35	17,3	
D003	04/11/2006	07/11/2006	557	557	3	0,54	3	53,50	55,96	2	30	31	1	0	0	0	4	3	2,89	2,51	1,15	1,8	
D003	08/11/2006	26/03/2007	3.833	3.162	584	16,07	113	53,78	127,00	73	195	402	206	0	0	0	394	641	0,99	1,91	0,52	23,2	
D004	01/09/2006	07/11/2006	4.136	3.869	268	6,48	1	20,41	54,10	34	84	209	125	0	0	0	180	284	1,94	1,44	1,35	12,1	
D004	08/11/2006	26/03/2007	3.588	2.867	235	6,55	-486	54,10	117,57	63	194	337	143	0	0	0	382	695	1,06	2,67	0,40	19,5	
D005	01/09/2006	07/11/2006	5.570	4.835	739	13,27	4	20,59	53,69	33	115	260	145	0	0	0	226	364	1,88	1,56	1,21	15,0	
D005	08/11/2006	16/03/2007	3.561	2.831	193	5,39	-567	53,70	140,00	86	192	396	204	0	0	0	357	632	0,98	1,75	0,56	22,9	
D006	01/09/2006	27/03/2007	3.381	2.513	558	16,50	-310	23,51	133,40	110	80	335	256	0	0	0	567	914	1,54	2,21	0,69	19,4	
Siembra																							
6675			24.289	16.061	6.416	26,42	-1.812	20,71	135,26	115	503	2.172	1.670	0	0	0	3.800	6.282	1,38	2,26	0,61	4,3	
Suma total			24.289	16.061	6.416	26,42	-1.812	20,71	135,26	115	503	2.172	1.670	0	0	0	3.800	6.282	1,38	2,26	0,61	4,3	

Producción

Período : 01/09/2006 - 30/09/2007

Superior Control - © AKVAsmart ASA N° licencia : 0034-000-0189-00113 Grupo Tinamenor

Fecha : 16/01/2008

Página : 1

Siembra

0675

060901B1

Mes	Nº final	Peso prom. final (g)	Biomasa final (kg)	Fecha inicial	Fecha final	Nº días	Nº inicio	Peso prom. inicio (g)	Biomasa inicio (kg)	Nº muertos	Nº desviación	Nº pescado	Peso pesca	Crec. Bruto	Pienso consumido (kg)	SGR%	FCR Bio.	SFR	Nombre lote	Crec. Neto	FCR Eco.	GF3	
Sep 2006	6.634	31,26	207	01/09/2006	30/09/2006	30	6.625	20,50	140	191	0	0	0	73	86	1,32	1,18	1,67	060901B1	66	1,27	0,610	
Oct 2006	5.172	50,01	259	01/10/2006	31/10/2006	31	6.634	31,26	207	1.462	0	0	0	106	144	0,71	1,35	2,00	060901B1	51	2,80	0,740	
Nov 2006	5.133	53,03	272	01/11/2006	07/11/2006	7	5.172	50,00	259	39	0	0	0	15	24	0,73	1,56	1,30	060901B1	14	1,77	0,450	
Nov 2006	3.563	66,20	236	08/11/2006	30/11/2006	23	3.562	53,03	191	29	0	0	0	47	69	0,93	1,46	1,42	060901B1	45	1,52	0,540	
Dic 2006	3.514	84,29	296	01/12/2006	31/12/2006	31	3.563	66,21	236	49	0	0	0	64	99	0,74	1,54	1,21	060901B1	60	1,64	0,470	
Ene 2007	3.262	97,88	319	01/01/2007	31/01/2007	31	3.514	84,29	296	252	0	0	0	46	84	0,24	1,82	0,88	060901B1	23	3,64	0,340	
Feb 2007	2.963	110,12	329	01/02/2007	28/02/2007	28	3.262	97,88	319	279	0	0	0	38	72	0,10	1,88	0,79	060901B1	9	7,76	0,310	
Mar 2007	2.288	125,16	266	01/03/2007	22/03/2007	22	2.963	110,12	329	63	-632	0	0	-35	54	-0,62	0,00	0,80	060901B1	-42	0,00	0,490	
Unidad																							
D001	0	0,00	0			203	6.625	20,50	140	2.364	-632	0	0	355	631	0,48	1,78	1,32		228	2,76		
Sep 2006	4.188	35,88	150	01/09/2006	30/09/2006	30	4.377	19,31	85	189	0	0	0	71	86	1,94	1,21	2,53	060901B1	66	1,31	0,910	
Oct 2006	4.620	52,41	211	01/10/2006	31/10/2006	31	4.188	35,89	150	168	0	0	0	68	95	1,10	1,40	1,72	060901B1	60	1,57	0,610	
Nov 2006	4.018	53,46	215	01/11/2006	03/11/2006	3	4.020	52,41	211	4	2	0	0	4	6	0,64	1,40	0,94	060901B1	4	1,47	0,350	
Nov 2006	3.410	69,49	237	04/11/2006	30/11/2006	27	3.461	53,46	185	51	0	0	0	55	82	0,92	1,47	1,44	060901B1	52	1,57	0,550	
Dic 2006	3.362	89,66	301	01/12/2006	31/12/2006	31	3.410	69,50	237	48	0	0	0	69	107	0,78	1,56	1,29	060901B1	65	1,66	0,500	
Ene 2007	3.324	102,75	342	01/01/2007	31/01/2007	31	3.362	89,65	301	38	0	0	0	44	81	0,40	1,84	0,81	060901B1	40	2,01	0,320	
Feb 2007	3.265	114,11	373	01/02/2007	28/02/2007	28	3.324	102,74	342	59	0	0	0	37	71	0,31	1,90	0,71	060901B1	31	2,29	0,280	
Mar 2007	3.096	96,75	300	01/03/2007	22/03/2007	22	3.265	114,12	373	56	-111	0	0	-66	56	-0,96	0,00	0,75	060901B1	-73	0,00	-0,610	
Unidad																							
D002	0	0,00	0			203	4.377	19,31	85	613	-109	0	0	282	583	0,67	2,06	1,90		245	2,38		
Nov 2006	557	55,96	31	04/11/2006	07/11/2006	4	557	53,50	30	3	3	0	0	2	4	1,15	2,24	2,89	060901B1	1	2,51	0,620	
Nov 2006	3.414	67,51	251	08/11/2006	30/11/2006	23	3.633	53,78	195	219	0	0	0	48	70	0,72	1,47	1,44	060901B1	35	2,00	0,550	
Dic 2006	3.256	87,25	264	01/12/2006	31/12/2006	31	3.414	67,52	231	158	0	0	0	66	102	0,68	1,55	1,29	060901B1	54	1,90	0,500	
Ene 2007	3.183	101,33	323	01/01/2007	31/01/2007	31	3.256	87,25	264	73	0	0	0	45	83	0,41	1,83	0,89	060901B1	38	2,16	0,350	
Feb 2007	3.121	113,71	355	01/02/2007	28/02/2007	28	3.183	101,32	323	62	0	0	0	39	74	0,34	1,90	0,78	060901B1	32	2,29	0,310	
Mar 2007	3.162	127,00	402	01/03/2007	26/03/2007	26	3.121	113,71	355	72	113	0	0	55	65	0,48	1,17	0,66	060901B1	47	1,38	0,360	
Unidad																							
D003	0	0,00	0			143	0	0,00	0	587	116	0	0	255	397	0,00	1,56	0,00		207	1,91		

Producción

Período : 01/09/2006 - 30/09/2007

Superior Control - © AKVAsmart ASA N° licencia : 0034-000-0189-00113 Grupo Tinamenor

Fecha : 16/01/2008

Página : 1

Siembra		0675		060901B1																		
Mes	N° final	Peso prom. final (g)	Biomasa final (kg)	Fecha inicial	Fecha final	N° días	N° inicio	Peso prom. inicio (g)	Biomasa inicio (kg)	N° muertos	N° desviación	N° pescado	Peso pesca	Crec. Bruto	Pienso consumido (kg)	SGR%	FCR Bio.	SFR	Nombre lote	Crec. Neto	FCR Eco.	GF3
Sep 2006	4.024	35,41	143	01/09/2006	30/09/2006	30	4.136	20,41	84	112	0	0	0	61	74	1,76	1,21	2,24	060901B1	58	1,27	0,820
Oct 2006	3.890	50,68	197	01/10/2006	31/10/2006	31	4.024	35,41	143	134	0	0	0	60	64	1,05	1,39	1,82	060901B1	55	1,54	0,570
Nov 2006	3.869	54,10	209	01/11/2006	07/11/2006	7	3.890	50,67	197	22	1	0	0	13	22	0,86	1,65	1,55	060901B1	12	1,81	0,500
Nov 2006	3.510	67,18	236	08/11/2006	30/11/2006	23	3.588	54,10	194	78	0	0	0	47	69	0,85	1,47	1,40	060901B1	42	1,64	0,530
Dic 2006	3.480	84,03	292	01/12/2006	31/12/2006	31	3.510	67,18	236	30	0	0	0	59	91	0,70	1,55	1,12	060901B1	57	1,61	0,430
Ene 2007	3.451	96,75	334	01/01/2007	31/01/2007	31	3.480	84,02	292	29	0	0	0	44	80	0,43	1,81	0,83	060901B1	42	1,93	0,320
Feb 2007	3.404	108,28	369	01/02/2007	28/02/2007	28	3.451	96,75	334	47	0	0	0	39	74	0,35	1,88	0,75	060901B1	35	2,13	0,300
Mar 2007	2.867	117,57	337	01/03/2007	26/03/2007	26	3.404	108,28	369	51	-485	0	0	-26	66	-0,34	0,00	0,74	060901B1	-32	0,00	0,280
Unidad																						
D004	0	0,00	0			207	4.136	20,41	84	503	-485	0	0	298	582	0,69	1,88	1,45		268	2,10	
Sep 2006	5.177	34,34	178	01/09/2006	30/09/2006	30	5.570	20,59	115	393	0	0	0	74	69	1,47	1,20	2,08	060901B1	63	1,41	0,750
Oct 2006	4.856	50,66	246	01/10/2006	31/10/2006	31	5.177	34,34	178	321	0	0	0	82	113	1,05	1,38	1,74	060901B1	66	1,66	0,620
Nov 2006	4.835	53,69	260	01/11/2006	07/11/2006	7	4.856	50,66	246	25	4	0	0	15	24	0,77	1,61	1,36	060901B1	14	1,77	0,440
Nov 2006	3.543	66,68	236	08/11/2006	30/11/2006	23	3.581	53,70	192	38	0	0	0	46	66	0,90	1,47	1,38	060901B1	44	1,53	0,530
Dic 2006	3.507	85,17	299	01/12/2006	31/12/2006	31	3.543	66,69	236	36	0	0	0	65	101	0,76	1,55	1,23	060901B1	62	1,62	0,480
Ene 2007	3.474	98,37	342	01/01/2007	31/01/2007	31	3.507	85,17	299	33	0	0	0	46	84	0,44	1,82	0,85	060901B1	43	1,95	0,330
Feb 2007	3.426	108,96	374	01/02/2007	28/02/2007	28	3.474	98,36	342	46	0	0	0	37	69	0,32	1,88	0,69	060901B1	32	2,17	0,270
Mar 2007	2.831	140,00	386	01/03/2007	16/03/2007	16	3.428	108,98	374	40	-557	0	0	27	35	0,37	1,30	0,57	060901B1	25	1,54	1,320
Unidad																						
D005	0	0,00	0			197	5.570	20,59	115	932	-553	0	0	392	583	0,71	1,49	1,19		349	1,67	
Sep 2006	3.320	41,44	138	01/09/2006	30/09/2006	30	3.381	23,51	80	61	0	0	0	60	77	1,85	1,27	2,43	060901B1	56	1,32	0,880
Oct 2006	3.248	60,08	195	01/10/2006	31/10/2006	31	3.320	41,45	138	72	0	0	0	61	88	1,13	1,43	1,72	060901B1	56	1,52	0,630
Nov 2006	3.193	78,76	252	01/11/2006	30/11/2006	30	3.248	60,10	195	55	0	0	0	60	92	0,85	1,52	1,38	060901B1	56	1,62	0,530
Dic 2006	3.130	97,93	307	01/12/2006	31/12/2006	31	3.193	78,77	252	63	0	0	0	61	97	0,64	1,60	1,13	060901B1	55	1,76	0,450
Ene 2007	3.083	111,07	342	01/01/2007	31/01/2007	31	3.130	97,92	307	47	0	0	0	41	76	0,36	1,86	0,76	060901B1	36	2,12	0,300
Feb 2007	3.039	123,06	374	01/02/2007	28/02/2007	28	3.083	111,06	342	44	0	0	0	37	71	0,32	1,93	0,71	060901B1	32	2,25	0,280
Mar 2007	2.513	133,40	335	01/03/2007	27/03/2007	27	3.039	123,07	374	216	-310	0	0	-11	67	-0,40	0,00	0,70	060901B1	-38	0,00	0,260
Unidad																						
D006	0	0,00	0			208	3.381	23,51	80	558	-310	0	0	309	567	0,69	1,83	1,54		256	2,21	
Siembra																						
0675	0	0,00	0			394	24.289	20,71	503	22.477	-1.812	0	0	3.098	4.935	0,00	1,59	0,00		-503	0,00	
Suma total	0	0,00	0			394	24.289	20,71	503	22.477	-1.812	0	0	3.098	4.935	0,00	1,59	0,00		-503	0,00	

INFORME DE SEGUIMIENTO GIA-ICCM

FECHA: 4 de Julio de 2007

RESUMEN DE LA EVOLUCIÓN DURANTE LOS ÚLTIMOS MESES Y ESTADO DEL LOTE

A finales de marzo de 2007 se procedió al traslado de los peces de los tanques D interiores al tanque C exterior (raceway de 500 m³) (Figs. 17 y 18), que fue previamente acondicionado para su uso y cubierto con malla negra de sombreado del 80% (Figs. 20-23).



Fig. 17. Traslado de bocinegros al tanque C exterior



Fig. 18. Detalle de los tanques interiores.

Los peces fueron trasladados en cubas de 500 l en grupos de unos 200 peces previamente anestesiados en los tanques de procedencia. Durante la operación los peces fueron contados individualmente (Fig. 19.) y pesados in situ según rutina de trabajo de la empresa.



Fig. 19. Recuento de los animales y transporte.



Fig. 20. Tanque exterior C recubierto con malla de sombreo.



Fig. 21. Detalle del Tanque exterior en la zona de entrada de agua



Fig. 22. Detalle del interior del Tanque C.



Fig. 23. Interior del tanque C desde otro ángulo donde se observa el pasillo Interior que se dejó para facilitar las labores de rutina.

A los animales les costó cierto tiempo adaptarse a las nuevas condiciones, observándose durante los primeros días una pequeña mortalidad de manejo que fue superada según tratamiento indicado por el servicio de patología de ADSA. Las condiciones y manejo de los peces en el tanque C se han ido adaptando durante este tiempo así, el volumen de agua de entrada se fue incrementando según las medidas de saturación determinadas en el tanque, se aumenta el número de alimentadores según mejora la disposición de los animales y se introducen los baños de formol. Con el objeto de mejorar las condiciones sanitarias del tanque y visto la posible relación entre los brotes patológicos que se van observando y la carga de materia orgánica en el fondo, se pone en marcha la limpieza del mismo con ayuda de una bomba de aspiración que se compra a tal efecto.

Todo ellos ha contribuido a que hayamos superado la fase crítica que temíamos tras el transporte y la ubicación de los animales en agua de mar y no de pozo.

MUESTREOS

Se realizó un muestreo de control de peso el día *11 de Junio*, utilizándose para ello 100 animales previamente anestesiados.

Resultados: peso medio de **171,2 g**, bastante dispersión y apariencia externa muy buena.

A día *30 de Junio* mantenemos un lote de **15600 peces de 183 g** de peso medio, que evolucionan en peso más menos de acuerdo con lo previsto.

Observaciones:

Durante los últimos días y a consecuencia del temporal de viento sufrido se han producido graves daños en el invernadero con rotura de la cubierta y varios de los tubos de sujeción. Así mismo, y por igual motivo, la entrada de agua de mar aparece turbia y con bastante material en suspensión lo que hace necesario un control de limpieza más exhaustivo del tanque. Todo ello ha sido debidamente acordado para proceder de la manera oportuna y subsanar estos inconvenientes.

El pienso de acabado ha sido pedido recientemente y en breve tendremos la previsión de llegada del mismo.

Problemas sanitarios sufridos por los animales en los días posteriores al temporal de finales de junio- principios de julio, ocasionan una mortalidad masiva de peces en varios días sucesivos, quedando la población reducida a cerca de 7000 bocinegros. El tratamiento adecuado con formol y el vaciado sanitario de los tanques permite la recuperación del resto de los peces. Sin embargo, y cuando las cosas nuevamente marchaban de manera correcta, un grave error de manejo ocasionado a finales de agosto de 2007 produce la muerte del lote completo, al que se le da de baja con fecha 1 de septiembre de 2007. Los bocinegros que en ese momento entraban en la fase de acabado con el pienso pigmentado, presentan un peso medio de 215,04 g y una apariencia externa correcta.

A continuación se muestran la tabla de producción correspondiente al período de engorde II (Abril 2007- Septiembre 2007) en el tanque exterior C, cedida por la empresa ADSA.

A finales de noviembre de 2007 se llega a un acuerdo nuevamente con la empresa ADSA para la reubicación de unos 2000 bocinegros hermanos del lote anterior en uno de los tanques circulares enfriados de que disponen en el Castillo del Romeral.

Los peces, que desde julio de 2007 se mantuvieron en una jaula en el muelle de Taliarte, fueron cuidadosamente seleccionados, contados de forma individual y trasportados a la empresa en Castillo del Romeral (Figs. 24-26).



Fig. 24. Detalle de los bocinegros en el momento de su traslado desde la jaula del muelle de Taliarte.



Fig. 25. Selección y recuento de los animales.



Fig. 26. Transporte de los bocinegros en tanques cedidos por la empresa.

Tras un pequeño período de adaptación de una semana en los que se les trató de forma preventiva con peróxido de hidrógeno, los peces han respondido estupendamente al nuevo espacio de cultivo consistente en un tanque circular de 80 m³ de hormigón recubierto con fibra de vidrio. Por problemas de sobresaturación de oxígeno se reguló el nivel del tanque a la mitad para irse subiendo de acuerdo con las necesidades de los animales.

Una vez transferido a la empresa este Nuevo lote de animales viene siendo alimentado con la dieta especial de acabado, mostrando los animales una apariencia externa adecuada. En cuanto a la coloración, se ha conseguido mantener una tonalidad lo más clara posible mediante el oscurecimiento del tanque con la malla de sombreado, de forma que la deposición del rojo-rosado ha resultado apropiada.

Los animales responden al pienso pigmentado en la línea de lo esperado: unos 120 días para la observación de una tonalidad rosado-rojiza característica de los bocinegros del medio natural.

A finales de mayo de 2008 se ha conseguido colocar en el mercado local un pequeño número de estos bocinegros de unos 300-350 g, con el objetivo de evaluar la aceptación de los mismos. Los resultados obtenidos aconsejaron continuar el engorde hasta un tamaño por encima de los 400 g.

En la actualidad se mantienen unos 1500 animales, muchos de ellos muy por encima de los 400g, proveyéndose en breve la salida al mercado de los mismos en pequeños lotes según programa de ventas generado por la empresa.

3.4.4. Conclusiones

Fase de Pre-engorde.

1. Los resultados obtenidos durante las experiencias de cultivo larvario, permiten concluir que con la tecnología evaluada (Técnica Mesocosmos) y los productos comerciales disponibles, un protocolo adecuado para la producción comercial de alevines de Bocinegro debería hacer uso de esta tecnología, limitando así la mortalidad temprana que se produce (5-25dpe).
2. Se recomienda a su vez, la introducción temprana de microdietas comerciales como co-alimentación (15dpe), lo que ha permitido reducir el uso de Artemia y mejorando la supervivencia larvaria.
3. A pesar de los progresos realizados en la mejora de la supervivencia larvaria con valores que alcanzaron el 28% a 50dpe. La calidad de los alevines se ve seriamente afectada por deformidades esqueléticas asociadas a la columna, principalmente fusiones vertebrales, lo que hace necesario establecer nuevas líneas de trabajo en este sentido con el fin de mejorar la calidad del producto final.

Fase de Engorde.

1. Se demuestra la viabilidad del engorde a escala piloto de bocinegros tanto en jaulas en el mar como en tanques en tierra, con resultados de crecimiento similares a los obtenidos previamente en sistemas experimentales de menor tamaño.
2. Durante esta fase resulta importante el control de los parámetros de cultivo, mayormente bajo condiciones de elevación de las temperaturas.
3. Se ha conseguido someter de manera satisfactoria a los bocinegros a las labores de rutina de una planta de producción en tierra sin que ello sea motivo de elevación de la mortalidad.
4. Para el correcto desarrollo de los animales se corrobora en diferentes ocasiones la importancia de mantener tanto el fondo de los tanques como la columna de agua en las mejores condiciones posibles. Los restos de materia orgánica afectan negativa y rápidamente a la salubridad de los animales.
5. Ante la aparición de problemas bacterianos los peces responden de manera rápida a la aplicación de los antibióticos correspondientes utilizando las dosis estándares recomendadas para otras especies de cultivo.
6. Los animales han sido alimentados a lo largo de las diferentes fases de engorde con piensos comerciales para dorada o lubina, adecuados al peso de los animales con el condicionante de que contuvieran el menor contenido posible de lípidos (a ser posible por debajo de 20%). Niveles superiores de lípidos se ha demostrado que afectan negativamente desde el punto de vista fisiológico a esta especie.
7. Una fase de acabado de no menos de 120 días con piensos conteniendo pigmentos se ha corroborado como necesaria para la obtención en los animales de una coloración de la piel rosado-rojiza característica.
8. Una primera valoración de bocinegros de cultivo a nivel local indica una mejor aceptación de consumo para animales de tamaño superior a 300-350g.

9. En general siguen observándose problemas relacionados con el correcto manejo de los animales, tanto en jaulas como en tanques, por lo que un esfuerzo en esta línea sería conveniente considerar en futuros trabajos con la empresa.

3. ACTIVIDADES POR EQUIPOS.

3.5. Comunidad Autónoma de Cataluña. IRTA

“Reproducción y cultivo larvario dentón (*Dentex dentex*)”.

Dado el poco interés que ha mostrado el sector por parte del dentón, todos los ensayos a escala experimental y piloto se hicieron en el IRTA, transfiriéndose los juveniles producidos a la Universidad Politécnica de Valencia para su posterior engorde. De ahí que se definieran como nuevos objetivos:

- Reevaluación y estandarización de los parámetros de cultivo larvario del dentón (densidad de larvas, densidad de presas, condiciones de luz, etc).
- Producción de un número mínimo de 2000 juveniles/año .
- Realización de degustaciones de las distintas especies de espáridos y evaluación de la aceptación de estas especies por parte de consumidores catalanes.
- Colaboración con el IMIDA de Murcia para el estudio económico de la viabilidad del cultivo del dentón.

3.5.1. Reproductores y puestas

Creación del stock en el año 2004 a partir de ejemplares pescados en la costa de Murcia, marcaje mediante pit-tags de todos los ejemplares (Tabla 1). Obtención de puestas mediante el control del foto (14hL:10hO) y termo ($18\pm 1^\circ\text{C}$) periodos. Estabulación de los ejemplares en época de puesta (un mes antes, durante y hasta dos meses después) en 2 tanques de 4000 L y fuera de la época de puesta en un tanque exterior (situado en un invernadero) de 20 m³. Los reproductores se alimentaron inicialmente con pienso de mantenimiento (ProAqua) y antes y durante la época de puesta con un pienso semihúmedo fabricado en el IRTA usando boga, calamar, harina y complementos vitamínicos (Dibaq y luego Skretting), sin embargo dados los problemas para conseguir boga y los complementos vitamínicos (nos los enviaban las casas de pienso dado que no existen a nivel comercial en envases pequeños), los últimos dos años pasamos a utilizar un pienso específico para reproductores (Skreting, Vitales repro) que ya incluía esos complejos vitamínicos, aceites ricos en PUFAs y cantaxantina.

Tabla 1.- Marcas, sexo y peso de los ejemplares constituyentes de los dos stocks de reproductores del IRTA

Tanque 1			Tanque 2		
Pit tag	Sexo	Peso (g)	Pit tag	Sexo	Peso (g)
37CD	M	985	AE97	M	1600
1E43	M	1376	0668	M	2298
5530	M	1485	DB32	M	1560
A4DF	M	1300	A953	M	1250
1D38	M	735	ACA5	M	1395
1140	M	1180	22B3	M	789

EA2A	M	965	2F8E	H	1920
7FC2	H	1182	118F	H	1510
108D	H	1430	8D1D	H	1700
1AE3	H	1470	3F5E	H	1115
340F	H	1150			
8337	H	2015			
Ratio H:M	1:1.4				1:1.2
Densidad (kg/m ³)	3.82				3.78
Peso machos (media ± DS)	1146.57 ± 264.67		1482.00 ± 495.48		
Peso hembras (media ± DS)	1449.40 ± 347.08		1561.25 ± 341.43		

Obtención de puestas durante los años 2004 a 2007. Se observa un aumento notorio en la cantidad de las puestas obtenidas a lo largo de estos años (Fig 1, solo se muestra la evolución del tanque 2), pero una clara disminución de la calidad de las mismas (Tabla 2).

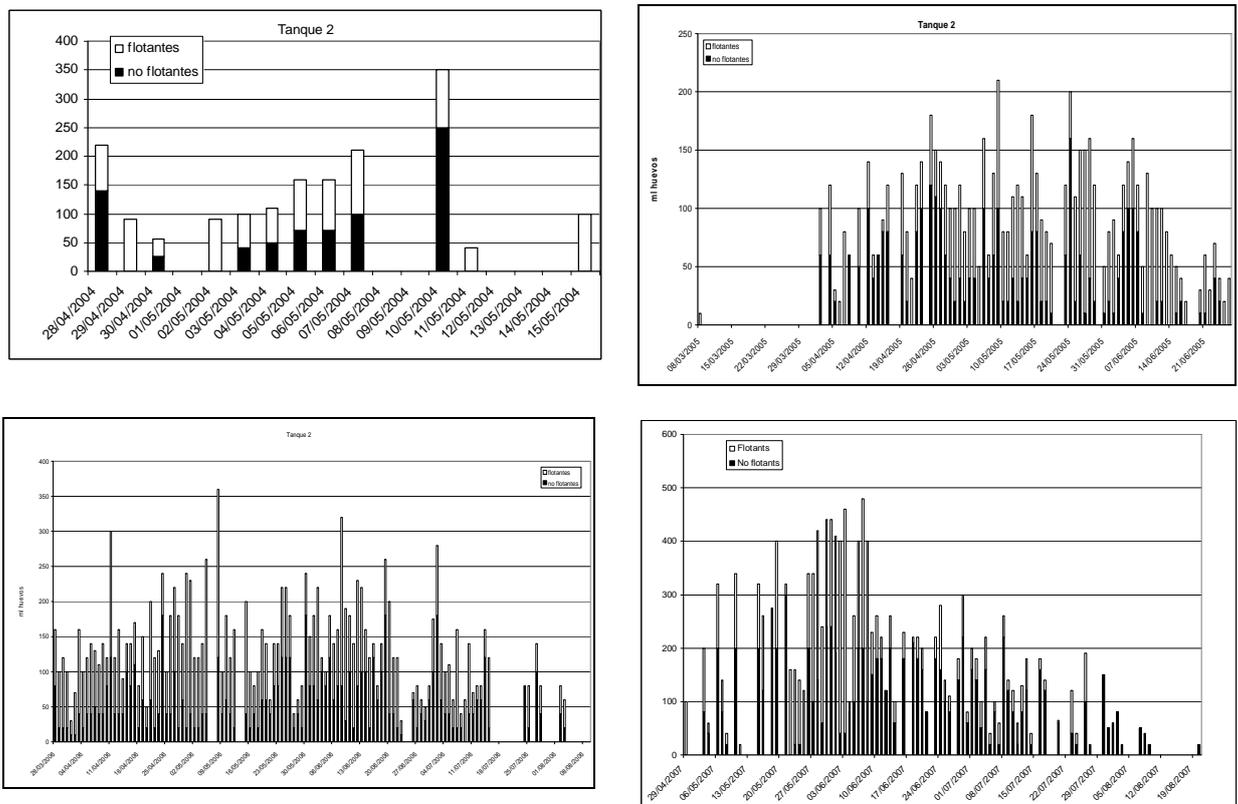


Fig. 1.- Evolución del volumen de huevos flotantes (barra blanca) y no flotantes (barra negra) del stock de reproductores nº 2 (4♀: 5♂) durante los años 2004 a 2007.

Tabla 2.- Evolución de la cantidad y calidad de las puestas en los años 2004 a 2006. La calidad expresada como porcentaje de eclosión y supervivencia larvaria a los 3 y 5 días de la eclosión (dph) y del último día de supervivencia larvaria en ayunas (placas de EIA de 96 pocillos).

	Stock 1			Stock 2		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Huevos flotantes (ml)	20	3 520	14 150	940	4 140	8 925
Huevos no flotantes (ml)	60	1 890	4 385	745	3 120	6 310
Total puesta (ml)	80	5 410	18 535	1 685	7 260	15 235
Relación flotantes/no flotantes	0.33	1.86	3.23	1.26	1.33	1.41
Días de puesta	1	66	105	12	74	113

	Stock 1		Stock 2	
	2005	2006	2005	2006
<i>Número de puestas incubadas</i>	<i>27</i>	<i>58</i>	<i>32</i>	<i>61</i>
<i>Eclosión (% , media ± DS)</i>	<i>92.55 ± 9.21</i>	<i>78.53 ± 17.70</i>	<i>85.28 ± 18.25</i>	<i>65.74 ± 32.00</i>
Eclosión máxima (%)	100	100	100	100
Eclosión mínima (%)	57.29	2.13	24.21	0
Eclosión > 80% (número de puestas)	27	31	22	31
Eclosión > 50% (número de puestas)	-	22	8	14
Eclosión < 50% (número de puestas)	-	5	2	16
<i>Mortalidad a 3 dph (% , media ± DS)</i>	<i>21.22 ± 15.88</i>	<i>69.96 ± 27.33</i>	<i>18.95 ± 15.01</i>	<i>72.91 ± 31.83</i>
Mortalidad a 3 dph < 50% (Nº de puestas)	25	14	31	12
Mortalidad a 3 dph < 80% (Nº de puestas)	2	16	1	13
Mortalidad a 3 dph > 80% (Nº de puestas)	-	28	0	36
<i>Mortalidad a 5 dph (% , media ± DS)</i>	<i>29.63 ± 20.81</i>	<i>74.34 ± 24.30</i>	<i>25.99 ± 17.63</i>	<i>78.20 ± 27.00</i>
Mortalidad a 5 dph < 50% (Nº de puestas)	23	7	29	11
Mortalidad a 5 dph < 80% (Nº de puestas)	3	19	3	10
Mortalidad a 5 dph > 80% (Nº de puestas)	1	32	-	40
<i>Edad máxima de supervivencia</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>10</i>
Edad mínima de supervivencia	9	1	8	0

Durante los años 2005, 2006 y 2007 se recogieron muestras de las puestas obtenidas utilizándose para:

- 1.- Muestras fijadas en etanol absoluto (atribución de parentales Univ. De Oviedo)

2.- Muestras fijadas en formol 4% (estudio de la morfología de la gota de grasa, Univ. De Salzburgo)

3.- Muestras fijadas en Tricloroacético y Tris a -80°C (estudio de los enzimas y metabolitos implicados en el uso de carbohidratos por el embrión, Univ. De Salzburgo)

4.- Muestras mantenidas en cloroformo:metanol a -20°C (estudio de la composición en lípidos y ácidos grasos, Univ. De Stirling e IRTA)

Del procesado y posterior estudio de estas muestras se pretendía obtener índices bioquímicos que permitieran la distinción de aquellas puestas consideradas como buenas (supervivencia larvaria a día 3 >80%). De todos los parámetros estudiados solamente algunos enzimas y metabolitos implicados en el metabolismo de carbohidratos, así como la morfología de la gota de grasa resultaron ser indicadores de buena calidad de la puesta, ni la composición en lípidos, clases de lípidos ni ácidos grasos dio ningún resultado (Giménez et al., 2006; Lahnsteiner et al., 2008).

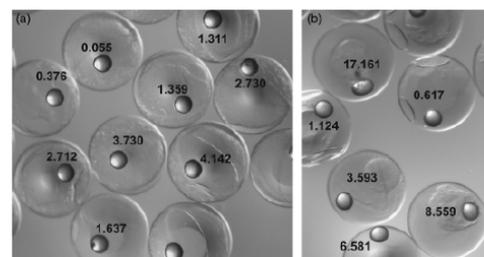
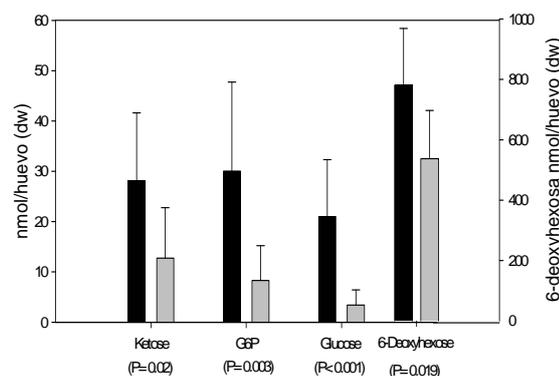
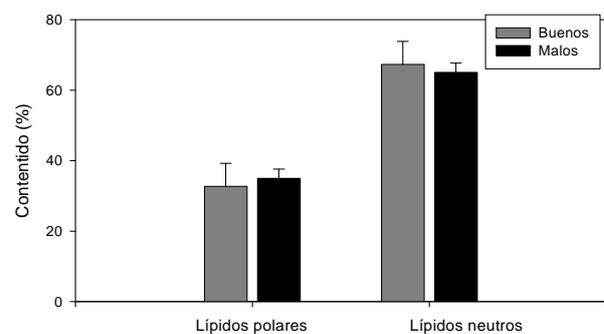
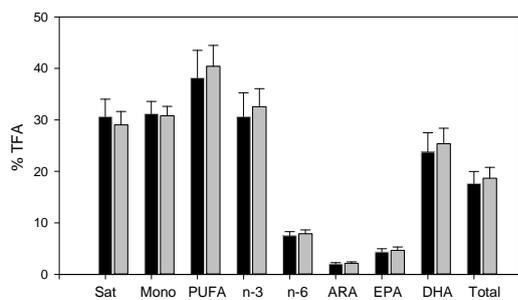


Figure 2 Micrographs of the lipid vesicle of *Dentex dentex* embryos in two different samples (a, b). The numbers written in each egg indicate the shape coefficient (SC) values. Eggs with SC ≥ 0.650 and ≤ 4.320 were classified as viable.

Fig. 3 Resultados del análisis de clases de lípidos, ácidos grasos y enzimas y metabolitos de carbohidratos así como de la morfología de la gota de grasa en puestas de buena y mala calidad (según Giménez et al. 2006 y Lahnsteiner et al., 2008)

3.5.2.- Cultivo larvario.

En el año 2004 se procedió a comparar los resultados del cultivo larvario según una técnica semiextensiva (mesocosmos, Koumoundouros et al., 1999) adaptada a las condiciones del IRTA y la técnica intensiva habitual. Los resultados confirmaron que con el cultivo semiextensivo se consiguen mejores resultados tanto en cuanto a supervivencia como en cuanto a calidad larvaria (disminuye el grado de deformaciones esqueléticas en los juveniles) sin embargo es difícil transferir este tipo de cultivo a la industria

dada la baja densidad larvaria utilizada (3.5 larvas/L) y los grandes volúmenes necesarios, por lo que en años sucesivos (2005 a 2007) procedimos a establecer los parámetros más adecuados para el cultivo intensivo.

Table 1 Results in the incidence of larval deformity (%) of common dentex larvae reared under two different techniques

	Intensive rearing	Mesocosms
Total deformed	82.5 ^b	45 ^a
Type		
Vertebral column curvature		
Subtype		
Kyphosis	10	15
Lordosis	2.5	0
Scoliosis	32.5 ^b	10 ^a
Kyphosis and lordosis	2.5	0
Lordosis and Scoliosis	2.5	0
All subtypes	2.5	0
Total	52.5 ^b	25 ^a
Caudal complex	27.5 ^b	12.5 ^a
Jaw	2.5	0
Upper		
Lower	22.5 ^b	10 ^a
Both	2.5	0
Total	27.5 ^b	10 ^a
Anal fin	17.5 ^b	0 ^a
Opercula	7.5	7.5
Caudal fin	5	10
Dorsal fin	5	0
Urinary calculi	12.5	20

a and b superscripts show significant differences (t-test).

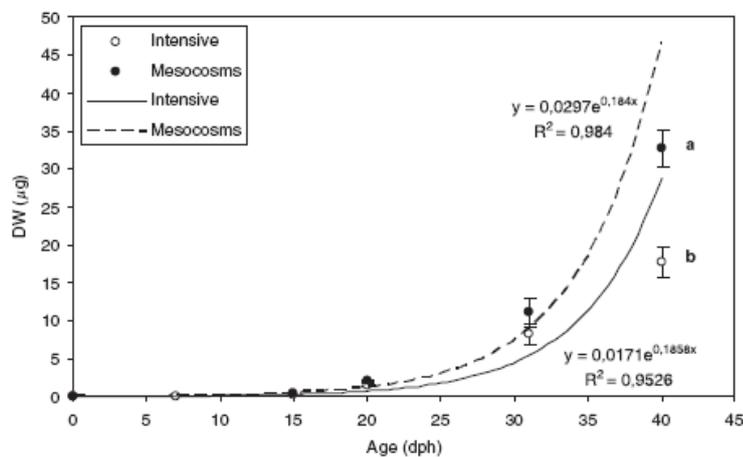


Figure 2 Growth in dry weight (DW, mean \pm SD) of common dentex larvae reared under two different techniques. a and b superscripts show significant differences (t-test).

Fig. 4. Crecimiento en peso y presencia de deformaciones esqueléticas en las larvas de dentón obtenidas en cultivo intensivo (círculos blancos) y mesocosmos (círculos negros), según Gimenez & Estévez (2008)

Para estandarizar el cultivo intensivo procedimos a una serie de experimentos a fin de fijar los siguientes parámetros, especialmente en los primeros 15 días de cultivo larvario:

1. Densidad de larvas (10 a 40 larvas/L)
2. Densidad de presas vivas (5 a 20 rot/mL) o relación presas/larva (500 a 2000 rotíferos/larva)
3. Condiciones de luz (intensidad de 0 a 1000 lux) y fotoperiodo (0hL:24hO a 24hL:0hO)

4. Enriquecimiento de presas vivas (uso de emulsiones de enriquecimiento con niveles bajo, medio y alto de ácidos Araquidónico, ARA 20:4n-6, Eicosapentanoico, EPA 20:5n-3 y Docosahexanoico, DHA 22:6n-3)

5. Efecto del ayuno y estimación del punto de no retorno (PNR)

Para establecer los parámetros de cultivo se usaron cubiletes de 35 litros de capacidad y entre 3 y 5 réplicas para cada tratamiento. Los resultados se muestran en la tabla 3 e indican como mejores condiciones de cultivo el uso de 10 rot/mL o lo que es lo mismo entre 500-1000 rot/larva, densidades mayores producen un efecto de distracción en las larvas, de igual manera, la densidad de rotífero se debe ajustar solamente en una o dos dosis por día, ya que un número mayor de ajustes (y recuentos previos) provoca un stress innecesario a las larvas. Las condiciones de luz más adecuadas resultaron ser 400 lux de intensidad y un fotoperiodo de 24hL:0hO (luz continua), al menos en los primeros 15 días de vida. Según otros autores (Abellán, 2000) el fotoperiodo más adecuado hasta el destete es de 16hL:8hO, lo que indica que la larva se vuelve más sensible a la luz en estadios posteriores de desarrollo (especialmente durante la alimentación con Artemia).

Tabla 3. Resultados de supervivencia larvaria de los experimentos usados para establecer las condiciones más adecuadas para el cultivo larvario intensivo.

Experiment	Rotifers (mL ⁻¹)	Larvae (L ⁻¹)	Rotifers larva ⁻¹	Daily dose	Light intensity	Photoperiod	Final dph	Survival
1	0	10	0	1	3.7	16:8	7	0 ^b
		20	0					0 ^b
	5	10	500					3.48 ± 0.21 ^b
		20	250					3.86 ± 0.11 ^b
	10	10	1000					39.24 ± 2.79 ^a
20		500	29.77 ± 3.32 ^a					
2	10 (control)	10	1000	1	3.7	16:8	8	6.67 ± 5.14 ^{ab}
		20	500					2.12 ± 0.21 ^{ab}
	15	10	1500					2.88 ± 3.21 ^{ab}
		20	750					2.65 ± 2.68 ^{ab}
	20	10	2000					0 ^b
3	10 (control)	10	1000	1	3.7	16:8	8	8.79 ± 5.79 ^a
		20	500					7.12 ± 4.07
	15	15	1000					6.23 ± 0.64
		30	500					6.29 ± 0.56
	20	20	1000					9.67 ± 4.75
4	10	20	500	1 (control)	3.7	16:8	12	7.7 ± 0.4
		40	500					7.84 ± 3.64
	15	20	500					11.63 ± 6.43
		40	500					11.63 ± 6.43
	20	20	1000					30.29 ± 5.73 ^a
5	10	20	500	2 (control)	3.7	16:8	9	12.24 ± 6.99 ^b
		40	250					32.46 ± 18.79 ^{ab}
	15	20	500					16.14 ± 4.4 ^{ab}
		40	250					16.14 ± 4.4 ^{ab}
	20	20	1000					0 ^b
6	10	10	1000	1	0	16:8	10	0 ^b
					1.3			2.19 ± 0.44 ^b
	3.4 (control)	31.57 ± 3.95 ^a						
	5.4	30.90 ± 10.44 ^b						
	5.4	30.90 ± 10.44 ^b						
7	10	10	1000	1	3.4	16:8 (control)	10	9.67 ± 2.08 ^b
					3.4	20:4		14.82 ± 5.24 ^{ab}
					3.4	24:0		43.57 ± 7.00 ^a

Values of the zootechnical parameters tested in the experiments, as well as survival rate (%), mean ± SD; N = 3 in experiments 1, 2 and 3; N = 4 in experiments 4, 5, 6 and 7) and final larval age (dph) are shown. Superscripts indicate significant differences ($P \leq 0.05$, Tukey's test) between groups of the same experiment. Light intensity is expressed in $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ and photoperiod in hours of light: hours of darkness.
dph, days post hatch.

Los requerimientos en ácidos grasos esenciales se estudiaron mediante el uso de emulsiones de enriquecimiento diseñadas en el IRTA usando distintos tipos de aceites y estableciendo niveles bajo, medio y alto de los 3 ácidos grasos (ARA, EPA y DHA) tal como se muestra en las tablas 4, 5 y 6.

Tabla 4. Contenido de EPA en la emulsión de enriquecimiento, el rotífero enriquecido (2h) y el rotífero desenriquecido usados en el experimento de estudio del requerimiento de EPA por la larva de dentón (hasta 15 dph)

	EPA bajo	EPA medio	EPA alto
Emulsion	2.6 ± 0.1 ^c	13.3 ± 0.8 ^b	29.4 ± 1.1 ^a
Rotíferos enriquecidos	2.6 ± 0.1 ^c	8.8 ± 0.6 ^b	16.7 ± 2.2 ^a
Rotíferos 24 h después	3.4 ± 0.2	4.1 ± 0.8	6.0 ± 0.4

Tabla 5. Contenido de ARA en la emulsión de enriquecimiento, el rotífero enriquecido (2h) y el rotífero desenriquecido usados en el experimento de estudio del requerimiento de ARA por la larva de dentón (hasta 15 dph).

	Control	ARA bajo	ARA medio	ARA alto
Emulsion	0.7 ± 0.0	1.6 ± 0.2	3.4 ± 0.0	7.6 ± 0.4
Rotíferos enriquecidos	0.6 ± 0.1 ^d	1.6 ± 0.1 ^c	2.8 ± 0.2 ^b	6.2 ± 0.4 ^a
Rotíferos 24 h después	0.8 ± 0.1 ^b	1.3 ± 0.0 ^a	1.5 ± 0.1 ^a	2.1 ± 0.2 ^a

Tabla 6. Contenido de DHA en la emulsión de enriquecimiento, el rotífero enriquecido (2h), los metanauplios enriquecidos y el rotífero desenriquecido usados en el experimento de estudio del requerimiento de DHA por la larva de dentón (hasta 15 dph).

	Control	DHA bajo	DHA medio	DHA alto
Emulsion	9.8 ± 0.1	9.4 ± 0.4	21.0 ± 0.7	31.7 ± 1.3
Rotíferos enriquecidos	3.4 ± 0.7 ^d	6.5 ± 0.5 ^c	11.8 ± 1.6 ^b	15.6 ± 0.6 ^a
Rotíferos 24 h después	1.2 ± 0.1	1.7 ± 0.7	2.9 ± 1.3	3.4 ± 0.1
Metanauplios de <i>Artemia</i>	4.5 ± 1.1 ^b	-	5.8 ± 0.7 ^b	10.8 ± 0.8 ^a

Se tuvo en cuenta tanto el crecimiento como la supervivencia larvaria. Los resultados (Fig 5) indican que el requerimiento por el EPA se sitúa en torno al 2,5% del total de ácidos grasos de la dieta, el ARA por encima del 2% resulta tóxico en los peces produciendo una mayor mortalidad larvaria y el DHA se sitúa en torno al 11,5% de los ácidos grasos de la dieta, aunque en el caso del dentón este requerimiento es mayor a medida que la larva crece, ya que un suministro del 15% de DHA en la dieta después del día 12 de vida larvaria produce mejoras tanto en el crecimiento como en la supervivencia como se muestra en la Fig. 6.

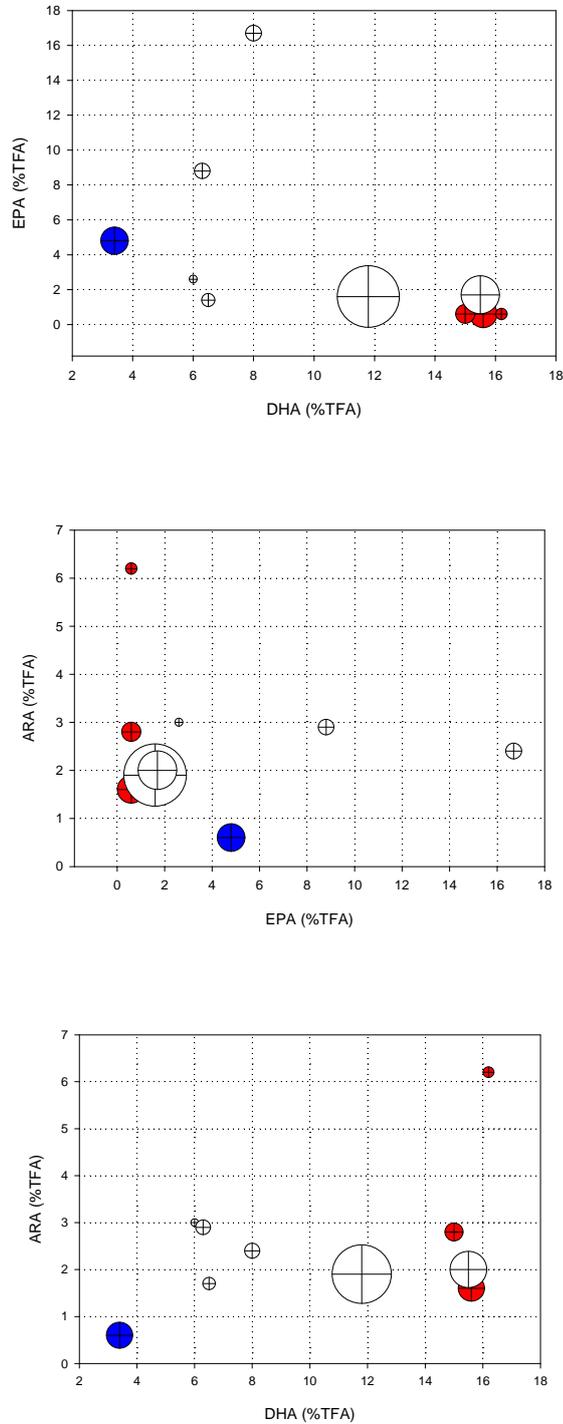


Fig. 5. Diagramas de burbuja (bubble plot) que muestran la supervivencia larvaria (a mayor tamaño de burbuja mayor supervivencia) en función del contenido de ARA, EPA y DHA en la dieta (rotífero enriquecido)

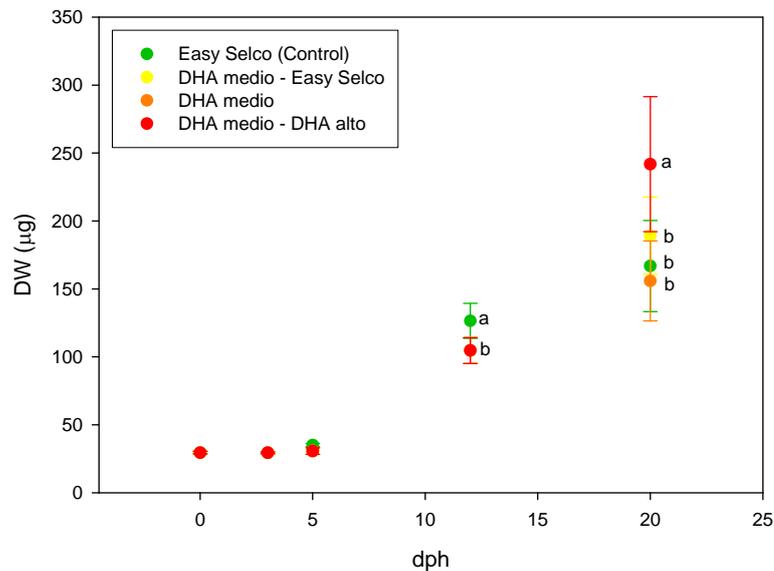


Fig. 6. Crecimiento en peso de las larvas mantenidas hasta día 12 con rotífero enriquecido con la dieta control (círculos verdes) o DHA-medio (círculos naranjas) y pasadas luego a DHA-alto (círculos rojos)

En resumen, se recomienda el suministro de presas enriquecidas con una relación DHA:EPA:ARA del 10:2.5:<2 hasta día 20, aunque esta proporción será probablemente distinta en larvas mayores (Giménez, 2008).

Para el estudio del punto de no retorno alimentario se usaron 4 tanques de 500 L de color negro en los que se dispusieron las larvas (50 larvas/L). Un grupo de larvas se alimentó normalmente desde el día 3 mientras que a los otros grupos se les fue retrasando 2 días el suministro de alimento. Se tomaron muestras para el estudio histológicos de las larvas (Univ. Autónoma de Barcelona, aún sin procesar) y se evaluó crecimiento en talla y peso, los resultados se muestran en la Fig 7. La supervivencia larvaria no se cuantificó aunque fue mayor en el grupo alimentado a partir del día 3, en el grupo alimentado a partir del día 7 y la mortalidad fue total a día 9, las larvas alimentadas a día 9 directamente no sobrevivieron. Los resultados son semejantes a los obtenidos en las placas de EIA de 96 pocillos.

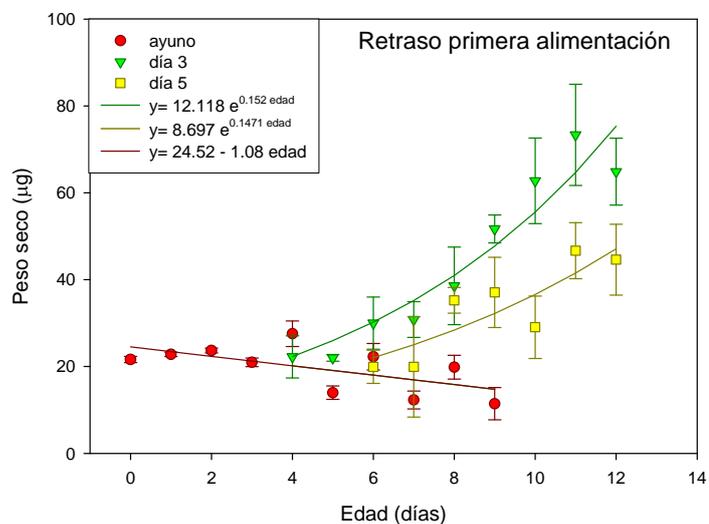


Fig 7. Crecimiento en peso seco de las larvas sometidas a ayuno total (rojo), alimentadas normalmente (verde) o a partir del día 5 (amarillo).

3.5.3. Destete y preengorde

El destete se lleva acabo a partir del día 20 de vida larvaria cuando comienza a distribuirse el pienso de forma manual y se completa a día 50, se han usado tanto piensos de INVE (Proton) como de Skretting (Gemma micro). Dada la fragilidad y sensibilidad de las larvas al stress de manejo los recuentos de supervivencia larvaria se hicieron siempre ants de que las larvas alcanzaran los 9 mm de talla (aproximadamente a día 20), momento en el que se aprovechaba para trasladar las larvas a tanques más grandes (de 500 L en que se realizaba el cultivo larvario a 1500 L en que se realizaba el preengorde) bajando así la densidad.

Los recuentos efectuados en el año 2005 se presentan en la tabla 7, así la supervivencia larvaria podía llegar a ser de más del 18%, sin embargo tras el traslado a tanques mayores, especialmente durante los días 30 a 35 de la eclosión se produce de forma sistemática una alta mortalidad debida a la baja aceptación del pienso, a lo no adecuado de la Artemia (a pesar de estar presente en alta cantidad) y a la elevada prsencia de larvas con el digestivo totalmente vacío (no se observaron problemas patológicos).

Tabla 7. Resultados de los recuentos de larvas de 20 días de edad (inicio del destete) en el año 2005.

<i>Tanque</i>	<i>Puesta</i>	<i>Nº inicial larvas</i>	<i>Nº final día 20</i>	<i>% Supervivencia</i>
L-4	4/4/05	33000	3625	10,98
L-6	7/4/05	48300	3946	8,17
L-5	10/4/05	31700	5918	18,67
L-4	17/5/05	20350	944	4,64
Total		133350	14433	10,82

Se produjeron 1200 juveniles en 2004 (350 de 6.5 a 7 g se cedieron al IATS-CSIC y 800 de 12-15 g a UPV), 319 en el año 2005 (50-115 g de peso entregados a la UPV), y 785 en el año 2006 (530 de 26 g y 255 de 46 g a la UPV). Las curvas de crecimiento obtenidas se muestran en la Fig 8

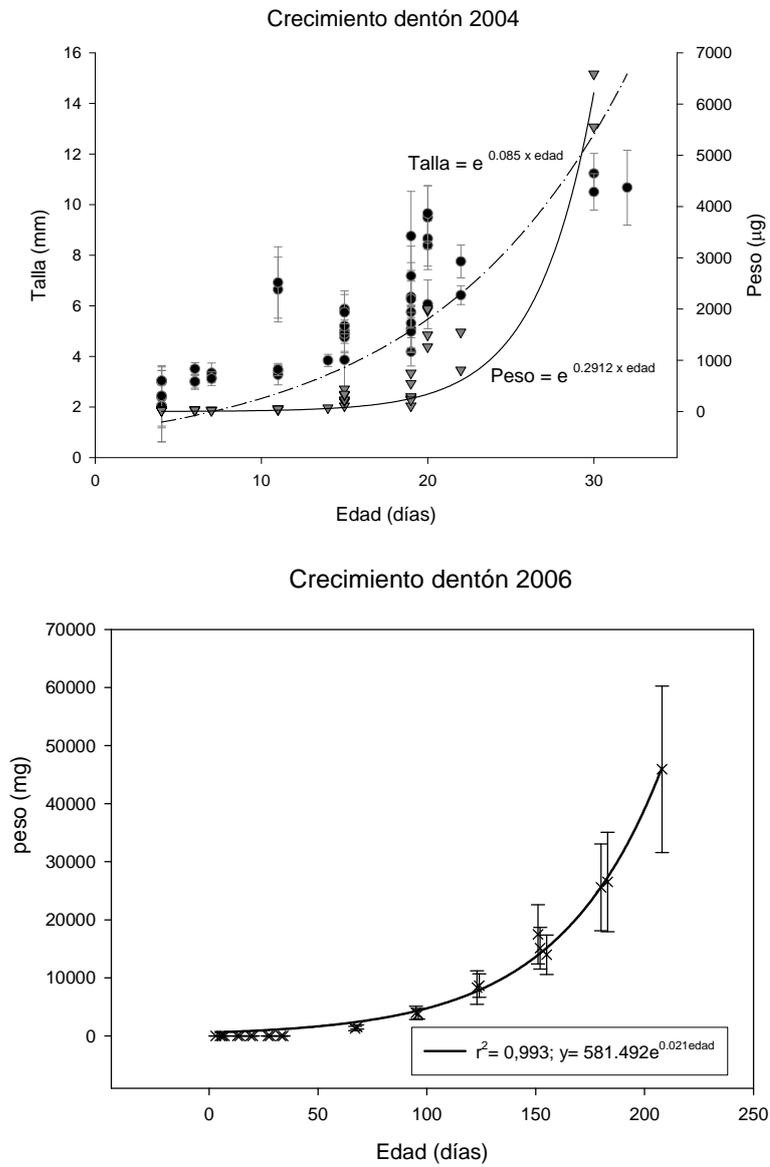


Fig. 8 Crecimiento en talla y peso de los juveniles producidos en el IRTA los años 2004 y 2006.

3.5.4. CONCLUSIONES

Ya reflejadas en el texto. Mejores condiciones de cultivo larvario para el dentón:

10 rot/mL o 500-1000 rot/larva

400 lux de iluminación

24hL:0hO de fotoperiodo

Uso de Artemia desde el día 12

Deste desde el día 20

Requerimientos en cuanto a ácidos grasos por parte de la larva de dentón e hasta 15 días de edad:
Relación DHA: EPA:ARA = 10:2,5:<2 que puede variar a edades mayores, dado que el requerimiento por DHA sube hasta el 15% en larvas de 20 días.

Alta mortalidad de las larvas durante los días 30 a 35 por motivos aún desconocidos aunque presumiblemente debidos a una dieta inadecuada (no les gusta ni la Artemia ni el pienso).

No hay problemas durante el destete pero la producción de juveniles es baja (supervivencia en torno al 5% tras el destete).

3.5.5. Revisión bibliográfica sobre dentón (a 17 de marzo de 2008)

- Abellan E (2000) Culture of common dentex (*Dentex dentex* L.) present knowledge, problems and perspectives. Cah. Opt. Medit. 47: 157-168
- Abellan E, García-Alcazar A, Arizcun M, Delgado J, Martín P (1997) Experiencias preliminares sobre reproducción y cultivo de dentón (*Dentex dentex* L.) VI Congreso Nacional Acuicultura, pp 477-483
- Abellan E, García-Alcazar A, Arizcun M, Nortes MD, García-Alcazar S (2000) Effect of the photoperiod on growth, survival and inflation of the swim bladder in Dentex larvae (*Dentex dentex* L.). Cah. Opt. Medit. 47: 177-180
- Ali AA, Rharbi N, Abrehouche A, Nhhala H (2008) Effects of lipids and (n-3) highly unsaturated fatty acids compositions of three artificial foods on survival, growth and body composition of common dentex's fingerlings (*Dentex dentex* L.). African Journal of Biochemistry Research 2: 001-007
- Baptista M, Papandroulakis N, Kentouri M, Dinis MT, Divanach P (1995) Behavioural test for evaluation of stress condition and/or possible ulterior performance of sparid pre-larvae *Dentex dentex*. V Congr. Nacional Acuicultura: 678-682
- Bayle J, Ramos A, Mas J (1991) Observations on *Dentex dentex* (L., 1758) in the Spanish Mediterranean. In: Boudouresque CF, Avon, M. & Gravez, V. (ed) Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée. GIS Posidonie publ., Fr., pp 245-253
- Bermejo-Nogales A, Saera-Vila A, Calduch-Giner JA, Navarro JC, Sitjà-Bobadilla A, Pérez-Sánchez J (2007) Differential metabolic and gene expression profile of juvenile common dentex (*Dentex dentex* L.) and gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) in relation to redox homeostasis. Aquaculture 267: 213-224
- Bibiloni, G., Cladera, A., Gomila, M.A., Massuti, S. and Zaratiegui, I., 1993. Contribution to the growing of *Dentex dentex*. In: Carillo M., L. Dahle, J. Morales, P. Sorgeloos, N. Svennevig, J. Wyban, eds. From Discovery to Commercialization. Abstracts of contributions presented at the International Conference World Aquaculture '93, Torremolinos, Spain. May 26-28. EAS Spec. Publ., 19, Oostende, Belgium.
- Borrell, Y.J., Blanco, G., Vazquez, E., Alvarez, J., Estévez, A., Giménez, G., Sanchez, J.A. 2008. Tracking the spawning season in common dentex (*Dentex dentex*) broostocks using microsatellites. Aquaculture Research (en prensa)
- Bulut M, Ozden O, Saka S, Firat KK (2004) Biochemical composition of fertilized dentex (*Dentex dentex*) eggs. Pakistan Journal of Biological Sciences 7: 1096-1098
- Cardenete G, Abellán, E., García-Alcazar, A., Hidalgo, M.C., Skalli, A., Moyano, F. (1997) Efecto de la incorporación de dos agentes probióticos a dietas secas para juveniles de dentón (*Dentex dentex*) VI Congr. Nacional Acuicultura, pp 575-581
- Cardenete G, Abellán, E., Hidalgo, M.C., Skalli, A., Arizcun, M. (1997) Relación proteína energía en dietas para juveniles de dentón (*Dentex dentex*) VI Congr. Nacional Acuicultura, Cartagena, pp 6 pp.
- Cardenete G, Abellán, E., Hidalgo, M.C., Skalli, A., García-Alcázar, A. (1997) Utilización digestiva y nutritiva de niveles crecientes de carbohidratos en la dieta por el dentón (*Dentex dentex*). Resultados preliminares VI Congr. Nacional Acuicultura, pp 587-593
- Cardenete G, Skalli, A., Hidalgo, M.C., Palma, M.C., Massuti, S. (1997) Variaciones en los niveles proteico y lipídico de la dieta. Efecto sobre el crecimiento y utilización nutritiva de la misma por el dentón (*Dentex dentex*) VI Congr. Nacional Acuicultura, pp 7 pp.
- Cardenete G, Abellan E, Skalli A, Hidalgo MC, Massuti S (1997) Feeding *Dentex dentex* with dry diets: Growth response and diet utilisation. In: Tacon AGJ, Basurco B (eds) Feeding tomorrow's fish, pp 141-151

- Chatzifotis S, Muje P, Pavlidis M, Agren J, Paalavuo M, Mölsä H (2004) Evolution of tissue composition and serum metabolites during gonadal development in the common dentex (*Dentex dentex*). *Aquaculture* 236: 557-573
- Chatzifotis S, Polemitou I, Divanach P, Antonopoulou E (2008) Effect of taurine supplementation on growth performance and bile salt activated lipase activity of common dentex, *Dentex dentex*, fed a fish meal/soy protein concentrate-based diet. *Aquaculture* 275: 201-208
- Company R, Sitja-Bobadilla, A., Pujalte, M.J., Garay, E., Álvarez-Pellitero, P., Pérez-Sánchez, J. (1999) Bacterial and parasitic pathogens in cultured common dentex, *Dentex dentex* L. *J. Fish. Diseases* 22: 299-309
- Company R, Calduch-Giner, J.A., Pérez-Sánchez, J., Kaushik, S.J. (1999) Protein sparing effect of dietary lipids in common dentex (*Dentex dentex*): a comparative study with seabream (*Sparus aurata*) and seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquat. living Resour.* 12: 23-30
- Conides AJ, Nengas, I., Klaoudatos, S.D. (2000) Current advances in new marine finfish species aquaculture of the National Centre for Marine Research (Greece). *Cah. Opt. Medit.* 47: 365-369
- Crespo S, Marín de Mateo, M., Santamaría, C.A., Sala, R., Grau, A., Pastor, E. (2001) Histopathological observations during larval rearing of common dentex *Dentex dentex* L. (Sparidae). *Aquaculture* 192: 121-132
- De la Herran R, Ruiz-Rejon C, Ruiz-Rejon M, Garrido-Ramos MA (2001) The molecular phylogeny of the Sparidae (Pisces, Perciformes) based on two satellite DNA families. *Heredity* 87: 691-697
- Divanach P, Kentouri, M. (2000) Hatchery techniques for specific diversification in Mediterranean finfish larviculture. *Cah. Opt. Medit.* 47: 75-87
- Efthimiou S, Divanach, P., Rosenthal, H. (1994) Growth, food conversion and agonistic behaviour in common dentex (*Dentex dentex*) juveniles fed on pelleted moist and dry diets. *Aquat. living Resour.* 7: 267-275
- Espinós FJ, Tomás, A., Pérez, L.M., Balasch, S., Jover, M. (2003) Growth of dentex fingerlings (*Dentex dentex*) fed diets containing different levels of protein and lipid. *Aquaculture* 218: 479-490
- Firat K, Saka, S., Çoban, D. (2003) The effect of light intensity on early life development of common dentex *Dentex dentex* (L.1758) larvae. *Aquaculture Research* 34: 727-732
- Firat K, Saka S, Çoban D (2005) Early life history of cultured common dentex (*Dentex dentex* L. 1758). *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 29: 735-741
- Franicevic, V., 1991. Preliminary results on the larval rearing of common dentex, *Dentex dentex* (Linnaeus, 1758). In "Aquaculture and the Environment", Aquaculture Europe '91, Dublin (Eire), 10-12 June 1991. Specific Publications of European Aquaculture Society, 14, pp. 106-107.
- Giménez, G., Estévez, A., Lahnsteiner, F., Zecevic, B., Bell, J.G., Henderson, R.J., Piñera, J.A., Sanchez-Prado, J.A. 2006. Egg quality criteria in common dentex (*Dentex dentex*). *Aquaculture* 260: 232-243
- Giménez, G., Estévez, A. 2008. Effect of larval and prey density, prey dose and light conditions on first feeding common dentex (*Dentex dentex* L.) larvae. *Aquaculture Research* 39: 77-84
- Giménez, G., Estévez, A. 2008. Effects of two culturing techniques on the growth, survival and larval quality of *Dentex dentex* Linnaeus, 1758. *Aquaculture Research* 39: 354-361
- Giménez, G., Estévez, A., Henderson, R.J., Bell, J.G. 2008. Changes in lipid content, fatty acid composition and lipid class composition of eggs and developing larvae (0-40 days old) of cultured common dentex (*Dentex dentex* Linnaeus 1758). *Aquaculture Nutrition* (en prensa, accessible on line desde Nov 2007)

- Glamuzina B, Jug-Dujakovic, J., Katavic, I. (1989) Preliminary studies on reproduction and larval rearing of common dentex, *Dentex dentex* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture* 77: 75-84
- Grau A, Morales-Nin, B., Quetglas, A., Riera, F., Massuti, E., Pastor, E. (2001) El modelo reproductivo del dentón *Dentex dentex* (L.): Bisexualidad juvenil y gonocorismo tardío. 7º Congr. Nacional Acuicultura. Memorias ICCM, pp 555-560
- Greenwood LN, Scott, A.P., Vermeirssen, E.L.M., Mylonas, C.C., Pavlidis, M. (2001) Plasma steroids in mature common dentex (*Dentex dentex*) stimulated with a gonadotropin-releasing hormone agonist. *Gen. Comp. Endocrinol.* 123: 1-12
- Hidalgo MC, Skalli A, Abellan E, Arizcun M, Cardenete G (2006) Dietary intake of probiotics and maslinic acid in juvenile dentex (*Dentex dentex* L.): effects on growth performance, survival and liver proteolytic activities. *Aquaculture Nutrition* 12: 256-266
- Jover M, Riera, F., Grau, A., Pastor, E., Espinós, F. (1998) Resultados preliminares de crecimiento del dentón (*Dentex dentex*) en jaulas flotantes alimentado con piensos extrusionados de diferente relación proteína/lípidos. *Aquatic*: 6 pp.
- Jug-Dujakovic J, Pulcic, J., Katavic, I. (1995) Embryonic and yolk-sac larval development of the sparid *Dentex* (*Dentex dentex*) (Linnaeus, 1758). *Fish. Research* 24: 91-97
- Kaushik SJ, Tibaldi, E. (1998) Nutrition and feeding of new species of interest to the mediterranean 33 Int. Symp. New Species for Mediterranean Aquacult., pp 45-60
- Kentouri, M., Koumoundouros, G., Divanach, P. and Steriotti, A., 1992. Developpement embryonnaire du Pagre, *Pagrus pagrus* et du Dente, *Dentex dentex* en Crete. *Rapp. Commun. Int. Mer Medit.*, 33, 384.
- Koumoundouros G, Divanach, P., Kentouri, M. (1999) Ontogeny and allometric plasticity of *Dentex dentex* (Osteichthyes Sparidae) in rearing conditions. *Mar. Biol.* 135: 561-572
- Koumoundouros G, Divanach, P., Kentouri, M. (1999) Osteological development of the vertebral column and of the caudal complex in *Dentex dentex*. *J. Fish. Biol.* 54: 424-436
- Koumoundouros G, Divanach, P., Kentouri, M. (2000) Development of the skull in *Dentex dentex* (Osteichthyes: Sparidae). *Mar. Biol.* 136: 175-184
- Koumoundouros G, Divanach, P., Kentouri, M. (2001) Osteological development of *Dentex dentex* (Osteichthyes: Sparidae): dorsal, anal, paired fins and squamation. *Mar. Biol.* 138: 399-406
- Koumoundouros G, Carrillo J, Divanach P, Kentouri M (2004) The rearing of common dentex *Dentex dentex* (L.) during the hatchery and on-growing phases. *Aquaculture* 240: 165-173
- Koumoundouros G, Divanach P, Kentouri M (1996) Embryonic and yolk-sac larval development of *Dentex dentex* Linnaeus 1758 (Osteichthyes, Sparidae). *Marine Life* 6: 41-50
- Lahnsteiner, F., Giménez, G., Estévez, A. 2008. Egg quality determination based on the shape of the lipid vesicle in common dentex, *Dentex dentex*. *Aquaculture Research* 39: 144-149
- Loir M, Le Gac, F., Somarakis, S., Pavlidis, M. (2001) Sexuality and gonadal cycle of the common dentex (*Dentex dentex*) in intensive culture. *Aquaculture* 194: 363-381
- López-Albors O, Abellán, E., García-Alcázar, A., Ayala, M.D., Ramírez-Zarzosa, G., Gil, F. (1997) Caracterización histoquímica y dinámica de crecimiento de la musculatura lateral del dentón (*Dentex dentex*, L.): Un estudio preliminar VI Congr. Nacional Acuicultura, pp 771-777
- Machias A, Maraveyia E, Pavlidis M, Somarakis S, Divanach P (2002) Validation of annuli on scales and otoliths of common dentex (*Dentex dentex*). *Fisheries Research* 54: 287-294

- Marín de Mateo M, Santamaría, C.A., Sala, R., Crespo, S. (2001) Aspectos histológicos del desarrollo del dentón, *Dentex dentex* VII Congr. Nacional Acuicultura. Memorias ICCM, Las Palmas, pp 6 pp.
- Martínez MI, Alarcón, F.J., Moyano, F.J., Dehesa, M.R., García, A. (1997) Evolución del equipamiento enzimático digestivo a lo largo del desarrollo larvario del dentón VI Congr. Nacional Acuicultura, Cartagena, Murcia, pp 509-514
- Mendez E, Anastasiadis, P., Kentouri, M., Paulidis, M., Divanach, P. (1995) Preliminary data on spawning activity of five Mediterranean teleost species in captivity, in Crete (Greece) V Congr. Nacional Acuicultura, pp 398-403
- Metin G, Saka S, Firat K, Çoban D (2006) Daily microgrowth increments in otoliths of common dentex (*Dentex dentex* linnaeus, 1758) larvae reared in culture conditions. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 30: 435-441
- Morales AE, Cardenete G, Abellan E, Garcia-Rejon L (2005) Stress-related physiological responses to handling in common dentex (*Dentex dentex* Linnaeus, 1758). Aquac. Res. 36: 33-40
- Morales AE, Perez-Jimenez A, Hidalgo MC, Abellan E, Cardenete G (2004) Oxidative stress and antioxidant defenses after prolonged starvation in *Dentex dentex* liver. Comparative Biochemistry and Physiology Part C 139
- Morales-Nin B, Moranta, J. (1997) Life history and fishery of the common dentex (*Dentex dentex*) in Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). Fish. Research 30: 67-76
- Mourente G, Tocher, D.R., Diaz, E., Grau, A., Pastor, E. (1999) Relationships between antioxidants, antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation products during early development in *Dentex dentex* eggs and larvae. Aquaculture 179: 309-324
- Mourente G, Tocher, D.R., Diaz-Salvago, E., Grau, A., Pastor, E. (1999) Study of the n-3 HUFA requirement and antioxidant status of *Dentex dentex* larvae at the *Artemia* feeding stage. Aquaculture 179: 291-307
- Mourente G, Rodríguez, A., Grau, A., Pastor, E. (1999) Utilization of lipids by *Dentex dentex* L. (Osteichthyes, Sparidae) larvae during lecithotrophy and subsequent starvation. Fish. Physiol. Biochem. 21: 45-58
- Moyano FJ, Martínez, I., Alarcón, F.J., Abellán, E., García-Alcázar, A. (2000) Assessment of digestive enzyme activities during larval development of common dentex (*Dentex dentex*)
- Moyano FJ, Alarcón, F.J., Diaz, M., Abellán, E., Yúfera, M., Fernández-Diaz, C. (2001) Capacidad digestiva comparada durante el desarrollo larvario de tres peces marinos: dorada, dentón y lenguado senegalés. Implicaciones para el desarrollo de alimento artificial 7º Congr. Nacional Acuicultura. ICCM, pp 340-345
- Ozden O, Erkan N (2007) Comparison of biochemical composition of three aqua cultured fishes (*Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Dentex dentex*). Int. J. Food Sci. Nutr. 1: 1-13
- Pastor E, Grau, A., Massuti, E., Sala, R., Sanpera, C. (1997) Aspectos reproductivos, desarrollo embriológico y larvario del dentón, *Dentex dentex*, bajo condiciones controladas VI Congr. Nal. Acuicultura, pp 429-435
- Pastor E, Grau, A., Riera, F., Pou, S., Massuti, E., Grau, A.M. (2000) Experiences in the culture of new species in the "Estación de Acuicultura" of the Balearic government. Cah. Opt. Medit. 47: 371-379
- Pavlidis M, Greenwood, L., Paalavuo, M., Mölsä, H., Laitinen, J.T. (1999) The effect of photoperiod on diel rhythms in serum melatonin, cortisol, glucose, and electrolytes in the common dentex, *Dentex dentex*. Gen. Comp. Endocrinol. 113: 240-250
- Pavlidis M, Loir, M., Fostier, A., Mölsä, H. (2000) Recent advances in reproductional aspects of *Dentex dentex*. Cah. Opt. Medit. 47: 169-176

- Pavlidis M, Greenwood, L., Mourot, B., Kokkari, C., Le Men, F., Divanach, P., Scott, A.P. (2000) Seasonal variations and maturity stages in relation to differences in serum levels of gonadal steroids, vitellogenin, and thyroid hormones in the common dentex (*Dentex dentex*). *Gen. Comp. Endocrinol.* 118: 14-25
- Pavlidis M, Greenwood L, Scott AP (2004) The role of sex ratio on spawning performance and on the free and conjugated sex steroids released into the water by common dentex (*Dentex dentex*) broodstock. *General and Comparative Endocrinology* 138: 255-262
- Pavlidis M, Keravec S, Greenwood L, Mourot B, Scott AP (2001) Reproductive performance of common dentex, *Dentex dentex*, broodstock held under different photoperiod and constant temperature conditions. *Fish Physiol. Biochem.* 25: 171-180
- Ramos AA, Bayle, J. (1991) Estatuto del *Dentex dentex* (Linnaeus, 1758) en el Mediterráneo. In: Boudouresque CF, Avon, M. & Gravez, V. (ed) *Les Espèces Marines a Protéger en Méditerranée*. GIS Posidonie Publ., Fr., pp 237-244
- Renobell J, Sala, R., Pastor, E., Grau, A., Crespo, S. (2001) Crecimiento de la larva del dentón (*Dentex dentex*) durante la fase de Artemia: Efecto del nivel de ácidos grasos n-3 VII Congr. Nal. Acuicultura. Monografías de ICCM, pp 334-339
- Riera F, Pastor, E., Grau, A. M., Pou, S., Grau, A. (1993) Experiencias en el cultivo del dentón *Dentex dentex* (L.) IV Congr. Nal. Acuicultura, pp 143-148
- Riera F, Pastor, E., Grau, A. M., Massuti, E., Valencia, J.M., Palmer, G., Pou, S. (1995) Resultados preliminares del engorde de dentón, *Dentex dentex*, en jaulas flotantes con distintos tipos de dieta V Congr. Nal. Acuicultura, pp 606-611
- Rigos G, Grigorakis K, Nengas I, Christophilogiannis P, Yiagnisi M, Koutsodimou M, Andriopoulou A, Alexis M (1998) Stress-related pathology seems a significant obstacle for the intensive farming of common Dentex, *Dentex dentex* (Linnaeus 1758). *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 18: 15-18
- Rueda FM, Martínez, F.J. (2001) A review on the biology and potential aquaculture of *Dentex dentex*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11: 57-70
- Saka S, Firat, K., Çoban, D. (2004) Development of the common dentex (*Dentex dentex*) eggs in relation to temperature. *Aquaculture Research* 35: 224-231
- Saka S, Kursat F, Çoban D (2006) Embryonic development of common dentex (*Dentex dentex* L.) eggs. *Turk J Vet Anim Sci* 30: 35-40
- Sala R, Santamaría CA, Crespo S (2005) Growth of organ systems of *Dentex dentex* (L) and *Psetta maxima* (L) during larval development. *Journal of Fish Biology* 66: 315-326
- Sanpera C, Sala, R., Grau, A., Pastor, E., Crespo, S. (1997) Larval growth of common dentex, *Dentex dentex* (sparidae), fed two rotifer diets: preliminary data. In: Creswell LH, Y. (ed) *Island Aquaculture and Tropical Aquaculture*, Martinica
- Santamaría CA, Sala, R., Grau, A., Pastor, E., Crespo, S. (2001) Aspectos cuantitativos del crecimiento y desarrollo de la larva del dentón, *Dentex dentex* VII Congr. Nal. Acuicultura. Memorias ICCM, Las Palmas, pp 242-247
- Santamaría Rojas CA, Marín de Mateo M, Traveset R, Sala R, Grau A, Pastor E, Sarasquete MC, Crespo S (2004) Organogénesis in larval common *Dentex dentex* L., (Sparidae): histological and histochemical aspects. *Aquaculture* 237: 207-228
- Sitjá-Bobadilla A, Pujalte MJ, Bermejo A, Garay E, Alvarez-Pellitero P, Pérez-Sánchez J (2007) Bacteria associated with winter mortalities in laboratory-reared common dentex (*Dentex dentex* L.). *Aquaculture Research* 38: 733-739

- Skalli A, Hidalgo MC, Abellán E, Arizcun M, Cardenete G (2004) Effects of the dietary protein/lipid ratio on growth and nutrient utilization in common dentex (*Dentex dentex* L.) at different growth stages. *Aquaculture* 235: 1-11
- Tibaldi E, Pinosa, M., Tulli, F., Beraldo, P. (1995) Prime valutazioni sulle prestazioni produttive di avannotti e giovanili di *Dentex dentex* in allevamento intensivo *Proceed. Int. Conf. Aquaculture, Italia*, pp 245-253
- Tibaldi E, Beraldo, P., Volpelli, L.A., Pinosa, M. (1996) Growth response of juvenile dentex (*Dentex dentex* L.) to varying protein level and protein to lipid ratio in practical diets. *Aquaculture* 139: 91-99
- Tibaldi E, Tulli, F. (1997) Prestazioni produttive di avannotti di dentice, orata e spigola al variare del rapporto proteina/energia della dieta 12 Congresso Nazionale ASPA, pp 399-400
- Tibaldi E, Beraldo, P., Tulli, F., Pezzetta, M. (1998) Comparison of the growth rates of two sparid hybrids and their parental species during the first year of intensive rearing 33 *Int. Symp. New species for Mediterranean Aquaculture*, pp 415-420
- Tulli F, Tibaldi, E. (1997) Changes in amino acids and essential fatty acids during early larval rearing of dentex. *Aquacult. Int.* 5: 229-236

3. ACTIVIDADES POR EQUIPOS.

3.6. Comunidad Autónoma de Galicia. CIMA, IEO Centro de Vigo, IGafa.

“Ensayos de engorde de besugo (*Pagelus bogaraveo*)”.

El objetivo principal del proyecto en Galicia es conseguir un pienso adecuado para los requerimientos nutritivos del besugo con el fin de conseguir optimizar el crecimiento y disminuir el contenido graso de los ejemplares.

3.6.1. Producción de alevines de besugo.

En el CO de Vigo del IEO, se dispone de dos lotes de reproductores de besugo, uno de ellos procedente del medio natural (S-2) y el otro procedente de cultivo intensivo (S-1). Ambos lotes, de un peso medio aproximado de 1.5 kg, están estabulados en dos tanques de 110m³ a una densidad de 1kg/m³. Todos ellos están marcados con microchips y caracterizados genéticamente.

La alimentación de los reproductores es a base de pienso semihúmedo, elaborado en el laboratorio, con harina de pescado (34%), pescado blanco (14%), pescado azul (14%), calamar (18%) y mejillón (18%).

El período de puesta en el CO de Vigo abarca desde finales de enero hasta mayo, con un pico en los meses de marzo-abril. Las puestas de besugo fueron naturales y obtenidas de forma espontánea (S-2). Los huevos se incuban en tanques de 150 l con flujo continuo de agua a 14±1°C y con suave aireación.

El cultivo larvario se lleva a cabo con el sistema de “agua verde” utilizando para la fase de alimentación viva, rotífero (edad 3-35 días), artemia nauplios (30-35 días) y artemia de 24-48 horas (35-50 días). A partir de la edad de 40 días se comienza la introducción de alimento inerte hasta llegar a los 50 días, en que su alimentación es únicamente a base de pienso. La supervivencia alcanzada a esta edad, en que los peces están destetados, es del 20-30 %.

Desde un peso inicial de los alevines de 2g aproximadamente, hasta 30-40 g se realiza en tanques de 2x2x1 m, a una densidad de estabulación inicial de 0,5-1 g/l. El alimento se suministra a saciedad y consiste en alimento inerte en forma de gránulos de 0,5-0,8 mm de diámetro al inicio hasta 2 mm al final del período.

3.6.2. Ensayos de Engorde.

Todos los experimentos de engorde se han realizado en una batea de mejillón que ha sido adaptada para el cultivo de peces, propiedad de la Asociación “Illa do Santo” de Bueu, participante en este proyecto y en las jaulas experimentales de la Consellería de Pesca. Ambas instalaciones se encuentran en la ría de Pontevedra, en la ensenada de Beluso (Bueu).

Debido al deterioro de la instalación experimental del CIMA-Consellería de Pesca, se procedió a principios del año 2005, a la restauración de una batea de mejillón y a su adaptación para el cultivo de peces. A partir de entonces es en esta batea donde se realizan los experimentos de los proyectos en curso.

Los módulos de engorde en dichas bateas son de 4x4x6 m y todos los experimentos se realizaron por duplicado. La carga inicial fue aproximadamente de 0.5 kg/m³. Los peces fueron alimentados a saciedad, una vez al día, cinco días a la semana.

En todos los ensayos, se realizaron muestreos de talla y peso mensuales o cada dos meses y en cada uno de ellos se tomaron muestras de peces para su análisis posterior. Todos los análisis bioquímicos fueron realizados en el CIMA.

Las proteínas se analizaron por el método de Bradford (1976). Los lípidos totales fueron extraídos con cloroformo-metanol (2:1) esencialmente por el método de Blight & Dyer (1959) modificado por Fernández Reiriz et al (1989), realizándose la determinación cuantitativa de los lípidos gravimétricamente en balanza analítica de precisión 0,001 mg. Las clases de lípidos se separaron por Cromatografía en Capa Fina (TLC) según Freeman & West (1966) y Bitman & Wood (1982), y se cuantificarán por densitometría. Los ácidos grasos, previa transesterificación y metilación a sus ésteres metílicos usando el método de Lepage & Roy (1986), se analizaron por Cromatografía de Gases (CG), realizándose la determinación cuantitativa mediante la adición a las muestras de un patrón interno y utilizando un patrón cuantitativo comercial (Larodan).

3.6.2.1. Selección de un pienso estándar. Comparación de dos piensos de la misma formulación proteína/grasa (50/12) fabricados por dos casas comerciales diferentes, Trouw y Sorgal.

Selección de un pienso estándar. Se trataba de testar las posibles diferencias en el crecimiento y la composición de los alevines alimentados con dos piensos de la misma formulación proteína/grasa, 50/12, fabricados por dos casas comerciales diferentes, Trouw y Sorgal. La casa comercial Sorgal se prestó a fabricar piensos para besugo con fórmula abierta. Así, era necesario conocer si un pienso, de esta nueva casa comercial, con la misma fórmula que el que se utilizaba normalmente para besugo, conseguía un mismo crecimiento y composición en los peces, para poder utilizarlo como pienso control.

Se utilizaron 4 lotes de 1000 ejemplares cada uno, de peso medio $221,30 \pm 27,6$ g. El peso medio y la tasa de crecimiento instantánea (G) obtenidos tras 15 meses de engorde fue de $507,04 \pm 29,19$ g ($G=0,19$) y $482,15 \pm 12,57$ g ($G=0,17$) en los peces alimentados con el pienso de Trouw y Sorgal respectivamente, no existiendo diferencias significativas en el crecimiento con ambos tipos de pienso.

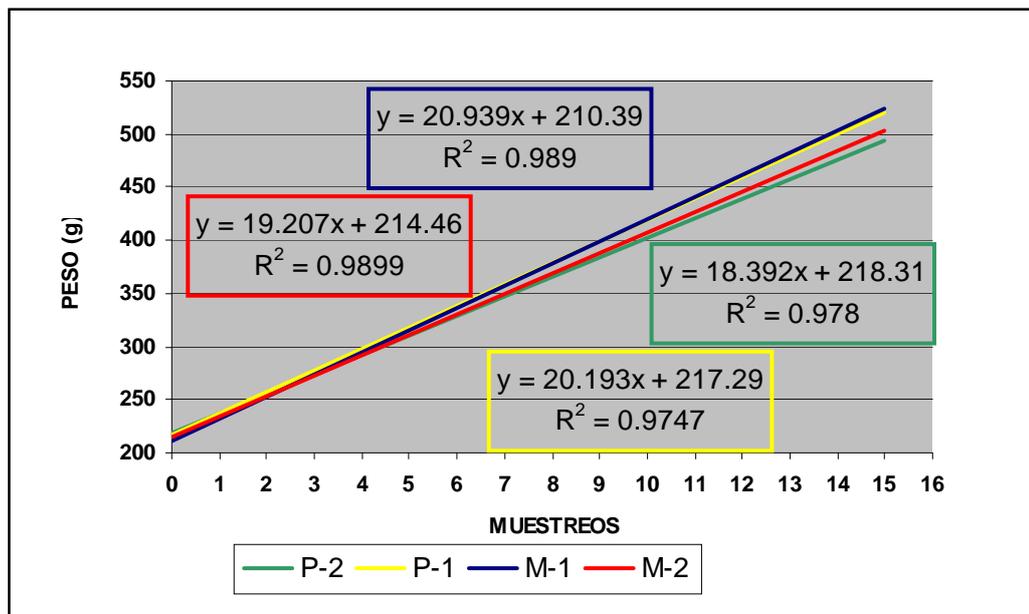


Figura 1. Crecimiento de besugo alimentado con dos tipos de piensos: Sorgal (P-1 y P-2) y Trouw (M-1 y M-2)

En cuanto a la composición bioquímica, aunque no se obtuvieron diferencias significativas en los valores de proteínas y lípidos de los alevines alimentados con los piensos citados, se observó al finalizar el experimento, un contenido ligeramente más alto de lípidos totales en los alevines alimentados con Trouw (37,5% en hígado y 14% en músculo) que en los alimentados con Sorgal (30% en hígado y 11,2% en músculo). Los fosfolípidos representan al finalizar el experimento el 21 y 18% del total de lípidos en el hígado y músculo de los alevines alimentados con el pienso Sorgal, más elevado que el obtenido en el hígado y músculo de los alevines alimentados con el pienso de Trouw donde suponen el 14 y 13% en el hígado y músculo respectivamente.

Se realizaron los perfiles de ácidos grasos de los piensos de Trouw y Sorgal. El pienso de Sorgal tiene un contenido más alto de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), saturados y monoinsaturados, que el pienso de Trouw. El porcentaje más alto de PUFA respecto al total de ácidos grasos en el pienso de Trouw que en el de Sorgal, se debe al contenido relativo de los PUFA de la serie (n-6), mientras que los de la serie (n-3) son más altos en el pienso Sorgal. Es de destacar la diferencia existente en el contenido en 22:6(n-3) que tiene valores de 9,56 y 27,2 ng/ug P.seco, en los piensos Trouw y Sorgal representando respectivamente, el 12% y el 17% del total de ácidos grasos. Estas diferencias en la composición del pienso tienen un reflejo en la composición de ácidos grasos de los alevines, especialmente en el hígado donde los PUFA (n-3) suponen al, finalizar el experimento el 22% del total en los alevines alimentados con Sorgal frente al 16% de los alimentados con Trouw. El 22:6(n-3) supone en los primeros el 11% del total frente al 7% de los alevines alimentados con Trouw.

Con estos resultados obtenidos se decidió utilizar el pienso Sorgal (50/12) como control en los ensayos que se realizarían posteriormente en la búsqueda de un pienso idóneo para el engorde de besugo. La casa comercial Aquasoja prepararía dietas de diferente composición para el estudio del crecimiento de esta especie.

3.6.2.2. Engorde de alevines con dos piensos de diferente contenido graso (Sorgal de composición 50/12 y 50/7) con el fin de rebajar el exceso de grasa del producto obtenido.

El experimento consiste en probar el efecto sobre el crecimiento y la composición de los alevines de dos piensos fabricados por la empresa Sorgal de composición proteína/grasa 50/12 y 50/7.

El experimento de duración un año, se inicia en abril del año 2004 con 7000 ejemplares de peso medio y talla media $26,46 \pm 7,52$ g y $9,94 \pm 1,01$ cm. En abril del año 2005 finalizó el experimento y no hubo diferencias significativas en el crecimiento de los peces alimentados con los dos tipos de pienso, obteniéndose al final del experimento, pesos medios de $190,07 \pm 28,23$ y $195,42 \pm 32,12$ g y tallas medias de $17,95 \pm 1,50$ y $17,96 \pm 1,47$ cm para los peces alimentados con los piensos de 12% y 7% respectivamente. La grasa perivisceral representa en los alevines entre el 1,6 y el 2,3% del peso del cuerpo, no existiendo diferencias con la alimentación suministrada.

En cuanto a la composición bioquímica de los ejemplares, el contenido lipídico se incrementa en el hígado a lo largo del experimento (desde valores del 23% al 35% del peso seco), mientras que en el músculo los lípidos se mantienen en valores comprendidos entre el 11-13% del peso seco pero no hay diferencias entre los juveniles alimentados con los diferentes piensos. Se observó un contenido ligeramente superior en proteínas en el hígado de los ejemplares alimentados con el pienso 50/12 (36% de peso seco) que en los alimentados con 50/7 (28% del peso seco).

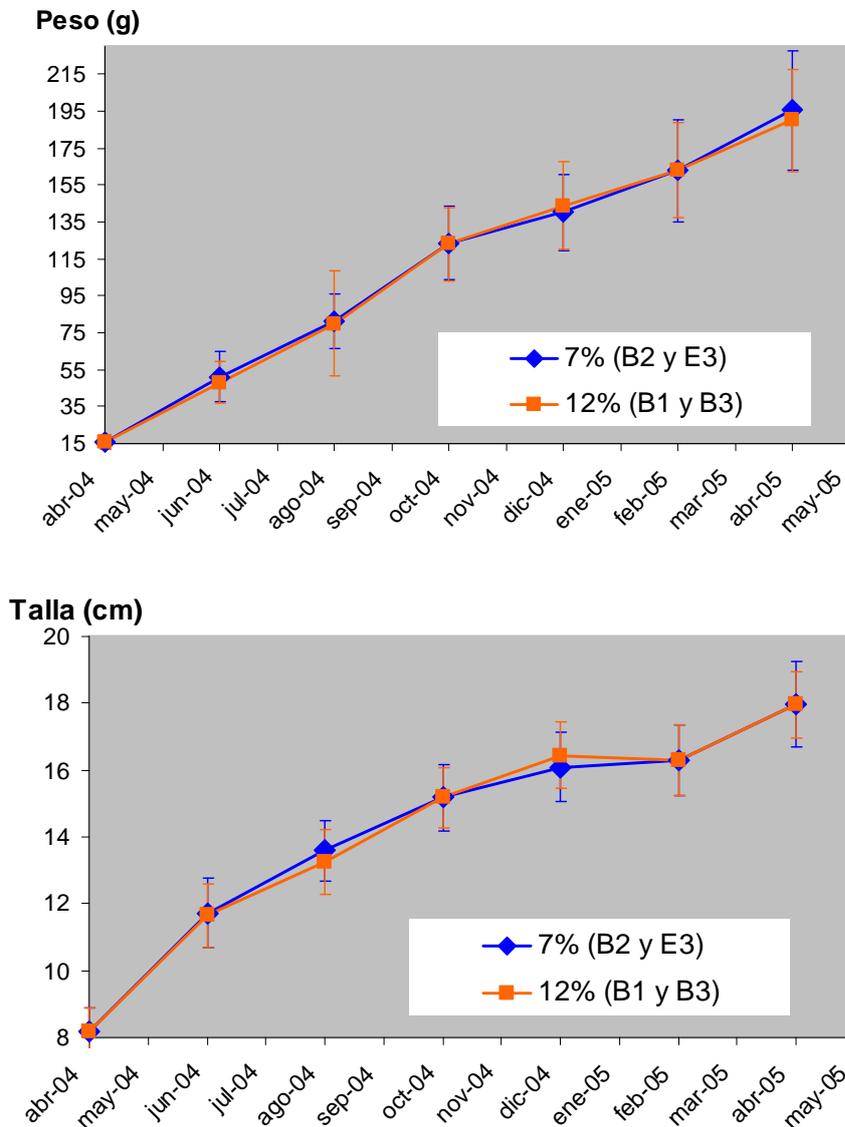


Figura 2.- Crecimiento de besugo alimentado con dos piensos de diferente contenido graso 12% y 7%

Se realizaron los perfiles de ácidos grasos de los piensos de 50/12 y 50/7. El pienso 50/12 tiene valores más altos en ácidos grasos saturados y PUFA (n-6) que el pienso 50/7. Sin embargo no se observaron diferencias significativas en los porcentajes de ácidos grasos del hígado y músculo de los peces alimentados con los dos tipos de pienso.

3.6.2.3. Comparación del crecimiento, composición corporal y color de los peces alimentados con dos piensos, uno de composición 50/18 y suplementado con carotenoides (B-carot) y el otro como control, SORGAL 50/12 (S-12).

Uno de los objetivos de este experimento era determinar si una dieta suplementada con 40mg de harina de krill y de carcasa de langostino por kg de pienso, puede asemejar el color de los besugos cultivados a los del medio natural. Este trabajo fue realizado como tesina del master de Acuicultura realizado en Canarias y fue presentada el 27 de marzo.

En junio de 2005 se realizaron 5 lotes de 900 peces cada uno (Pm 253.18 ± 36.78 g y Tm 19.29 ± 1.33) y fueron alimentados 3 de ellos con B-carot y dos de ellos con S-12. Tras 10 meses de engorde no se encontraron diferencias en el crecimiento entre los dos grupos y los valores medios alcanzados fueron, peso medio 376.05 ± 59.34 g y talla media 22.13 ± 1.30 y peso medio 366.36 ± 49.48 g y talla media 22.20 ± 1.17 cm, para los peces alimentados con B-carot y S-12, respectivamente (Figura 3).

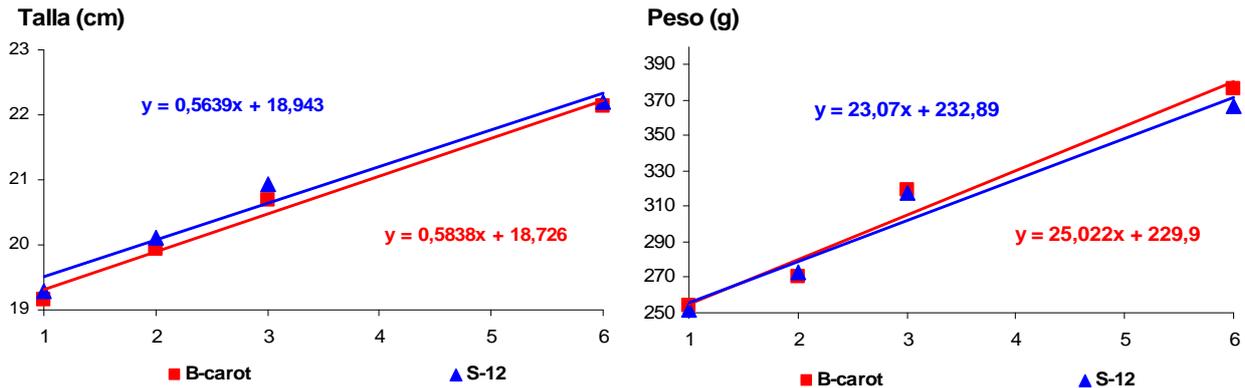


Figura 3. Crecimiento en talla y peso de los peces (2003) alimentados con los dos tipos de pienso.

Otros dos lotes de 500 peces nacidos en el año 2001 (Pm 664.55 ± 111.12 g y Tm 25.73 ± 1.63) se introdujeron en otros dos módulos en la misma fecha y fueron alimentados, uno con B-carot y el otro con S-12. Después de 10 meses, los peces alimentados con los dos tipos de pienso no mostraron diferencias en el crecimiento, alcanzando un peso medio de 871.62 ± 141.77 g y 924.13 ± 155.41 g y una talla media de 28.72 ± 1.72 cm y 29.13 ± 1.61 cm los peces alimentados con B-carot y S-12 respectivamente (Figura 4). El contenido en grasa perivisceral de los peces fue del 4% del peso corporal para los dos grupos de peces.

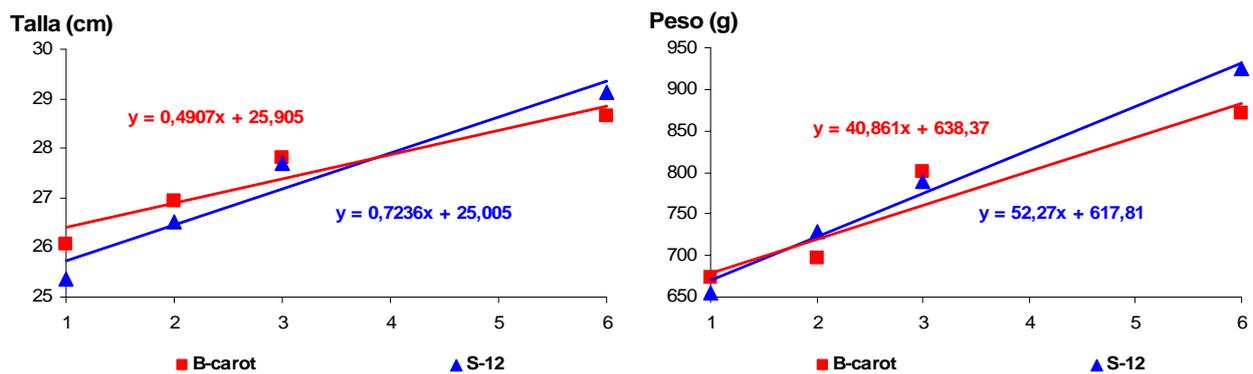


Figura 4. Crecimiento en talla y peso de los peces (2001) alimentados con los dos tipos de pienso.

Se analizó el contenido en carotenoides de los peces alimentados con las dos dietas y se comparó con el de peces procedentes del medio natural, siendo en estos últimos la cantidad de pigmentos en la piel, tres veces inferior a la de los peces cultivados, independientemente de la dieta utilizada. A lo largo del experimento se produjo una disminución de la concentración de pigmentos en la piel, de un 52% en los peces

con dieta control y de un 45% con la dieta pigmentada. En el hígado se produce una disminución de los mismos en los peces con dieta control y un aumento en los alimentados con la dieta suplementada con carotenoides pero no existen diferencias significativas entre los valores alcanzados.

Al analizar los peces de los grupos de 2003, alimentados con las dos dietas se observaron diferencias significativas en el color de la piel, siendo más rojizos los peces alimentados con la dieta B-carot que los de la dieta control, sin embargo después de 18 horas del sacrificio ya no hubo diferencias. Esto podría explicarse como que la variación de color inicial sea debida al estrés producido por la captura y manipulación del muestreo. Comparando el músculo de ambos grupos, no se apreciaron diferencias de color.

En los peces mayores (2001) tampoco se encontraron diferencias de color en la piel entre grupos pero sí cuando se compararon con peces salvajes, con los que la diferencia se percibe ya visualmente, siendo los peces de cultivo más oscuros que los del medio natural. Los peces del medio natural presentan una coloración más amarillenta, más clara y menos intensa que los cultivados.

Estos resultados pueden sugerir que la harina de carcasa de langostino y Krill no es la fuente de carotenoides ideal para el besugo o bien que no se ha administrado la cantidad correcta. Otra explicación para los resultados obtenidos es que el tiempo de duración del tratamiento no haya sido el suficiente, dado el bajo crecimiento del besugo.

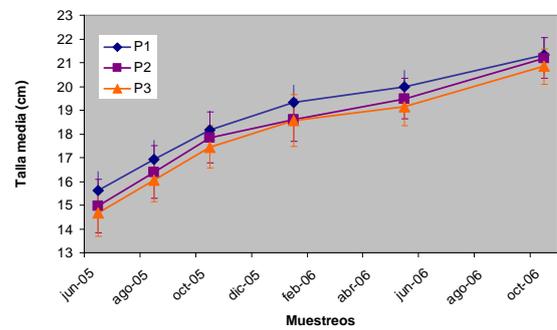
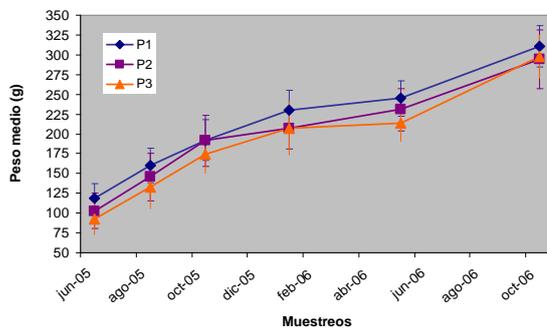
Respecto a la composición bioquímica de los ejemplares, el contenido en lípidos en el hígado sufre un pequeño incremento a lo largo del experimento (de 21 a 32 % del peso seco en el caso de los peces de mayor tamaño y de 32 a 40% en el caso de los más pequeños), sin embargo en el músculo, los lípidos se mantienen en el caso de los peces grandes, sobre 16% y en los más pequeños se aprecia una pequeña bajada de 14 a 12 % del peso seco.

En cuanto a las proteínas, en el hígado se mantiene alrededor de un 30 % de peso seco y sin embargo en el músculo aumentan a lo largo del experimento desde 68% hasta 76% en los peces más grandes y hasta 82% en los más pequeños. Tanto en lípidos como en proteínas, no se aprecian diferencias entre los ejemplares alimentados con piensos diferentes.

Se realizaron los perfiles de ácidos grasos de ambos piensos y también en el hígado y músculo de los ejemplares analizados. La misma tendencia pero más acusada se da en el músculo de los peces, donde el % de PUFA respecto al total es considerablemente más alto al principio (39%) que al final del experimento (24%) en ambos grupos de peces. No existen sin embargo, diferencias significativas en el balance de ácidos grasos de los peces alimentados con los dos tipos de piensos, con valores de PUFA (n-3) que oscilan entre 17 y 18.5% y de DHA del 8-9% del total. Se observa un incremento del porcentaje de ácidos grasos saturados (43%) respecto los valores iniciales (29%).

3.6.2.4. Crecimiento y composición corporal de juveniles de besugo alimentados con diferentes niveles de proteína y carbohidratos.

En este trabajo se prueban tres piensos con diferente composición proteína/grasa (P1 50/5, P2 52/8 y P3 62/7) cuyo diseño se realizó bajo la hipótesis de que el engorde de besugo, a base de piensos de contenido inferior al 10% en grasa, podría influir en la composición de los ejemplares. El porcentaje de grasa de los piensos fue substituido en parte, por hidratos de carbono procedentes de distintas materias primas para comprobar si se puede conseguir una reducción en la deposición lipídica y conseguir un producto final de mayor aceptación por el consumidor.

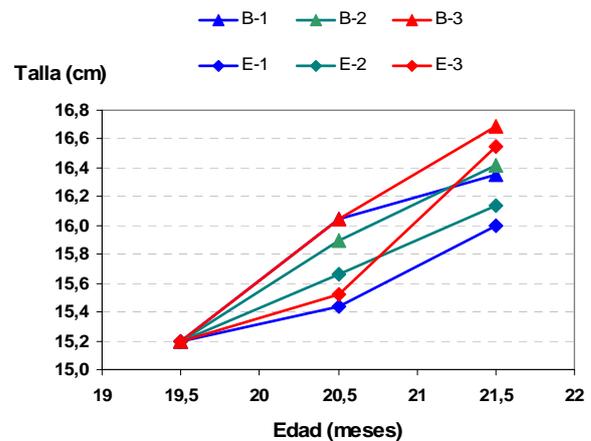
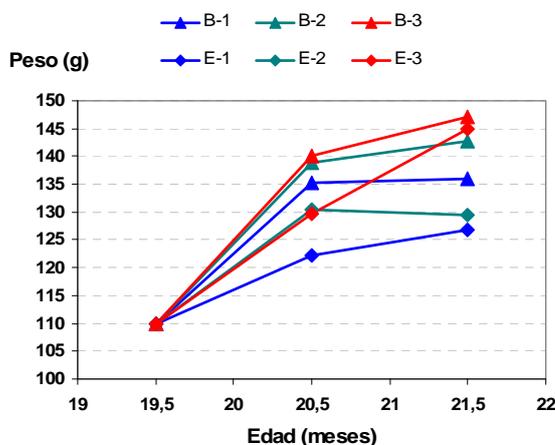


Los resultados de este experimento respecto el porcentaje de grasa en el hígado, parecen semejantes a los de peces alimentados con otros piensos más ricos en grasas por lo que podría ser que los carbohidratos de estas dietas sean transformados en grasa por los peces. Así parece que la cantidad P/L no afectó a la deposición de lípidos en el hígado cuando los niveles de carbohidratos aumentaron en el alimento. Los porcentajes de lípidos en músculo son inferiores a los verificados con dietas con niveles superiores de grasa y similares a los valores encontrados en otras especies de acuicultura ya consolidadas.

3.6.2.5. Experimento con diferentes tasas de alimentación para estudiar la posible influencia de éstas sobre el crecimiento y composición corporal de los ejemplares.

De esta forma se podrá determinar el porcentaje de alimento adecuado para cada rango de edad de los peces y para las diferentes épocas del año. El experimento se comenzó con tres dosis de pienso, del 1, 2 y 2,5%. Éstas se fijaron de acuerdo con las pruebas de alimentación realizadas con anterioridad. Se decidió trabajar con una tasa máxima de alimentación del 2.5%, de manera que no quedara pienso sin consumir; una intermedia del 2% y una mínima del 1%, que permitiese alimentar a todos los peces por igual. Este ensayo está en la actualidad en curso.

En los primeros muestreos se puede observar una ligera diferencia en el crecimiento de los peces alimentados con el mayor porcentaje de alimento sobre el de los alimentados con menor cantidad de alimento. Las muestras de análisis bioquímicos se encuentran en proceso de elaboración.



3.6.3. Revisión bibliográfica sobre el besugo.

- Chereguini, O, Fernández-Pato, C.A. & Martínez Tapia, C., 1990. Growth of wild black-spot sea bream (*Pagellus bogaraveo*. B) From Cantabrian sea under laboratory conditions. Some interesting parameters. ICES CM 1990/F32.
- Fernández Pato, C.A, Martínez-Tapia, C., Chereguini, O., & García-Banda, I.,1990. Spawn, Hatching, and larvae rearing of black-spot sea bream (*Pagellus bogaraveo* B.) First experiences in the Oceanographic Center of Santander (Spain) in order to its culture. ICES CM 1990/F30.
- Genovese L., Micale, V., Patti, F & Greco, S. 1998. Growth performance of *Pagellus bogaraveo* reared at different stocking densities. In : 33 International Symposium on New Species for Mediterranean Aquaculture. Book of abstracts. 22-24 april, Alghero. Italy
- Greco, S., Cavaliere, A., Lo Paro, G., Manganaro, A. & Sturniolo, G., 1989. Effetti di diete bilanciate nell'allevamento intensivo di *Pagellus bogaraveo* (Rovello). OEBALIA 1989. Vol. XV-2, N.S.: 637-644.
- Krug, H.M., 1986. Reproduction of the blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Bruennich, 1768) in Azorean waters. ICES CM 1986/G61.
- Krug, H.M., 1989. The Azorean blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Bruennich, 1768) (Teleostei: Sparidae): Age and growth. CYBIUM 3E-SER 1989 Vol.13, (4): 347-355.
- Krug, H.M., 1990. The Azorean blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Bruennich, 1768) (Teleostei, Sparidae). Reproductive cycle, hermaphroditism, marutity and fecundity. CYBIUM.1990. vol 14 (2): 151-159.
- Linares F., M. Olmedo, A. Ortega & J.B. Peleteiro. 1999. Experiencias de engorde de besugo, *Pagellus bogaraveo* (Brünich, 1768) en jaulas y tanques de cultivo. Libro de resúmenes del VII Congreso Nac. Acuicult.: 52.
- Linares F., M. Olmedo, J.B. Peleteiro & C. Gianzo.2000. Biochemical composition of blackspot sea bream, *Pagellus bogaraveo*, throughout larval development. Initial results. Poster. AQUA 2000. World Aquaculture 2000. Niza (Francia). European Aquaculture Society. Special publication nº 28: 400
- Linares,F., M.Olmedo, J.B.Peleteiro& A.Ortega. 2000. Composición lipídica el besugo(*Pagellus bogaraveo*) procedente del medio natural y de cultivo intensivo. Resultados preliminares. Poster. V Congreso de Ciencias del Mar. Marcuba 2000. La Habana (Cuba).
- Linares,F., M. Olmedo, J.B. Peleteiro & J. Arán. 2001. Ongrowing and biochemical composition of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*) juveniles fed with different dry food. Poster. Larvi2001. Guent (Bélica). European Aquaculture Society. Special Publication nº 30. 318.
- Linares F., M. Olmedo, A. Ortega & J.B. Peleteiro. 2001. Experiencias de engorde de besugo, *Pagellus bogaraveo* (Brünich, 1768) en jaulas y tanques de cultivo. Monografías del Instituto Canario de Ciencias Marinas, Vol. 4: 206-210.
- Linares F., M. Olmedo, A. Ortega & J.B. Peleteiro. 2001. Experiencias de engorde de besugo, *Pagellus bogaraveo* (Brünich, 1768) en jaulas y tanques de cultivo. Monografías del Instituto Canario de Ciencias Marinas, Vol. 4: 206-210.
- Linares F., M. Olmedo & J.B. Peleteiro. 2002. Biochemical composition of Blackspot sea bream larvae, *Pagellus bogaraveo*, fed with rotifer enriched with three different microalgae. Aquaculture Europe 2002. European Aquaculture Society. Special publication N°. 32: 301-302.
- Linares, F. ;Olmedo, M.;Peleteiro, J.B.,2003. Crecimiento y composición bioquímica de larvas de besugo, *Pagellus bogaraveo*, alimentadas con *Artemia* enriquecida con tres microalgas diferentes. Libro de Resúmenes del IX Congreso Nacional de Acuicultura:459-461.

- Linares F., M. Olmedo & J.B. Peleteiro 2004 Influence of feeding with feeds having a different fat content on the growth and composition of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*) juveniles. Extended Abstracts and short communications. European Aquaculture Society. Special Publicación. Nº 34.
- Martínez-Tapia, C., Fernández-Pato, C. & Chereguini, O., 1990. Comparative study of larvae survival and growth in sea bream (*Pagellus bogaraveo* B) using microencapsulated of living-food. ICES C.M. 1990/F31.
- Micale, V, Maricchiolo, G. & Patti, F., 1995. Osservazioni sul ciclo sessuale di rovello *Pagellus bogaraveo* (Brunnich, 1768) allevato in cattività. Atti 56° Congresso Unione Zoologica Italiana, Reggio Calabria 2-7 Ottobre 1995.
- Micale, V. & Patti, F., 1997. Accrescimento ed efficienza di conversione in *Pagellus bogaraveo* sottoposto a differenti regimi fotoperiodici. Atti XXVII Congresso Società Italiana di Biologia Marina, Biologia Marina Mediterranea, 4(1) : 330-331.
- Olmedo, M., Linares, F., Ruiz, N., Álvarez-Blázquez, B., Peleteiro, J.B., Ortega, A., & Rodríguez, J.L., 1997. Preemgorde de alevines de besugo (*Pagellus bogaraveo* B.) Nacidos en cautividad. Actas VI Congreso Nacional Acuicultura. Cartagena 1997 :879-885.
- Olmedo, M., Peleteiro, J.B., Álvarez-Blázquez, B. & Gómez, C., 1998. First experiences with larval culture of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). ICES CM 1998/L21
- Olmedo M., J.B. Peleteiro, F. Linares, B. Álvarez-Blázquez, C. Gómez & A. Ortega. 1999. Experience with ongrowing juvenile blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*) born in captivity, in tanks at different temperatures. Poster. TECAM. Seminar on Mediterranean Marine Aquaculture Fifish Species Diversification. 24-27 May 1999.
- Olmedo M., J.B. Peleteiro, F. Linares, B. Álvarez-Blázquez, C. Gómez & A. Ortega. 2000. Experience with ongrowing juvenile blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*) born in captivity, in tanks at different temperatures. CIHEAM. FAO. Cahiers options méditerranéennes, Vol. 47:153-156.
- Olmedo, M., Linares, F. y Peleteiro, J.B. 2001. Engorde de juveniles de besugo, *Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768) cultivados, en tanques y jaulas. Poster. VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Santander. Libro de resúmenes del VIII Congreso Nac. Acuicult.: 51-52.
- Olmedo, M., F. Linares, B. Álvarez-Blázquez & J.B. Peleteiro. 2002. El cultivo de besugo (*pagellus bogaraveo*) en España. Una alternativa a los cultivos tradicionales. X Congreso Latinoamericano de Acuicultura. Libro de resúmenes del X Congreso Latinoamericano: 22.
- Olmedo, M., Linares, F. y Peleteiro, J.B. 2002. Engorde de juveniles de besugo, *Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768) cultivados, en tanques y jaulas. Bol. Inst. Esp.Oceanogr. 18 (1-4):37-40.
- Olmedo, M., J.B. Peleteiro, R. Cal & F. Linares. 2003. Crecimiento de juveniles de lenguado (*Solea senegalensis*, KAUP, 1858) en Galicia. Libro de resúmenes del IX Congreso Nacional de Acuicultura. 2003. Pp: 383-385
- Olmedo M., F. Linares & J.B. Peleteiro 2004 Últimos avances en el cultivo del besugo (*Pagellus bogaraveo*) en aguas de Galicia (NW de España). Resumos do Seminario Aquacultura e Novas Espécies. Funchal. Madeira.
- Olmedo, M., F. Linares, B. Álvarez-Blázquez y J.B. Peleteiro. 2005. Estado Actual del cultivo de besugo, *Pagellus bogaraveo*. Comunicación Oral en X CNA. Libro de resúmenes del X Congreso Nac. Acuicult. Tomo II: 356-357.

- Patti, F. & Micale, V., 1993. Effects of different photoperiods on melanomacrophage centres of *Pagellus bogaraveo* (Brunnich, 1768). In: "From discovery to commercialization" (M.Carrillo, L. Dahle, J.Morales, P. Sorgeloos, N. Svennevig & J. Wyban, cpls.), European Aquaculture Society Special Publication No 19, Ostende (Belgium). p.429.
- Peleteiro, J.B., Olmedo, M., Cal, R.M. & Gómez, C., 1994. Growth under laboratory conditions of wild juvenile black-spot sea bream (*Pagellus bogaraveo* B.). *Aquaculture Europe*. 1994 18 (4), 6-10.
- Peleteiro, J.B., Olmedo, M., Gómez, C. & Álvarez-Blázquez, B., 1997. Study of reproduction in captivity of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo* B.). Embryonic development and consumption of vitelline sac. ICES CM 1997/HH19
- Peleteiro J.B., M. Olmedo, C.Gómez & B. Álvarez-Blázquez. 1999 a.Evaluación de nuevas especies de peces potencialmente cultivables: Besugo (*Pagellus bogaraveo* B.), Salmonete (*Mullus surmuletus*), Sargo (*Diplodus sargus*), Mojarra (*Diplodus vulgaris*), Abadejo (*Pollacrus pollacrus*), Aligote (*Pagellus acarne*), en el NW de la Península Ibérica. Libro de resúmenes del VII Congreso Nac. Acuicult.: 51.
- Peleteiro J.B., M. Olmedo & B. Álvarez-Blázquez. 1999 b. Culture of *Pagellus bogaraveo*: present knowledge, problems and perspectives. Seminar on Mediterranean Marine Aquaculture Finfish Species Diversification. CIHEAM-IAMZ. Zaragoza, mayo 1999.
- Peleteiro J.B., M. Olmedo & F. Linares. 2000. Recent advances in the cultivation techniques for blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*): Perspectives for industrial cultivation. Ponencia. Workshop on New Species for Aquaculture. Faro (Portugal).
- Peleteiro J.B., M. Olmedo, B. Álvarez Blázquez, F. Linares & F.J. Urbieto. 2000. Blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*, B.): a valid alternative to turbot (*Scophthalmus maximus*) culture?. Poster. AQUA 2000. World Aquaculture 2000. Niza (Francia). European Aquaculture Society. Special publication nº 28: 551.
- Peleteiro J.B., M. Olmedo and B. Álvarez-Blázquez. 2000. Culture of *Pagellus bogaraveo*: Present knowledge, problems and perspectives. CIHEAM. FAO. Cahiers options méditerranéennes, Vol. 47: 141-151.
- Peleteiro J.B., M. Olmedo, B. Álvarez Blázquez & F. Linares. 2002. Reproduction of blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* B., in captivity. *Aquaculture Europe* 2002. European Aquaculture Society. Special publication Nº. 32: 424-425.
- Ribeiro L. A. Couto, M. Olmedo, B. Álvarez-Blázquez, F. Linares & L. Valente. 2007. Digestive enzymes activity at different developmental stages of blackspot seabream. *Aquaculture Research*, 2007, 1-8
- Rowlerson, A.M., Silva, P., Rocha, E., Olmedo, M. and Valente, L.M.P., 2004. Muscle development in cultured blackspot seabream *Pagellus bogaraveo*: preliminary histochemical and immunohistochemical data on the fibre types. The Annual International Conference of the Fisheries Society of the British Isles - Comparative Biology and Interactions of Wild and Farmed Fish, London, UK, Poster.
- Rowlerson, A.M., Silva, P., Rocha, E., Olmedo, M. and Valente, L.M.P., 2004. Muscle development in cultured blackspot seabream *Pagellus bogaraveo*: preliminary histochemical and immunohistochemical data on the fibre types. 2nd meeting of the Management Committee and Accompanying Events of COST Action 925: The importance of prenatal events for postnatal muscle growth in relation to the quality of muscle based foods, Poster and Oral Communication(Presented by Paula Silva).
- Sánchez, F., 1982. Preliminary fishing and biological data about red sea-bream (*Pagellus bogaraveo* B.) in the Cantabrian Sea (N.Spain). ICES C.M. 1982/G:39.
- Sanchez, F., 1993. Las comunidades de peces de la plataforma del Cantábrico. Publicaciones Especiales del Inst. Esp. de Oceanografía, nº 13:137 pp.

3. ACTIVIDADES POR EQUIPOS.

3.7. Comunidad Autónoma de Murcia. IMIDA.

“Ensayos de engorde de Sargo picudo (*Diplodus puntazzo*)”.

3.7.1. Suministro de ejemplares a empresas como reproductores.

Durante el primer año del proyecto se procedió a la captura y creación de un stock de reproductores de sargo picudo y dentón para su posterior suministro a las empresas receptoras:

-Alevines del Sureste S.L. Águilas (Murcia): Se han enviado 63 ejemplares de sargo picudo de unos 500 g de peso corporal, 33 ejemplares de dentón de unos 700 g de peso corporal y 18 ejemplares de dentón de 1,5 a 3 kg de peso corporal.

-PISCIMAR S.L. Burriana (Castellón): Se han enviado 40 ejemplares de sargo picudo de unos 500g de peso corporal, que se suman a otros ejemplares suministrados durante los dos años anteriores al stock de reproductores.

3.7.2. Engorde de sargo picudo en jaulas en mar abierto.

En un principio los alevines de sargo picudo se iban a producir en la empresa PISCIMAR, S.L. ubicada en Burriana (Castellón), donde con anterioridad se habían enviado desde nuestras instalaciones ejemplares adultos para formar el stock de reproductores. Sin embargo durante el otoño del año 2004 no se produjeron puestas por lo que no se pudo iniciar el cultivo larvario. Por ello, y a través de dicha empresa se contacto con una empresa Italiana para adquirir los alevines y que no se interrumpieran las actividades previstas de engorde tanto en Murcia como en Valencia. La empresa Italiana fue Valle Ca 'Zuliani Societa Agrícola S.R.L. El transporte se realizó a principios del mes de junio en dos camiones y en dos días consecutivos. El primer camión tenían 12 tanques de de 2 m³ cada uno y transporto 54.000 alevines de 10,2 g de peso medio; todos estos ejemplares se descargaron en San Pedro del Pinatar. El segundo camión llevaba 10 tanques de 2 m³, en 8 de ellos se transportaron 45.500 que también se descargaron en San Pedro del Pinatar; y en dos tanques 10.500 ejemplares que se descargaron en Gandía.

En Murcia el ensayo de engorde se realizó en la empresa DORAMENOR S.L. situada dentro del polígono de acuicultura de San Pedro del Pinatar. Aproximadamente 99.000 peces se estabularon en una jaula circular de 25 metros de diámetro y se alimentaron con pienso de la casa comercial “Excreting”. También se estabuló un lote de unos 500 ejemplares en tanques en la Estación de Acuicultura con los que se realizó un ensayo de sustitución del aceite de pescado por aceites vegetales.

A finales de septiembre tras una gran tormenta se comenzaron a observar un número inusual de bajas. En un principio se pensó que eran debidas al estrés sufrido por dicha tormenta. Pero como el número de bajas en días sucesivos incremento a ordenes de 200-600 ejemplares, se mando una muestra al departamento de patología de Skreting, quien diagnosticaron infestación por el parásito *Enteromyxum leei*. Se enviaron también ejemplares a investigadores de la Facultad de Veterinarias de la Universidad Autónoma de Barcelona y del Instituto Cavanilles de la Universidad de Valencia que realizaron también el mismo diagnostico. También se analizaron ejemplares del lote que se estaba engordando en Gandía presentando también el mismo parásito. Sin embargo, en el lote que permanecía en las instalaciones del IMIDA no se observo dicho parásito. Todos los expertos coincidieron que el riesgo de que el parásito pudiera afectar a otras jaulas de dorada y lubina era muy alto por lo que lo apropiado era sacrificar a todos los sargos

estabulados en las jaulas de San Pedro del Pinatar y Gandía. Así pues, en octubre se sacrificaron todos los ejemplares de las jaulas cuando tenían un peso aproximado de 90 g. Del lote estabulado en tanques se mandaron ejemplares vivos al Instituto de Acuicultura de Torre la Sal en el que se utilizaron técnicas de PCR para identificar a *E. leei* pero dieron un resultado negativo. De hecho, con el lote se ha realizado el ensayo de sustitución de aceite de pescado por aceites vegetales con éxito (ver más adelante).

E. leei es un mixosporidio, no específico que ha afectado a cultivos de dorada, lubina y sargo picudo, habiéndose identificado en poblaciones salvajes (*Liza aurata*, *L. ramada*, *Mugil saliens* and *Chelon labrosus*), y en acuarios se ha identificado en 25 especies pertenecientes a 10 familias (Labridae, Centracanthidae, Sparidae, Molidae, Mullidae, Batrachoididae, Pomacentridae, Blenniidae, Gobiidae, Scorpaenidae). La transmisión del parásito es directa de pez a pez por cohabitación, contacto con agua e ingestión de material parasitario. Los estadios infectivos no son las esporas, sino células presentes en los estadios de desarrollo. Los parásitos se liberan junto con restos del epitelio intestinal en paquetes fecales, y se mantienen viables durante cortos períodos. Desde el punto de vista de producción, los problemas se plantean precisamente por la transmisión directa. La infección se ha encontrado en casi todos los modelos de explotación, tanques, recirculación y jaulas en Canarias y Mediterráneo (España, Francia, Italia, Grecia, Chipre) y Norte del Mar Rojo. La existencia de brotes, su incidencia y severidad dependen de múltiples factores, pero los más importantes resultan temperatura y recirculación. El sargo picudo parece ser extraordinariamente sensible; dorada y lubina son más resistentes. En cuanto al control de *E. leei* no existen tratamientos eficaces contra el parásito, no hay vacunas ni posibilidad de generarlas a corto/medio plazo, las únicas estrategias son preventivas: evitar factores de riesgo y diagnóstico precoz de la infección con eliminación de los lotes afectados.

3.7.3. Valoración económica y sensorial en la selección de dietas para el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*)

3.7.3. 1. Introducción.

La valoración de la idoneidad de una dieta se basa principalmente en estudios de crecimiento y utilización nutritiva de la dieta por los peces que son alimentados con dicha dieta. Pero la introducción de diversos ingredientes para abaratar costes, o modificaciones de las dietas (de fuentes, de ingredientes, de energía, etc.) en general con buenos resultados de crecimiento, hace necesaria la introducción de otro tipo de estudios que aporten más criterios para la selección de la dieta. Estos criterios pueden ser la valoración sensorial por el consumidor y la repercusión en el coste de producción y el consecuente incremento de beneficio económico en función del coste parcial de la dieta. Las pruebas sensoriales no son ni sustituyen una prueba de mercado pero pueden servir como orientación previa, obteniendo una primera aproximación del mercado potencial de un producto. E incluso pueden considerarse como un aspecto esencial en cualquier estudio de desarrollo de un producto (Penfield & Campbell, 1990). Son numerosos los factores que afectan a las características sensoriales tanto de los peces criados en cautividad como de los ejemplares salvajes (Haard, 1992). Estudios preliminares sobre la aceptación del sargo picudo por el consumidor, realizados en el IMIDA (San Pedro del Pinatar), mostraron que esta especie aportaba a las personas encuestadas una impresión positiva al degustarlos, obteniendo altas puntuaciones en una escala hedónica con el objetivo de determinar el nivel de satisfacción del consumidor y un 60% de los encuestados contestaron que lo comprarían con un precio similar a la dorada (Hernández et al., 2001). Por otra parte, los costes de alimentación suponen un importante porcentaje de los costes totales en una explotación intensiva. Es por esto que cuando se plantea el cultivo de una nueva especie es prioritario utilizar una dieta con unos resultados competitivos. En este sentido es conveniente partir de modelos de crecimiento, introduciendo las variables pertinentes, para llevar a cabo un análisis económico en función de la dieta utilizada (García García et al., 2003).

Por todo ello, centrándonos en dos piensos comerciales para dorada que consideramos como apropiados para sargo picudo en trabajos previos, se ha pretendido complementar los aspectos relacionados con el crecimiento y la utilización nutritiva de la dieta, con la repercusión económica de la dieta y la valoración sensorial del sargo picudo.

3.7.3. 2. Material y métodos.

Se han realizado dos experimentos con pesos iniciales distintos, en los que se utilizaron dos dietas comerciales: BASIC y EXCEL (SKRETTING) de media y baja energía respectivamente de composición (%): proteína 46,4, grasa 22,9, minerales 7,5, materia seca 94,3 en el caso del pienso de energía media; y: proteína 45,8, grasa 14,4, minerales 7,5, materia seca 91,5, en el caso del pienso de baja energía. En el primer experimento, que tuvo una duración de 96 días, se utilizaron animales de 231 ± 9 gramos de peso inicial. Se dispusieron 10 animales por tanque, en ocho tanques de 450 litros de capacidad en circuito cerrado de agua de mar. El segundo experimento fue similar al anterior pero con animales de 134 ± 14 gramos de peso inicial. En este caso se dispusieron ocho tanques con 18 animales por tanque. Tuvo una duración de 216 días. Los peces fueron alimentados tres veces al día a saciedad, siete días a la semana. Se controló la ingesta y se muestrearon mensualmente. Se estudiaron índices de crecimiento y aprovechamiento de la dieta: tasa específica de crecimiento (TEC), tasa relativa de alimentación (TAR), índice de conversión (IC), y retención de proteína (PPV). Una vez finalizado el período experimental, a una muestra (6 animales) de cada tanque se les determinó varias biometrías y su composición corporal.

Los valores obtenidos de TEC y TAR (80 datos en total) se ajustaron mediante el análisis de regresión múltiple a la siguiente ecuación: $\ln Y = a + b \ln P + c \ln T + dE$; donde Y es TEC o TAR, P es el peso medio entre dos muestreos $((P_f + P_i)/2)$, T es la temperatura media de cada período, E es el tipo de pienso y a, b, c y d coeficientes calculados por un análisis de regresión múltiple. A partir de dicho modelo se ha simulado el crecimiento y la ingesta en una situación de engorde. A partir de dicha simulación se calculó: Duración del cultivo (tiempo en días) e índice de conversión del alimento (IC). Teniendo en cuenta que el precio del pienso es diferente se ha calculado el coste en pienso para producir un kilogramo de biomasa, y el índice de conversión económico: $ICE = IC \times (\text{Precio kg pienso})$.

Para la realización de las pruebas sensoriales, los peces fueron eviscerados y fileteados. Los filetes fueron cocinados al vapor (envueltos en papel de aluminio), codificados y presentados a un total de 50 panelistas no entrenados (consumidores habituales de pescado). La comparación entre muestras se hizo según la norma ISO-4120 (1983) como una prueba triangular (dos muestras iguales y una diferente) para detectar posibles diferencias en las características organolépticas de los sargos alimentados con los dos tipos de pienso. Se preguntó por la posible preferencia por un pescado u otro. Y también se les pidió que valoraran una serie de atributos: apariencia, color, olor, sabor, textura, jugosidad, nivel de grasa, sabor residual y aceptación general utilizando una escala hedónica de siete puntos.

3.7.3. 3.Resultados

Al utilizar estas dos dietas no hay variaciones significativas en el crecimiento. Con la dieta de energía media la ingesta tiende a ser menor, con lo que disminuye el índice de conversión (Tabla 1).

Tabla 1. Crecimiento, ingesta y utilización de la dieta de sargos picudos alimentados con los dos tipos de pienso

Pienso	Animales grandes		Animales pequeños	
	Energía baja	Energía media	Energía baja	Energía media
Peso inicial (g)	232,8±6,7	231,1±9,0	133,1±3,9	134,3±2,4
Peso final (g)	382,8±12,7	400,7±17,2	356,0±11,2	335,7±13,2
TEC	0,52±0,02	0,57±0,04	0,46±0,02	0,42±0,01
TAR	1,03±0,08	0,99±0,04	0,90±0,02 ^a	0,81±0,03 ^b
IC	2,04±0,15 ^a	1,78±0,10 ^b	2,13±0,13	2,04±0,08
PPV	23,4±2,3	22,3±2,2	19,6±0,74 ^a	21,0±0,65 ^b

Los análisis de composición corporal (Tabla 2) muestran un porcentaje mayor de grasa para la dieta de contenido en lípidos superior, así como un porcentaje de proteína algo menor. De este mayor contenido en grasa una parte importante se encuentra almacenada como grasa mesentérica, aumentando el factor de condición (Tabla 2).

Tabla 2. Biometría y composición corporal de sargos picudos alimentados con los dos tipos de pienso

Pienso	Energía baja	Energía media
Factor de condición	1,88±0,11 ^a	1,97±0,19 ^b
Índice hepatosomático	0,86±0,13	0,85±0,17
% de grasa mesentérica	1,80±0,55	2,09±0,55
Humedad	63,73±1,39	63,10±1,91
Grasa corporal	13,63±1,33 ^a	15,21±2,03 ^b
Proteína corporal	18,08±0,38 ^a	17,43±0,27 ^b
Minerales	3,75±0,50	4,25±0,92

Como resultado de los dos experimentos se obtuvieron un total de 80 observaciones de SGR y DIR, para un rango de pesos corporales medios de 143.1 a 354.2 g, y temperaturas de 21.48 a 28.19 °C. Mediante el análisis de regresión múltiple se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

$$\text{LnSGR} = -6.476 + 0.665 \text{LnW} + 0.125 \text{LnT} - 0.030 \text{F} \quad (P < 0.001; \text{ESE}: 0.265; R^2_{\text{adj.}}: 0.625)$$

$$\text{LnDIR} = -5.395 + 0.979 \text{LnW} + 0.036 \text{LnT} - 0.069 \text{F} \quad (P < 0.001; \text{ESE}: 0.102; R^2_{\text{adj.}}: 0.894)$$

Las ecuaciones son significativas y también los coeficientes, salvo el de F que no es significativamente distinto de 0 para la SGR, lo cual indica que el pienso utilizado no tiene un efecto significativo sobre el crecimiento.

A partir de las ecuaciones obtenidas se ha simulado el crecimiento y la ingesta en una situación de engorde en el mar con el régimen de temperatura usual en el Mediterráneo. Los resultados de estas simulaciones (Tabla 3) muestran que si bien con el pienso de energía media disminuye el número de días necesarios para alcanzar el peso comercial y mejora el índice de conversión del pienso, al ser más caro este pienso, no se obtiene un ahorro significativo en el coste del producto.

En una explotación tipo de 800 Tn/año, supone una disminución en los costes de alimentación de la planta de 7.383 €. La alimentación en una planta de esta producción supone el 35% de los costes de explotación, por tanto una disminución del 0,6% en el coste del Kg de producto repercute en una disminución del 0,2% de los costes totales anuales.

Tabla 3. Simulación de un proceso de engorde en el Mar Mediterráneo

Pienso	Energía baja	Energía media
Peso inicial (g)	165	165
Peso final (g)	330	330
Número de días	150	144
Alimento consumido (g)	342	307
Índice de conversión	2,07	1,86
Tasa de crecimiento instantáneo (%)	0,46	0,48
Coste pienso (€/kg)	0,77	0,85
Índice de conversión económico (€/kg)	1,59	1,58

De los panelistas encuestados un 43.5 % identificó la muestra diferente y un 56.5 % no la diferenció. Con respecto a la preferencia por un tipo u otro de pescado, un 41.7 % prefirió el pescado alimentado con la dieta de energía baja y un 58.3 % prefirió el alimentado con la dieta de energía media. Si tenemos en cuenta sólo a los panelistas que diferencian entre muestras, éste porcentaje se eleva a un 70% para los que prefieren la dieta de energía media. Para determinar la significación de estos resultados se utilizaron las tablas de significación de la citada norma ISO y ambos resultados son significativos ($P < 0.001$).

En cuanto a los atributos sensoriales, en general, los sargos alimentados con la dieta de energía media fueron más valorados, especialmente la textura, jugosidad y nivel de grasa (Figura 1).

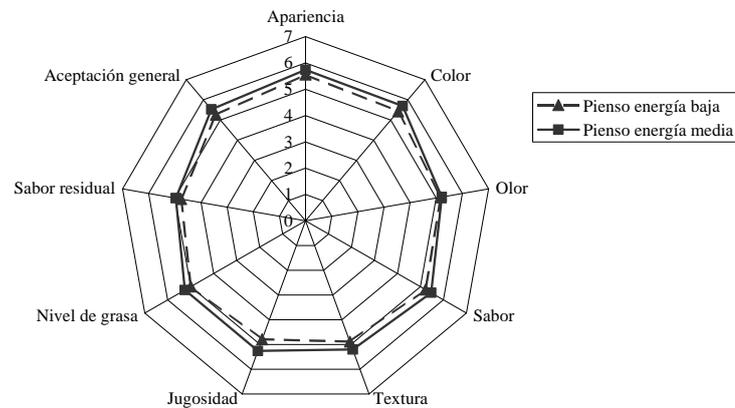


Figura 1. Atributos sensoriales (rango 1-7) de sargos picudos alimentados con los dos tipos de pienso.

3.7.3. 4. Discusión

En el presente trabajo, no se produjeron variaciones significativas en el crecimiento. En trabajos previos (Hernández et al., 2005) se ha puesto de manifiesto que dietas con alto contenido de energía procedente de la porción grasa no producen buenos resultados en sargo picudo.

Con la dieta de mayor contenido lipídico la ingesta tendió a ser menor, con lo que disminuye el índice de conversión. Aunque los lípidos constituyen una buena fuente de energía para los peces, éstos se almacenan con facilidad en forma de depósitos grasos. Los análisis de composición corporal mostraron un porcentaje mayor de grasa para la dieta de energía media. En el presente trabajo, el sargo picudo parece ajustar su tasa de alimentación a la energía de la dieta, de modo que come más de aquella que tiene menos, en los ejemplares de ambos pesos.

El coste de alimentación, particularmente en el engorde de peces en jaulas flotantes (dorada, lubina y salmón) puede variar entre el 25 y el 60% de los costes totales de producción (Paquotte et al., 1996; García García, 2001), relacionándose este valor con el grado de tecnificación de la explotación. En el caso concreto de engorde de sargo picudo en jaulas en mar abierto, el coste del pienso, incluyendo las pérdidas por manejo y por mortalidad varía entre el 44.86% y el 43.56% (García-García y García-García, 2007).

En una explotación de engorde en jaulas de 1.000 toneladas/año la utilización del pienso de energía media supone un aumento en los costes de alimentación anuales de 10.200 €, debido al incremento de 0.01 € en el ECR (Tabla 3). En este supuesto de 1.000 toneladas/año la disminución de un 1.64% (Tabla 3) en la duración del ciclo representa sólo una disminución de 7.193 € anuales. Así pues, el balance económico estaría a favor de la dieta de energía baja, pero la diferencia sólo es de 3.007 €/año, es decir, la disminución en el coste total de producción es tan sólo de un 0.08%, cifra prácticamente despreciable. Así pues, en este caso el criterio económico de evaluación no nos determina la selección de una u otra dieta.

Con respecto a la evaluación sensorial, los consumidores tuvieron dificultados para diferenciar entre los peces alimentados por las distintas dietas. Sin embargo se observó una preferencia por los peces que fueron alimentados con una dieta con un mayor nivel de grasa que, a su vez, presentaban un mayor contenido de grasa corporal. Se ha sugerido que la cantidad de grasa del músculo influye sobre las propiedades sensoriales del mismo, tales como la textura y el flavour (Ackman, 1990). En un trabajo previo en el que comparamos al sargo picudo con la dorada (Hernández et al., 2001) se concluyó que los atributos a mejorar en el sargo eran: textura, jugosidad y nivel de grasa, aparte del sabor. Por lo que en esta especie un

aumento de la grasa corporal mejora sus características organolépticas. La grasa tiene una notable influencia sobre las sensaciones del pescado cocinado en la boca del consumidor. Normalmente, a los peces ricos en grasa se les adjudica un sabor muy suave y una textura succulenta (“jugosa”), mientras que, por el contrario, cuando el nivel de grasa es bajo, el músculo se describe como “seco” o “fibroso” (Grigorakis et al., 2003).

En este caso nos inclinamos por la utilización de una dieta determinada, básicamente, porque da lugar a un producto de mayor aceptabilidad sensorial. Utilizar esta estrategia para la selección de las dietas nos podría conducir a un consumidor más satisfecho y a un aumento en el consumo del producto. Para mantener la sostenibilidad económica de las explotaciones acuícolas intensivas se necesita, tanto conseguir una eficiencia productiva alta, como un control en la calidad del producto de acuerdo con las demandas del mercado.

Es importante definir las necesidades nutritivas propias de las nuevas especies teniendo en cuenta el impacto de la dieta tanto sobre la calidad del producto final como sobre su coste de producción.

3.7.3. 5. Bibliografía.

- Ackman, R.G., 1990. Seafood lipids and fatty acids. *Food Rev. Int.* 6(4), 617-646.
- García García, J., 2001. Análisis económico-financiero comparado de dos sistemas de engorde de dorada (*Sparus aurata* L.) en el litoral de la Región de Murcia. Doctoral Thesis. Universidad de Murcia.
- García García, J.; Rouco Yañez, A., García García, B., 2003. Modelo econométrico de viabilidad/rentabilidad para el engorde de nuevas especies: caso del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*). Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura. Cádiz, Spain. pp. 508-509.
- García García, J.; García García, B., 2007. Contabilidad de costes del engorde de sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en jaulas en mar abierto. Actas del XI Congreso Nacional de Acuicultura. Vigo, Spain. pp. 877-880.
- Grigorakis, K., Taylor, K.D.A., Alexis, M.N., 2003. Organoleptic and volatile aroma compounds comparison of wild and cultured gilthead seabream (*Sparus aurata*): sensory differences and possible chemical basis. *Aquaculture* 225, 109-119.
- Haard, N.F. 1992. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. *Food Research International* 25(4), 289-307.
- Hernández, M.D., García García, B., Martínez, F.J., Jover, M., 2005. Efecto del contenido en lípidos de la dieta sobre el crecimiento y la composición corporal en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*). Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura. Cádiz, Spain. pp. 107-110.
- Hernández, M.D., Martínez, F.J., García, B., 2001. Sensory evaluation of farmed sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquaculture International* 9, 519-529.
- International Organisation for Standardisation, ISO-4120, 1983. Sensory Analysis. Triangle Test. International Organisation for Standardisation. Geneva, Switzerland.
- Paquette, P., Z. Bakela, R. Franquesa, B. Basurco., 1996. Economic aspects of mediterranean aquaculture production. *Medit* 7(3): 4-13.
- Penfield, M.P., Campbell, A.M., 1990. Evaluating food by sensory methods. In: *Experimental Food Science*. 3rd Edition. Academic Press. Inc. San Diego. California. pp. 52-77.

3.7.4. Desarrollo de un modelo de crecimiento y tasa de alimentación de sargo picudo, para la gestión de la alimentación de las granjas.

Se ha descrito en peces que el efecto del peso corporal sobre el crecimiento, así como sobre la máxima cantidad de alimento consumido se puede explicar satisfactoriamente con el modelo $Y = aP^b$ o en su forma lineal $\ln Y = \ln a + b \ln P$, y que los peces pequeños tienen un mayor crecimiento y consumen una mayor cantidad de alimento en proporción a su peso que los peces grandes, por lo que el exponente de peso "b" en el modelo es usualmente menor que la unidad (Fonds and Saksena, 1977; Brett, 1979; Wootton et al., 1980; Jobling, 1983; García García et al., 1987; Imsland et al., 1996; Liu et al., 1998). También es bien conocido que el crecimiento y la cantidad máxima de alimento consumido en peces incrementan con la temperatura hasta alcanzar un valor óptimo y decrecen posteriormente hasta que se alcanza la temperatura máxima a la que la especie puede sobrevivir y para explicar esta relación usualmente se ha utilizado el modelo $Y = a + bT + cT^2$ (Brett, 1979, Jobling, 1994, Koskela, et al. 1997, Liu et al., 1998).

Generalmente los peces tienen una temperatura óptima para el crecimiento y la supervivencia (Brett, 1979, Jobling, 1994), pero esta puede cambiar con la edad y el tamaño, así juveniles de muchas especies prefieren temperaturas más cálidas que los adultos (Pedersen and Jobling, 1989). De hecho, el efecto combinado de peso y temperatura sobre el crecimiento se ha descrito para muchas especies de peces en las que la temperatura óptima disminuye a incrementos del tamaño del pez como en *Gadus morhua* (Pedersen and Jobling, 1989), *Pleuronectes platessa* (Fonds et al., 1992) *Scophthalmus maximus* (Imsland et al., 1996), *Channa argus* (Liu et al., 1998) y *Hippoglossus hippoglossus* (Jonassen, et al., 1999). Por el contrario esta disminución de la temperatura óptima de crecimiento a incrementos del tamaño no se ha encontrado en *Salmo trutta* (Elliott, 1975), *Oncorhynchus nerka* (Brett et al., 1969), y *Siniperca chuatsi* (Liu et al., 1998). La cantidad máxima de alimento que un pez puede ingerir también puede estar sometida al efecto combinado de peso corporal y temperatura (Imsland et al., 1996; Liu et al., 1998). No obstante, parece ser que este efecto en una misma especie se presente más frecuente sobre el crecimiento que sobre el alimento ingerido (Bukel et al., 1995; Liu et al., 1998).

Para explicar las variaciones de las tasas de crecimiento (TAC y TEC) y alimentación (TAA y TRA) en función del peso y la temperatura, en la bibliografía (Wootton et al., 1980, Petridis y Rogdakis, 1996; Liu et al., 1998; Lupatsch y Kissil, 1998) se han presentado diversos modelos lineales que se pueden desarrollar empíricamente ajustando los datos mediante el análisis de regresión múltiples, de los que cabe destacar los cuatro siguientes:

- (A) $\ln Y = \ln a + b \ln P + c \ln P + dT + eT^2$
o también: $\ln Y = \ln a + (b+c) \ln P + dT + eT^2$
- (B) $\ln Y = \ln a + b \ln P + cT + dT^2$
- (C) $\ln Y = \ln a + b \ln P + c \ln T$
- (D) $\ln Y = \ln a + b \ln P + cT$

en los que Y es la tasa de crecimiento o la tasa de alimentación, P el peso corporal, T la temperatura y a, b, c, d y e son constantes estimadas por el análisis de regresión múltiple. En los cuatro modelos la relación entre Y y P es exponencial ($Y = aX^b$); pero en B, C y D el coeficiente de peso es independiente de la temperatura, no existiendo interacción entre T y P sobre Y; en D, por el contrario, el coeficiente de peso "b" varía linealmente con la temperatura ($b' = b + cT$). El término cuadrático de la temperatura interpreta que existe un valor de T para el que Y alcanza un valor máximo; en A el valor máximo varía con T y en B es constante. A y B interpretan que en el rango de T antes de alcanzar el valor máximo, Q10 no es constante y disminuye a incrementos de T. C y D no se alcanza el valor de T para el cual Y tiene un valor máximo, y difieren en que C, al igual que A y B, Q10 disminuye con la temperatura y D, por el contrario, Q10 es constante.

En el presente trabajo se ha estudiado, en condiciones experimentales de cultivo, el efecto del peso y la temperatura sobre el crecimiento y la tasa máxima de consumo de alimento, expresada esta última tanto en g de

alimento como energía neta, y analizando el posible efecto combinado de ambas variables independientes (P y T) sobre las dependientes.

Material y Métodos.

Los ejemplares fueron capturados en el mes de mayo en el Mar Menor y estabulados en nuestro laboratorio. Esta especie a los pocos días de cautividad acepta totalmente el pienso comercial. En octubre de 2005 se prepararon dos grupos homogéneos con diferente peso (error relativo <5%), y cada grupo por triplicado. En 2006 se procedió de igual forma aunque los ensayos comenzaron en el mes de agosto. Al disponer de datos de crecimiento y tasa de alimentación de dos años diferentes se garantiza la no correlación de las variables independientes peso y temperatura. Los pesos iniciales de los grupos fueron: G1: 176.5 g, G2: 138.6g, G3: 10.5 g y G4: 26.8 g.

En ambos casos los ensayos se han realizado en tanques circulares de 850 litros que operan dentro de un sistema de recirculación, provisto de filtros mecánicos, filtro biológico, UV, espumador y tanque de distribución por gravedad que al mismo tiempo funciona como filtro biológico y de equilibrio de gases. El sistema cuenta también con una bomba de calor que permite mantener la temperatura constante en cada período ($\pm 1^\circ\text{C}$). El oxígeno disuelto se media dos veces al día y el caudal de agua a través de cada tanque se regulaba para que a la salida de los mismos se mantuviera con valores superiores al 70% de saturación (Cerezo y García García, 2005). Los parámetros de calidad de agua se midieron dos veces a la semana y los valores se muestran en la tabla 1. El fotoperíodo se ha mantenido constante con 12 horas de luz y 12 horas de noche. La densidad de stock (Kg de peces/m³) varió entre 0.5 y 25 Kg/ m³.

Tabla 1. Parámetros del agua.

	Media	Rango
T ^o C	20,2	10,9-29,4
O ₂ (%)	84,3	70,2-99,9
Sal(%)	38,4	35,5-40,0
pH	7,47	6,9-8,2
N-NH ₃ +N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,34	0,0-2,89
N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,09	0,0-1,52
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	1,70	0,0-20,3
Redox (mv)	288	202-425
NTU	0,30	0,03-0,56

Los peces fueron alimentados *ad libitum* con un pienso seco comercial distribuido diariamente en tres tomas (9:00, 11:00 y 13:00 horas). Los ejemplares fueron muestreados aproximadamente cada 30 días. El crecimiento se calculó como la tasa específica de crecimiento expresado en %, $\text{TEC} = (\ln P_f - \ln P_i) \cdot 100 / t$; y el alimento ingerido la tasa relativa de alimentación $\text{TRA} = ((\text{Alimento}/t) \cdot 100) / (N \cdot (P_f + P_i) / 2)$; donde P_i es el peso medio corporal en gramos al principio de un período de tiempo (t) en días; P_f el peso al final de dicho período; Alimento es la cantidad de alimento consumido en gramos y N el número total de individuos del lote experimental. El peso al cual están referidas las tasas de crecimiento y alimentación se calculó como el peso corporal medio entre dos muestras ($P_m = (P_i + P_f) / 2$), y la temperatura el valor medio registrado en ese período (T). Los datos obtenidos se ajustaron mediante el análisis de regresión múltiple a la ecuación siguiente: $\ln Y = \ln a + b \cdot \ln P + c \cdot T \cdot \ln P + d \cdot T + e \cdot T^2$

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el crecimiento de los lotes de los dos años consecutivos y la variación de la temperatura. A lo largo de todo el estudio no han existido diferencias significativas en los valores medios de peso entre las tres réplicas de cada grupo ($P > 0.05$). Los dos grupos del primer año alcanzaron el tamaño

comercial en agosto de 2006; concretamente G1: 451.9 g y G2: 397.0 g. Los dos grupos del segundo año alcanzaron en mayo de 2007 el tamaño comercial; concretamente: 341.5 g (G3) y 397.4 (G4).

En la Figura 2 se muestra la relación entre la temperatura y el peso, siendo prácticamente 0 el coeficiente de correlación lo que muestra la independencia de las variables, que es imprescindible para poder aplicar el análisis de regresión múltiple.

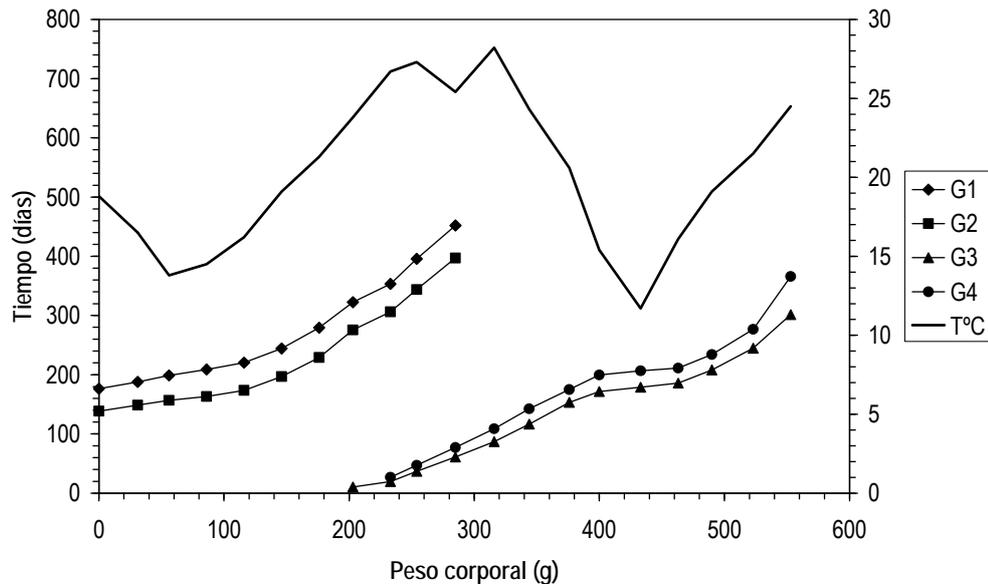


Figura 1. Crecimiento en peso de los lotes experimentales de sargo picudo y variación de la temperatura. Valores medios de tres réplicas.

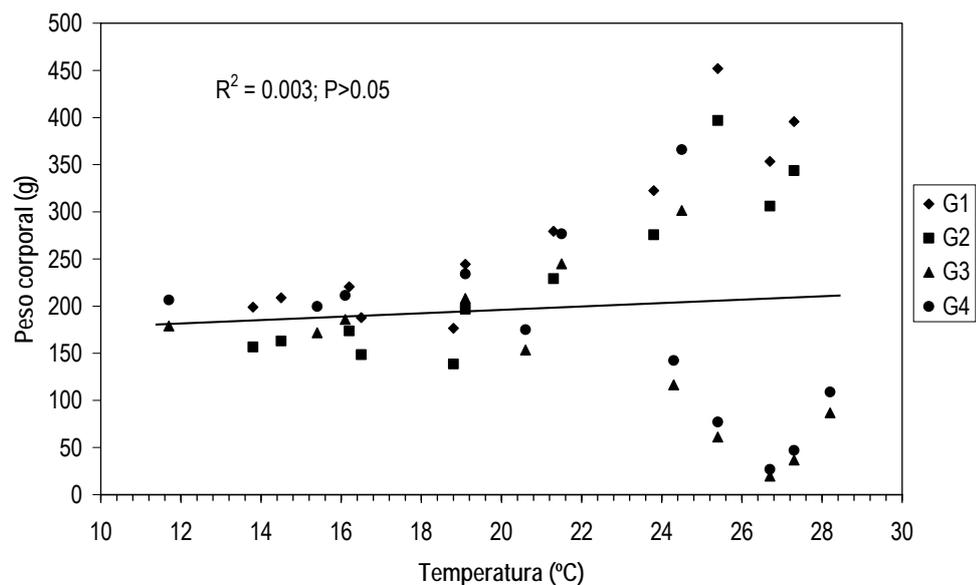


Figura 2. Relación entre las variables independientes (peso corporal y temperatura) para desarrollar el modelo de crecimiento.

Tabla 2. Valores medios y rango de variación de las variables independientes (T y PM) y las dependientes (TEC, TRA y TRQ)

	N	Media	Valor Mínimo	Valor Máximo	D.S.
T (°C)	41	21,7	13,8	28,2	4,5
Pm (g)	41	195,1	10,5	451,9	107,9
TEC (% g día)	41	0,78	0,14	3,65	0,77
TRA (% g día)	41	1,09	0,28	3,52	0,82
TRQ (% Kcal día)	41	216,6	57,1	706,4	162,0

Tabla 3. Resultado del análisis de regresión múltiple. a, b, c y d: coeficientes; es: error estándar del coeficiente; EEE: error estándar de la estimación.

	TEC	TRA	TRQ
a±es	-3,128±1,107 **	-3,182±0,584 ****	2,122±0,585 ****
b±es	-0,617±0,053 ****	-0,410±0,028 ****	-0,407±0,028 ****
c±es	0,455±0,107 ***	0,397±0,056 ****	0,396±0,057 ****
d±es	-0,0086±0,0025 **	-0,0071±0,0013 ****	-0,0071±0,0013 ****
R	0,944	0,977	0,976
R ² _{adj}	0,883	0,950	0,949
ANOVA (F)	101,90 ****	256,18 ****	251,19 ****
EEE	0,264	0,139	0,140

$$\ln Y = \ln a + b \ln P + cT + dT^2$$

* P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001, ****P<0,0001

En total se obtuvieron 41 datos variando la temperatura media de cada periodo entre 13,8 a 28,2 y el peso corporal medio entre 10,5 y 451,9 g. En la Tabla 3 se muestra los resultados del análisis de regresión múltiple. El coeficiente (c) del término de interacción entre el peso y la temperatura (cTlnP) no fue significativamente distinto de 0, por lo que dicho término fue eliminado, y los datos se ajustando, por consiguiente al modelo: $\ln Y = \ln a + b \ln P + cT + dT^2$. De esta forma todos los coeficientes fueron significativos, así como las ecuaciones, y el grado de ajuste fue alto, explicando las ecuaciones para las tres variables dependientes (TEC, TRA y TRQ) entre el 88 y el 95% de la varianza observada. Las ecuaciones obtenidas aplicando antilogaritmos son las siguientes:

$$TEC = 0,044P^{-0,617}e^{(0,455-0,0086T)T}$$

$$TRA = 0,042P^{-0,410}e^{(0,397-0,0071T)T}$$

$$TRQ = 8,347P^{-0,407}e^{(0,396-0,0071T)T}$$

Como el coeficiente del término cuadrático de la temperatura (d) es significativamente distinto de 0, implica que dentro del rango de T estudiado existe un valor para las que las tres variables alcanzan un valor máximo siendo este de 26,5°C para TEC, y 28°C para la TRA y TRQ.

Discusión.

El coeficiente de peso (-0.6174) si la relación se estableciera con la tasa absoluta de crecimiento sería 0,383 ($b'=b+1$) y con la tasa absoluta de alimentación 0,590, situándose ambos valores dentro del rango encontrado para la mayoría de especies estudiadas.

En la relación entre el crecimiento absoluto (g/día) y el peso del pez ($\ln G = \ln a + b \ln W$) para el

exponente del peso en salmónidos se ha sugerido un valor de 0,60 (Brett, 1979) y Jobling (1983) a partir de una revisión de resultados publicados para distintas especies de peces encuentra también que el valor más frecuente es de 0,60 para peces alimentados a la ración máxima. En dorada los valores del exponente de peso encontrados son de 0,55 (Muller-Feuga, 1990), 0,59 (Hidalgo y Sierra, 1993), 0,48 (Petridis & Rogdakis, 1996), 0,62 (Lupatsch y Kisill, 1998), y 0,41 (Lupatsch y Kisill, 2003). Por tanto, el valor observado en este trabajo para el sargo picudo es ligeramente inferior al observado para dorada.

En la relación entre la tasa de alimentación absoluta y el peso del pez, los valores del exponente de peso (b) se ha descrito que varía entre 0,40 (Fonds y Saksena, 1977) a 1,52 (Jobling, 1983, en Liu *et al.*, 1998), aunque en la mayoría de los casos varía entre 0,60 y 0,80 (Jobling, 1994). En dorada el los valore encontrados han sido de 0,71 (Lupatsch y Kisill, 1998), encontrándose el valor aquí observado para el sargo picudo dentro del rango.

El coeficiente del término de interacción entre peso del pez y temperatura no ha sido significativo, por lo que la temperatura a la que se alcanza el máximo crecimiento y tasa de alimentación no cambia con el peso. Los resultados presentados en la bibliografía sobre la interacción entre tamaño del pez y temperatura sobre crecimiento y consumo de alimento son dispares (Liu *et al.*, 1998). En *S. maximus* se encontró que el crecimiento y el alimento ingerido está influenciado significativamente por la interacción entre tamaño del pez y temperatura (Imslund *et al.*, 1996). En *Pomatomus saltatrix*, la interacción fue significativa para el crecimiento pero no para el alimento consumido (Buckel *et al.*, 1995). En *Solea solea* el exponente de peso en la relación peso del pez-alimento consumido se encontró que disminuía con incrementos de la temperatura (Fonds & Saksena, 1977), y en juveniles de *Hippoglossus hippoglossus* el crecimiento estaba influenciado significativamente por la interacción entre temperatura y peso del pez (Jonassen *et al.*, 1999). Por el contrario, la interacción entre temperatura y peso del pez no fue significativa ni para la tasa de crecimiento ni para el alimento consumido en *Gasterosteus aculeatus*, y *Phoxinus phoxinus* (Wootton *et al.*, 1980). Liu *et al.*, (1998) no encontró interacción significativa entre la temperatura y el peso corporal para el alimento consumido en *Siniperca chuatsi* y en *Channa argus*, sin embargo si encontró interacción significativa sobre el crecimiento para *Channa argus*, pero no para *Siniperca chuatsi*. En *Sparus aurata* García García (199?) encontró interacción significativa entre temperatura y peso corporal sobre el crecimiento, pero no sobre el alimento consumido.

Como se muestra en la Figura 3, para todos los pesos el crecimiento aumenta hasta alcanzar un valor máximo en 26,5°C y después desciende. Para la tasa de alimentación este valor se alcanza a una temperatura superior, de 28°. Efectivamente en peces se ha descrito que la máxima tasa de alimento consumido incrementa con la temperatura hasta que se alcanza un valor máximo, y seguidamente decrece (Brett, 1979) y esta temperatura suele ser algo más alta que la temperatura óptima de crecimiento (Elliott, 1975, Jobling, 1994, Koskela *et al.*, 1997, Liu *et al.*, 1998), lo cual ha sido también observado en pulpo (Aguado y García García, 2002). Como consecuencia la eficacia de alimentación máxima (EA=100TRA/TEC), se obtiene a una temperatura inferior que en el caso del sargo picudo es de 22°C.

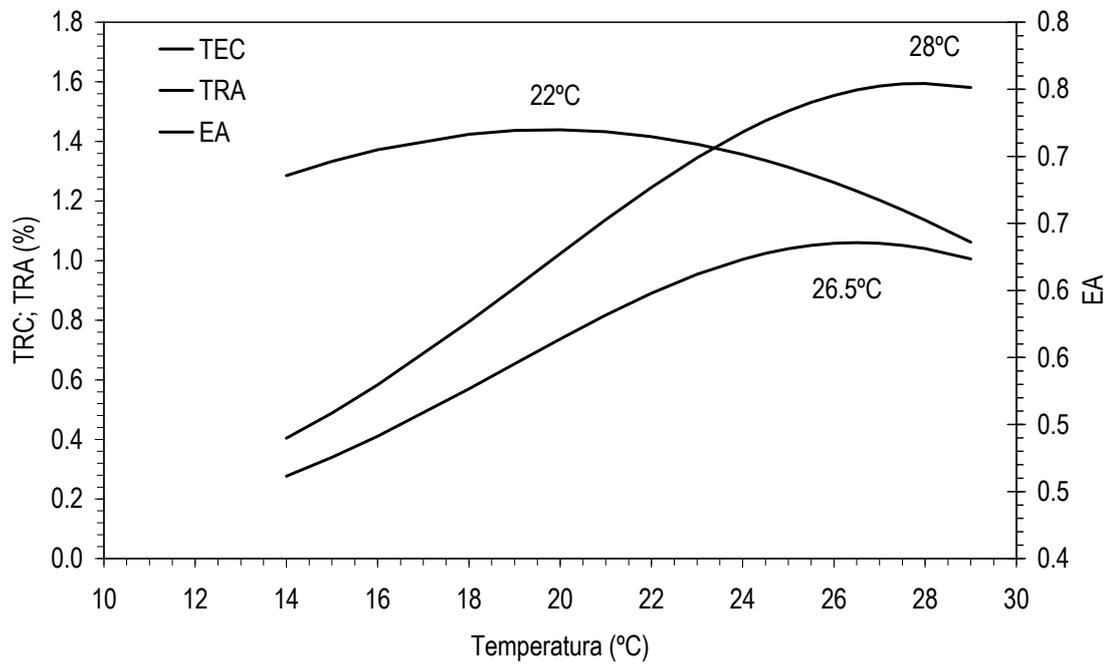


Figura 3. Estimación de TRC, TRA y EA en función de la temperatura para un peso corporal de 100 g.

3.7.5. Estudio de la digestibilidad en el sargo picudo de los piensos comerciales disponibles para dorada.

Introducción.

El valor nutricional de un alimento o ingrediente se basa tanto en la composición química de éste, como en la proporción en que el pez puede absorberlo y utilizarlo (NRC, 1993).

La proteína es el componente más caro en los piensos para peces. Esta es la razón fundamental por lo que es importante optimizar la cantidad de proteína en los piensos para peces. Otros beneficios secundarios serían un crecimiento más rápido y eficiente, reducir el impacto medioambiental y una mejora de la calidad del agua (Azevedo et al., 1998). Para la mayor parte de peces cultivados el requerimiento de proteína se encuentra entre un 30 y un 55% de la dieta (Hepher, 1998; NRC, 1993). Hay muchos factores que afectan a la eficiencia con la que el pez utiliza la proteína de la dieta para mantenimiento y crecimiento. Estos factores incluyen: la cantidad y calidad de la proteína de la dieta (perfil de aminoácidos), la digestibilidad de la proteína, el peso corporal y la edad del animal, la ingesta y numerosas condiciones medioambientales (Hepher, 1988; De Silva & Anderson, 1995; Halver & Hardy, 2002; Wilson, 2002). Uno de los factores más importantes que afectan a los requerimientos de proteína para peces con alta tasa de crecimiento es la relación con el contenido de energía de la dieta (Lupatsch et al., 2001). En la actualidad, los niveles de proteína se optimizan incorporando altos niveles de energía no proteica en forma de lípidos o carbohidratos. Estas fuentes se incorporan para reducir el catabolismo de proteínas para la obtención de energía y mejorar la eficiencia de la retención proteica (Halver & Hardy, 2002).

El sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) es una especie con determinadas características que le convierten en una interesante alternativa al cultivo de dorada. Aunque ya se practica su cultivo a pequeña escala en algunos países del Mediterráneo, principalmente en Grecia y se han publicado numerosos trabajos referentes a su dieta óptima (Parpoura et al., 2002; Hernández et al., 2005; Chatzifotis et al., 2006; Hernández et al., 2007; Saavedra et al., 2007; Piedecausa et al., 2007) tiene que existir una fuerte demanda para que las casas comerciales fabriquen un pienso específico para una nueva especie. Si además, las tasas de crecimiento y los índices de conversión de los piensos comerciales para dorada, son aceptables en este caso, para el sargo picudo (Hernández et al. 2001) conviene conocer, dentro de la gama disponible, su mejor adecuación para la especie.

Por todo ello, se ha estudiado la utilización digestiva por el sargo picudo de la gama de piensos comerciales disponibles actualmente para dorada. Se han seleccionado los de la casa comercial Skretting: Power, Excel y Basic.

Material y métodos.

Se ha llevado a cabo un experimento de digestibilidad durante 25 días con ejemplares de 43.05 ± 1.83 g de peso corporal. El ensayo se ha realizado en 9 tanques cilíndricos de 360 litros de capacidad operando en circuito cerrado de agua de mar, provisto de filtros mecánicos, filtro biológico, UV, espumador y tanque de distribución por gravedad que al mismo tiempo funciona como filtro biológico y de equilibrio de gases. Los tanques están provistos de un sistema de recogida de heces mediante una válvula inferior. El sistema cuenta también con una bomba de calor que permite mantener la temperatura constante en cada período ($25.24 \pm 0.28^\circ\text{C}$). El oxígeno disuelto se medía dos veces al día y el caudal de agua se regulaba para que a la salida de los tanques se mantuviera con valores superiores al 70% de saturación. Los parámetros de calidad del agua se midieron dos veces a la semana (salinidad: 37 g/l; NO^-2 : <0.1 mg/l; NO^-3 : <0.1 mg/l; NH_3 : <0.5 mg/l; pH: 7.7). El fotoperíodo se ha mantenido constante con 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad.

Los animales se dispusieron en los tanques en un número de 35 individuos por tanque. Los sargos

picudos son alimentados con las diferentes dietas (por triplicado). Tras un período de adaptación se procedió a recoger las heces diariamente que fueron centrifugadas, liofilizadas y almacenadas hasta su análisis. La determinación de las cenizas insolubles en ácido se llevó a cabo por el método de Atkinson *et al.* (1984). La determinación del nitrógeno y fósforo y del porcentaje de macronutrientes se realizaron según los métodos de la AOAC (1997). A partir de los resultados obtenidos en dietas y heces, se calculó el coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) de los componentes de la dieta.

$$CDA = 100 - 100 * (F/D * Dc/Fc)$$

donde F es el porcentaje de nutriente en heces, D es el porcentaje de nutrientes en la dieta, Fc es el porcentaje de cenizas insolubles en heces y Dc es el porcentaje de cenizas insolubles en la dieta.

Al inicio y al final de cada uno de los experimentos se sacrificaron nueve individuos de cada dieta. Los animales completos, previamente triturados y homogeneizados, se utilizaron para la determinación del contenido en macronutrientes (proteína, grasa, humedad y cenizas) según los métodos de la AOAC (1997): la proteína por el método Kjeldahl utilizando 6,25 como factor de conversión de nitrógeno a proteína, grasa mediante extracción con éter de petróleo usando un extractor SOXTEC System HT6, humedad por desecación a 105±1 °C hasta peso constante y minerales totales por incineración a 450±2 C.

Resultados.

En la Tabla 1 se muestra la composición de las dietas utilizadas. El pienso Power es la dieta nutritivamente más densa presentando mayor cantidad tanto de proteína como de lípidos. El pienso Excel es intermedio con menor cantidad de grasa. Y el pienso Basic es el que tiene menor energía incrementándose la presencia de hidratos de carbono. La cantidad de fibra tiende a aumentar conforme disminuye la densidad energética de la dieta, por lo que una parte de esos carbohidratos son no digeribles. No se observan grandes diferencias en el contenido en fósforo de las dietas utilizadas.

Tabla 1. Composición de los piensos experimentales expresado como porcentaje de sustancia seca.

Dieta	Power	Excel	Basic
Materia seca	93.53	92.81	93.16
Proteína	50.52	50.14	45.48
Grasa	20.78	18.62	11.23
Cenizas	7.32	6.89	7.23
MELN ¹	20.18	23.12	33.92
Fibra	1.19	1.23	2.14
Nitrógeno	7.95	7.20	7.13
Fósforo	1.09	0.99	1.07
Energía bruta (MJ/kg)	22.12	21.59	20.67
Cenizas insolubles en ácido (AIA)	0.15	0.14	0.23

(1) Materia extractiva libre de nitrógeno.

En la Tabla 2 se muestra la composición de las heces de los sargos alimentados con las distintas dietas. Los componentes principales de las heces corresponden a los minerales (cenizas) y al MELN que comprende carbohidratos y fibra. Se observa una tendencia a disminuir la presencia de proteína y lípidos en las heces conforme disminuye el porcentaje de éstos en la dieta. El contenido en fósforo es bastante constante, tendiendo a ser más bajo en las heces de los animales que han consumido el pienso Excel.

Tabla 2. Composición de las heces expresada como porcentaje de sustancia seca.

Dieta	Power	Excel	Basic
Cenizas	36.30±1.10	35.33±0.80	34.14±0.71
Proteína	16.38±0.41	15.77±0.03	13.45±0.58
Lípidos	3.12±0.39	2.78±0.20	1.87±0.09
MELN	44.20±1.13	46.12±0.64	50.53±1.36
N	2.62±0.07	2.52±0.01	2.15±0.09
P	1.83±0.05	1.62±0.08	1.80±0.17
AIA	0.63±0.03	0.72±0.13	0.86±0.08

Los datos representan la media ± la desviación estándar de la media.

En la Tabla 3 se presentan los coeficientes de digestibilidad aparente para los distintos componentes de la dieta. En ningún caso se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los coeficientes de digestibilidad de los distintos macronutrientes para las distintas dietas utilizadas. En cualquier caso, podemos observar que todas las dietas utilizadas presentan unos CDAs para proteína y lípidos bastante altos de forma general.

Los CDAs para la materia seca y la proteína siguen una tendencia similar. La digestibilidad más alta para materia seca y proteína la presenta la dieta intermedia (Excel), siendo un poco más bajos para Power y más bajos aún para Basic.

Con respecto a la digestibilidad de los lípidos se observan unos valores más bajos para la dieta Basic pero entre Power y Excel no se presentan diferencias.

La digestibilidad del nitrógeno muestra una tendencia paralela, lógicamente, a la de la proteína, siendo más alta para Excel. Los coeficientes de digestibilidad del fósforo son mucho más bajos que para el resto de componentes estudiados. La tendencia es la misma que para la materia seca, los CDAs de la dieta Excel son los más altos, menos para Power y menos para Basic.

Tabla 3. Coeficientes de digestibilidad aparentes (CDAs) para los distintos componentes de la dieta

Dieta	Power	Excel	Basic
Materia seca	75.28±1.17	79.66±3.95	72.74±2.33
Proteína	91.98±0.32	93.60±1.23	91.92±1.02
Lípidos	96.28±0.57	96.93±0.83	95.45±0.59
N	91.86±0.33	92.87±1.37	91.75±1.04
P	58.60±1.49	67.02±0.2	53.77±7.75

Los datos representan la media ± la desviación estándar de la media.

En las Tablas 4 y 5 se muestra la composición en macronutrientes y los contenidos en nitrógeno y fósforo de los ejemplares al inicio y al término de cada experimento. No se observaron diferencias significativas en la composición corporal de los individuos alimentados con las distintas dietas durante el período experimental.

Tabla 4. Composición corporal y contenido en N y P de los ejemplares al inicio y al término de cada experimento expresado en porcentaje de sustancia fresca.

Dieta	Inicial	Power	Excel	Basic
Cenizas	2.98±0.29	3.49±0.40	3.53±0.30	4.08±0.35
Humedad	69.85±0.52	63.95±2.04	65.67±1.20	62.86±1.31
Grasa	11.05±0.89	13.52±1.75	13.05±1.43	13.75±0.92
Proteína	14.55±1.17	17.36±1.01	16.83±0.45	18.30±0.57
Nitrógeno	2.30±0.21	2.48±0.68	2.69±0.07	2.77±0.52
Fósforo	0.36±0.09	0.47±0.07	0.47±0.06	0.41±0.10

Los datos representan la media ± la desviación estándar de la media.

Tabla 5. Composición corporal y contenido en N y P de los ejemplares al inicio y al término de cada experimento expresado en porcentaje de sustancia seca.

Dieta	Inicial	Power	Excel	Basic
Cenizas	9.88±1.01	9.74±1.40	10.29±1.11	10.98±0.88
Grasa	36.67±3.19	37.38±3.05	37.96±3.43	37.02±2.21
Proteína	48.25±3.73	48.28±3.91	49.08±2.15	49.35±2.69
Nitrógeno	7.62±0.65	6.94±1.99	7.85±0.34	7.49±1.49
Fósforo	1.20±0.28	1.31±0.22	1.37±0.20	1.09±0.26

Los datos representan la media ± la desviación estándar de la media.

Discusión.

En trabajos previos (Hernández et al., 2005) se ha puesto de manifiesto que dietas con alto contenido de energía procedente de la porción grasa no producen buenos resultados en sargo picudo. Los resultados obtenidos en este trabajo corroboran estas observaciones, la dieta de mayor densidad energética no mejora los resultados, al menos en cuanto a la digestibilidad de la dieta se refiere. Las denominadas dietas de alta energía o de alta densidad de nutrientes ofrecen al animal nutrientes de alta calidad digestiva y metabólica con una relación proteína/energía menor que las dietas tradicionales. El suministro de nutrientes altamente digestibles, la reducción en la cantidad de proteína y del fósforo de la dieta (o la mejora de su biodisponibilidad) hacen que a estas dietas también se les denomine de bajo nivel polucionante (García Gallego & Sanz, 1997). Estas dietas se han desarrollado originalmente pensando en la alimentación de salmónidos, los cuales requieren niveles considerablemente altos de proteína y admiten asimismo altos niveles de grasa, teniendo los hidratos de carbono poco protagonismo. Pero en el caso de las especies de aguas templadas la situación es diferente porque en éstas el papel de los carbohidratos como fuente de energía puede ser tan importante o más que el de la grasa (Watanabe, 1993). Es más, en especies con otros hábitos alimenticios (Sala y Ballesteros) como es el sargo picudo esto puede ser mucho más acusado. Sus hábitos alimentarios son omnívoros, representando las algas el tipo de presa más importante, seguidas por esponjas y cnidarios (Sala & Ballesteros 1997). Con el fin de determinar la capacidad de esta especie para usar hidratos de carbono de manera eficaz, Parpoura et al. (2002) prepararon seis dietas semipurificadas con dos proporciones distintas de proteína bruta (40 y 48%) y diversos tipos (cruda y gelatinizada) y proporciones (19, 25, 29 y 35%) de harina de maíz. Aunque no se observaron diferencias en cuanto al peso final medio entre los distintos grupos experimentales, los grupos alimentados con las proporciones más altas de harina de maíz gelatinizada (29 y 35%) consumían las raciones más grandes y presentaban la menor eficacia alimentaria. Los resultados también indican que el sargo picudo utiliza la harina de maíz cruda de forma menos eficaz que la harina gelatinizada.

No obstante, lo que nos parece más destacable de su alimentación natural, es que la proteína de origen vegetal forma parte importante de la dieta natural del *D. puntazzo*. (Mena Sellés & García García, 2002). Nuestro equipo ha estudiado la posibilidad de utilizar harina de soja en las dietas del sargo picudo

umentando progresivamente su proporción (0, 20, 40 y 60%) a expensas de la harina de pescado en dietas isonitrogenadas (45%) e isoenergéticas (20 MJ/kg) (Hernández et al, 2007). Los resultados indican que el sargo picudo puede tolerar hasta un 60% de harina de soja en la dieta sin experimentar efectos negativos importantes, salvo por la necesidad de aumentar el consumo de pienso para poder obtener valores de crecimiento similares.

En el sargo picudo hemos evaluado la utilización de la densidad de nutrientes de la dieta sobre el crecimiento y la retención de nutrientes en esta especie encontrando una más alta tasa de crecimiento y retención proteica (PPV) conforme disminuye la relación proteína/energía de la dieta (Hernández et al, 2001). Las mejores tasas de crecimiento parecen obtenerse con una relación proteína/energía inferior a 22 g de proteína /MJ, que obligaría a los peces a utilizar los lípidos e hidratos de carbono como fuente de energía. En el presente trabajo, en la dieta de menor contenido energético (Basic) muestra la peor utilización digestiva de la misma probablemente debido, por un lado, al mayor contenido de MELN de la de menor energía, aunque también puede haber un componente de calidad de la fuente proteica. En general, el incremento en la cantidad de Materia Extractiva Libre de Nitrógeno en la dieta de los peces disminuye la digestibilidad del resto de componentes de la dieta y la digestibilidad global. El nutriente menos afectado son los lípidos. Las grasas, en general, presentan un coeficiente de digestibilidad alto (NRC, 1993). Estas alteraciones pueden ser consecuencia, entre otras razones, de los cambios en la velocidad de tránsito intestinal que la fibra provoca.

En cualquier caso, las digestibilidades de los macronutrientes ni del N y P no mejoran en la dieta de mayor densidad de nutrientes. El fósforo presente en las heces puede pasar con cierta facilidad al agua "leaching" constituyendo un elemento clave, junto con el nitrógeno, para la eutrofización del medio. Desde el punto de vista de la materia orgánica en su conjunto, con dieta con una mayor digestibilidad se reducen la cantidad de heces liberadas al medio. En este sentido la dieta intermedia (Excel) parece ser más adecuada para el sargo picudo. A este respecto, García Gallego & Sanz (1997) apuntan que se pueden seguir dos estrategias:

- Determinar con mayor precisión las necesidades reales de cada especie y en cada etapa de cultivo con el fin de no sobredimensionar los aportes alimentarios.
- Sseleccionar materias primas que no realicen un aporte excesivo de este elemento o modificarlas para reducir este aporte.

Habría que encontrar un compromiso entre la adecuación de la composición de la dieta a las necesidades nutricionales y capacidades metabólicas reales del pez, en cuanto al rendimiento de la dieta (crecimiento y aprovechamiento nutritivo) y el impacto polucionantes de estas dietas.

Bibliografía.

- AOAC, 1997. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
- Atkinson, J.L., Hilton, J.W., Slinger, S.J., 1984. Evaluation of acid-insoluble ash as an indicator of feed digestibility in rainbow trout (*Salmo gairdner*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41, 1384-1386.
- Azevedo, P.A., Cho, C.Y., Leeson, S., Bureau, D.P. 1998. Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient utilisation and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquatic Living Resources 11, 227-238.
- Chatzifotis, S., Esteban, A.G., Divanach, P. 2006. Fishmeal replacement by alfalfa protein concentrate in sharpnout seabream *Diplodus puntazzo*. *Fisheries Science*, 72, 1313-1315.
- De Silva, S.S., Anderson, T.A. 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman & Hall, London, 316pp.
- García Gallego, M., Sanz, A. 1997. Estrategias nutricionales para la obtención de un alto aprovechamiento

- de la dieta y una baja polución, en el cultivo intensivo de peces. *Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura*. Cartagena, Spain. pp. 107-110.
- Halver, J.E., Hardy, R.W. 2002. Nutrient flow and retention. In: Fish Nutrition (Chapter 14), 3rd edn. Ed. by John E. Halver & Ronald W. Hardy pp. 755-770. Academic Press, California, CA. USA.
- Hepher, B. 1988. Nutrition of Ponds Fishes. Cambridge University Press, Sidney, Australia.
- Hernández, M.D., Egea, M.A., Rueda, F.M., Aguado, F., Martínez, F.J. & García García, B. 2001. Effects of commercial diets with different P/E ratios on sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) growth and nutrient utilization. *Aquaculture*, 195, 321-329.
- Hernández, M.D., García García, B., Martínez, F.J., Jover, M. 2005. Efecto del contenido en lípidos de la dieta sobre el crecimiento y la composición corporal en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*). *Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura*. Cádiz, Spain. pp. 107-110.
- Hernández, M.D., Martínez, F.J., Jover, M., García García, B. 2007. Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) diet. *Aquaculture*, 263, 159-167.
- Lupatsch, I., Kissil, G.W.M., Sklan, D., Pfeffer, E. 2001. Effects of varying dietary protein and energy supply on growth, body composition and protein utilisation in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture nutrition* 7, 71-80.
- Mena Sellés, C. and García García, B. 2002. Importancia de la proteína vegetal en la dieta natural de poblaciones salvajes de sargo picudo, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777): sus implicaciones en el cultivo intensivo. *AquaTic*, 17: 1-11.
- National Research Council, 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, DC, 106 pp.
- Parpoura, A.C., Alexis, M.N., van Ham, E.H. 2002. Investigation of the ability of juveniles of *Puntazzo puntazzo* to use carbohydrates as a dietary energy source. 10th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish (Feeding For Quality). Rhodes, Greece, 2nd-7th June, 2002. Abstract no. P13, p. 94.
- Piedecausa, M.A., Mazón, M.J., García García, B., Hernández, M.D. 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) diets. *Aquaculture*, 263, 211-219.
- Saavedra, M., Beltran, M., Pousao-Ferreira, P., Dinis, M.T., Blasco, J., Conceicao, L.E.C. 2007. Evaluation of bioavailability of individual amino acids in *Diplodus puntazzo* larvae: Towards the ideal dietary amino acid profile. *Aquaculture*, 263, 192-198.
- Sala, E. & Ballesteros, E. 1997. Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralitoral ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Series*, 152, 273-283.
- Watanabe, T. 1993. Proc. 1st Symp. On Nutritional Strategies and Aquaculture Wastes (Cowey, C.B. & Cho C.Y., edits). Univ. Guelph, Ontario, Cánada. pp: 137-153.
- Wilson, R.P. 2002. Amino acids and proteins. In: Fish Nutrition (Chapter 3), 3rd edn. Ed. by John E. Halver & Ronald W. Hardy pp. 144-179. Academic Press, California, CA. USA.

3.7.6. Modelo biológico de predicción de aportes de N y P procedentes de una granja de sargo picudo.

El modelo de residuos generados por una granja de sargo picudo se ha desarrollado en base al método biológico de predicción de aportes procedentes de acuicultura (Cho et al., 1991), que emplea un simple balance de nutrientes para estimar los desechos vertidos. Dicho método se basa en cálculos de coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) del alimento, en particular nitrógeno (N) y fósforo (P) y en la eficiencia de retención de los nutrientes (ERN). La primera medida aporta información respecto a los desechos sólidos y a los nutrientes no digeridos que son excretados por las heces, mientras que la eficiencia de retención realiza estimas sobre los desechos solubles excretados por las agallas y las branquias.

El modelo se ha estimado para un ciclo de engorde partiendo de ejemplares de 12 g y hasta un tamaño comercial de 400 g. Se han utilizado los coeficientes de digestibilidad determinados en el apartado anterior (3.7.4.) para el pienso Excel, y la eficiencia de retención de los nutrientes a partir de los modelos de crecimiento y tasa de alimentación desarrollados en el apartado 3.7.3., también con el pienso Excel. El índice de conversión estimado es el promedio que se obtiene al simular con la ecuación de ingesta y crecimiento (3.7.3.) ciclos con entradas de ejemplares cada uno de los 12 meses del año, que es 1,61. Los cálculos se realizan mediante las formulas siguientes:

$$N_{\text{Ingerido}} = N_{\text{Retenido}} + N_{\text{Heces}} + N_{\text{Excretado}}.$$

$$N_{\text{Ingerido}}: IC[\% \text{Nutriente en la dieta}].$$

$$N_{\text{Retenido}}: \Delta B * [\% \text{Nutriente en la dieta}].$$

$$N_{\text{Heces}}: N_{\text{Ingerido}} * (100 - \text{CDA}).$$

$$N_{\text{Excretado}} = N_{\text{Ingerido}} - N_{\text{Retenido}} - N_{\text{Heces}}.$$

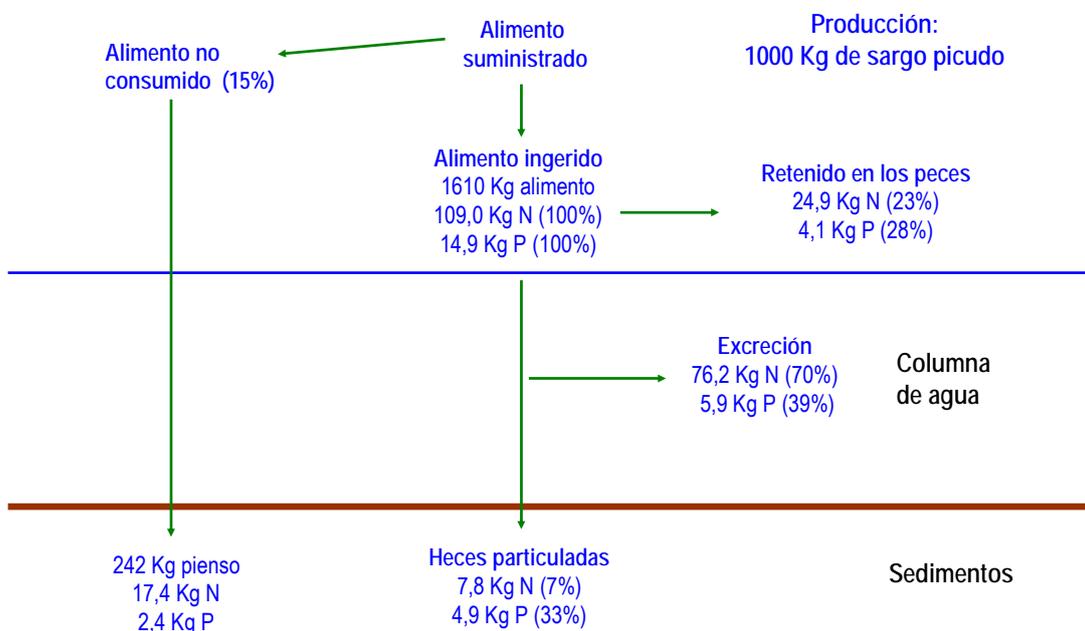


Figura 1. Estimación del vertido de N y P y destino del mismo (columna de agua y sedimento) para una producción de 1000 Kg de sargo picudo.

Tabla 1. Resultados del N y P, retenido, particulado y disuelto, obtenido en este trabajo y resultados obtenidos para otras especies utilizando el método biológico de predicción de aporte la acuicultura.

ESPECIE	Retenido (%)		Particulado (%)		Disuelto (%)		REFERENCIA
	N	P	N	P	N	P	
Sargo picudo (<i>Diplodus puntazzo</i>)	23	28	7	33	70	39	Este trabajo
Trucha (en agua dulce)	25	23	13	66	62	11	Ackefors y Sodergren (1985)
Trucha (en mar)	28	18	16	54	56	18	Ackefors y Enell (1990)
Dorada (<i>Sparus aurata</i>)	21	30	15	47	65	23	Molina <i>et al.</i> (1997)
Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	22	29	10	44	68	27	Lupatsch y Kissil (1998)
			12	42	61	27	Molina (2000)
	19	33	20	48	61	20	
Atún (<i>Thunnus thynnus</i>) (Alimentado con peces)	5	9	6	56	90	40	Aguado-Giménez <i>et al.</i> (2004)
Pulpo (<i>Octopus vulgaris</i>) (Alimentado con boga)	33	29	2	8	65	63	Mazón <i>et al.</i> (2007)
(Alimentado con cangrejo)	37	21	1	9	62	70	

Se hace una estimación cuantitativa para una producción de referencia de 1000 Kg, cuyos resultados se muestran en la Figura 1. Como se muestra en la Tabla 1, el N retenido como crecimiento representa el 23% y el vertido al medio ambiente el 77% del cual el 7 % llega al fondo como heces y el 70 se disuelve en la columna de agua. Estos resultados, son similares a los observados en dorada (Molina *et al.*, 1997; Lupatsch y Kissil, 1998) y difieren ligeramente de los obtenidos para trucha (Ackefors y Dodergren, 1985; Ackefors y Enell, 1990). Los encontrados para atún (Aguado-Giménez y García García, 2003) son muy diferentes a todos los anteriores, debido que obtuvieron en ejemplares en engrase en jaulas flotantes, siendo peces de gran tamaño (200-400 kg) en los que el crecimiento es ya muy pequeño, y por tanto la proteína la utilizan fundamentalmente como fuente de energía (nitrógeno disuelto 90%), y por otro lado son alimentados con pescado, cuya proteína es más digestible que la de los piensos.

Bibliografía

- Aguado Giménez, F., García García, B., Martínez, F.J., 2004. In vivo total nitrogen and total phosphorus digestibility in Atlantic Bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) under industrially intensive fattening conditions in Southeast Spain Mediterranean coastal waters. *Aquac. Nutr.* 10, 413-419.
- Cho, C.Y., Hynes, J.D., Word, K.R., Yoshida, H.K., 1991. Quantification of fish culture waste by biological (nutritional) and chemical (limnological) methods: the development of high nutrient dense (HND) diets. In Cowey, C.B., Cho, C.Y. (Eds.), *Nutritional Strategies and Aquaculture Waste*. Proc. 1st Int. Symp. Nutr. Stre. Manag. Aquac. Waste, Guelph, Ontario, Canada, pp. 37-50.
- Lupatsch, I., Kissil, G.W., 1998. Predicting aquaculture waste from gilthead seabream (*Sparus aurata*) culture using a nutritional approach. *Aquat. Living Resour.* 11(4), 265-268.
- Mazón, M.J., Piedecausa, M.A., Hernández, M.D., García García, B., 2007. Evaluation of environmental nitrogen and phosphorus contributions as a result of intensive ongrowing of common octopus (*Octopus vulgaris*). *Aquaculture* 266, 226-235.
- Molina, L., Vergara, J.M., Robaina, L., 1997. Retention and discharge of nutrients from a marine cage farm in the Canary Islands. Preliminary results. En Tacon, A.G.J., Basurco, B. (Eds.), *Feeding tomorrow's fish*. Cahiers Options Méditerranéennes, 22, 291-300.

3.7.7. Efectos de la sustitución total de aceite de pescado por aceites vegetales en dietas para sargo picudo (*Diplodus puntazzo*)

Por su carácter omnívoro (Sala & Ballesteros, 1997), el sargo picudo puede responder a la posibilidad de utilizar diferentes materias primas de origen vegetal. Los aceites vegetales se pueden utilizar al igual que los de pescado en la formulación de dietas como aporte graso y se ha observado que este tipo de materias primas están adquiriendo cada vez más importancia en la fabricación de piensos para peces. Dentro de los distintos aceites vegetales disponibles, la soja, *Glycine maxima*, se presenta como una alternativa por su composición química, elevado contenido de vitaminas, menor coste, y al igual que la linaza, *Linum usitatissimum L.*, una alta disponibilidad en el mercado a lo largo del año.

Material y métodos.

Se utilizaron ejemplares de $14,91 \pm 1,85$ g de peso medio inicial, distribuidos en tres grupos experimentales por triplicado, con 30 sargos picudos por tanque que fueron alimentados con tres dietas isoproteicas e isoenergéticas (48% de proteína y 20% de lípidos), en las cuales se utilizaron tres fuentes diferentes de aceite: aceite de pescado (FO), aceite de soja (SO) y aceite de linaza (LO) (Tablas 1 y 2). Los animales se alojaron en 12 tanques de 360 litros de capacidad en circuito cerrado de agua de mar con control de temperatura. Cada cuatro semanas los animales se muestrearon y a los 92 días del inicio del experimento se dio por finalizado. Al inicio y al final del período experimental se sacrificaron 18 animales de cada dieta para realizar algunas medidas biométricas, en 9 de estos animales se determinó la composición corporal y los otros 9 se utilizaron para determinar el perfil de ácidos grasos de su músculo.

Se estudiaron los efectos de la sustitución del aceite de pescado por aceite de soja y linaza sobre el crecimiento, la utilización nutritiva de la dieta, la biometría-somatometría del animal, la composición corporal y el perfil de ácidos grasos del músculo. Y también, se realizó una estima de la repercusión económica de la sustitución del aceite de pescado por aceite de soja o aceite de linaza.

Tabla 1: Formulación de las dietas experimentales (g/kg dieta)

Ingredientes	FO	SO	LO
Harina de pescado	460	460	460
Harina de trigo	220	220	220
Gluten de trigo	150	150	150
Aceite de pescado	160	0	0
Aceite de soja	0	160	0
Aceite de linaza	0	0	160
Mezcla vitamínico-mineral	10	10	10

Tabla 2: Composición en macronutrientes de las dietas experimentales (% sustancia seca)

	FO	SO	LO
Humedad	14,4	11,6	10,5
Proteínas	48,7	49,2	48,6
Lípidos	21,5	21,6	21,1
Cenizas	10,3	8,0	7,9
Fibra	0,6	0,7	0,7
M.E.L.N.	4,4	8,9	11,2
Energía bruta (MJ/kg)	21,6	22,8	22,6
P/E (g prot/MJ)	22,6	21,6	21,4

Resultados y discusión.

Crecimiento, aprovechamiento nutritivo y parámetros somáticos

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que es posible la sustitución total de aceite de pescado por aceite de soja o linaza en dietas para sargo picudo, sin afectar al crecimiento y a la utilización nutritiva de la dieta, durante un período de alimentación de 92 días (Tabla 3). Estos resultados están de acuerdo con estudios previos que mostraron que es posible la sustitución parcial del aceite de pescado por aceite de soja (Reinitz & Yu, 1981; Hardy et al., 1987; Greene & Selivonchick, 1990; Guillou et al., 1995; Rosenlund et al., 2001) y aceite de linaza (Mugrdichian et al., 1981; Greene & Selivonchick, 1990; Rosenlund et al., 2001) en dietas para salmónidos, sin afectar negativamente al crecimiento y a la utilización nutritiva del alimento.

El porcentaje de supervivencia observado ha sido elevado para las dietas experimentales de aceite de pescado (FO) y aceite de soja (SO), pero para la dieta de aceite de linaza (LO) ha sido más bajo. Hemos podido observar que ante una situación de estrés, como es la manipulación de los peces durante el muestreo, los peces alimentados con aceite de linaza son más susceptibles que los peces alimentados con aceite de pescado y aceite de soja (Tabla 3). Las dietas con SO provocaron en los sargos picudos un índice hepatosomático mayor que en los peces alimentados con las otras dietas experimentales. Por el contrario, no se han encontrado diferencias en el IH en estudios previos con diferentes especies como el salmón atlántico (Rosenlund et al., 2001; Ng et al., 2004), el rodaballo (Regost et al., 2003a) y la lubina (Mourete et al., 2005). Morfológicamente se observó que el hígado de los peces alimentados con LO presentaba una textura menos consistente y se fragmentaba con más facilidad que los hígados de los peces de las otras dietas. De la misma forma, Caballero et al. (2004), observaron que la morfología hepática de las doradas alimentadas con aceite de linaza o una mezcla de aceites vegetales, en un nivel de sustitución del 60%, era similar a los encontrados en los peces alimentados con aceite de pescado; mientras los peces alimentados con aceite de soja y aceite de colza eran diferentes a los alimentados con aceite de pescado. Estos autores lo relacionan con que el aceite de linaza presenta una alta proporción de 18:3n-3, y este ácido graso favorece la oxidación de los lípidos en el hígado, por lo que es normal que los peces alimentados con aceite de linaza tenga un índice hepatosomático más parecido a los peces alimentados con la dieta de aceite de pescado. Por el contrario, el aceite de soja posee un alto porcentaje de 18:2n-6 que induce a acumular lípidos.

Tabla 3: Efecto de la sustitución del aceite de pescado por aceite de soja y linaza en el crecimiento, ingesta, utilización nutritiva y parámetros somáticos para el sargo picudo.

	FO	SO	LO
Peso inicial (g)	14,8±0,10	15,0±0,20	15,1±0,20
Peso final (g)	72,9±3,40	70,6±4,30	64,9±9,60
Tasa de Alimentación Relativa	1,66±0,03	1,63±0,05	1,62±0,17
Tasa Específica de Crecimiento	1,73±0,05	1,68±0,06	1,58±0,14
Índice de Conversión	1,15±0,03	1,15±0,05	1,21±0,21
Índice de Eficacia Alimentaria	0,87±0,02	0,86±0,04	0,84±0,14
Supervivencia (%)	86,7±6,67 ^b	85,6±8,39 ^b	34,4±26,94 ^a
Factor de condición	1,99±0,1	1,98±0,1	1,98±0,1
Índice hepatosomático (%)	1,65±0,4 ^b	2,0±0,4 ^a	1,5±0,3 ^a
Índice digestosomático (%)	2,6±0,4	2,5±0,5	2,4±0,4
Porcentaje Grasa Mesentérica (%)	2,0±0,7	1,6±0,4	1,7±0,5

Los valores representan la media ± la desviación estándar de tres réplicas.

Valores en una misma línea con distinto superíndice son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Perfil de ácidos grasos.

El perfil de ácidos grasos de las dietas fue claramente reflejada en el perfil de ácidos grasos del músculo del sargo picudo (Tabla 4). Resultados similares han sido obtenidos anteriormente para otras

especies, como rainbow trout (Yu et al., 1977; Reinitz & Yu; 1981) y catfish (Yingst & Stickney; 1979). La inclusión de aceites vegetales en dietas modificó el perfil de ácidos grasos de los peces, este efecto es más evidente en especies marinas ya que tienen una limitada capacidad de convertir los ácidos grasos de 18C en ácidos grasos poliinsaturados (Watanabe, 1982).

Tabla 4: Composición de ácidos grasos (porcentaje del total) del músculo de los sargos picudos alimentados con las dietas experimentales.

	FO	SO	LO
C 14:0	4,61±0,12 ^a	1,49±0,13 ^b	1,63±0,11 ^b
C 15:0	0,38±0,01 ^a	0,20±0,01 ^b	0,20±0,01 ^b
C 16:0	18,15±0,43 ^a	13,56±0,35 ^c	12,89±0,54 ^b
C 17:0	0,18±0,01 ^a	0,17±0,01 ^c	0,15±0,01 ^b
C 18:0	3,57±0,16 ^b	2,13±0,18 ^a	2,89±0,12 ^c
C 20:0	0,09±0,01 ^b	0,16±0,01 ^a	0,11±0,01 ^c
C 21:0	0,02±0,01	0,02±0,04	0,02±0,01
C 22:0	0,11±0,01 ^b	0,14±0,01 ^a	0,09±0,02 ^b
C 23:0	0,02±0,01	0,02±0,02	0,01±0,01
C 24:0	0,08±0,01	0,08±0,02	0,06±0,05
ΣSaturados	27,28±0,51 ^a	18,02±0,49 ^b	18,09±0,67 ^c
C 14:1	0,11±0,01 ^a	0,05±0,01 ^b	0,03±0,01 ^b
C 16:1	7,20±0,15 ^a	3,27±0,17 ^b	2,24±0,19 ^b
C 17:1	0,43±0,01 ^a	0,19±0,03 ^b	0,16±0,02 ^b
C 18:1 $n-7$	4,44±0,07 ^a	2,13±0,07 ^c	1,83±0,05 ^b
C 18:1 $n-9$	22,12±0,85	22,67±0,75	21,94±0,53
C 20:1 $n-9$	1,09±0,69 ^a	0,12±0,06 ^b	1,00±0,06 ^c
C 22:1 $n-11$	2,78±0,15 ^a	0,75±0,01 ^b	0,81±0,06 ^b
C 24:1 $n-9$	0,34±0,02 ^a	0,24±0,02 ^b	0,24±0,02 ^b
ΣMonoinsaturados	38,52±1,44 ^a	29,43±0,73 ^b	28,26±0,59 ^b
C 18:2 $n-6$	5,41±0,34 ^b	42,11±1,06 ^a	13,47±0,51 ^c
C 18:3 $n-3$	6,87±0,77 ^b	8,27±0,91 ^c	29,48±1,11 ^a
C 18:3 $n-6$	0,13±0,046 ^b	0,72±0,13 ^c	0,75±0,28 ^a
C 18:4 $n-3$	1,55±0,02 ^a	0,79±0,07 ^b	0,88±0,98 ^c
C 20:2	0,38±0,01 ^b	0,98±0,01 ^a	0,46±0,04 ^c
C 20:3 $n-3$	0,44±0,03 ^b	0,42±0,03 ^b	1,35±0,11 ^a
C 20:3 $n-6$	0,09±0,01 ^b	0,73±0,12 ^a	0,19±0,02 ^b
C 20:4 $n-6$	0,54±0,04 ^a	0,23±0,03 ^b	0,20±0,03 ^b
C 20:5 $n-3$	6,96±0,35 ^a	2,24±0,26 ^b	2,08±0,25 ^b
C 22:2	0,05±0,07 ^b	0,08±0,01 ^a	0,04±0,01 ^b
C 22:5 $n-3$	2,83±0,16 ^a	1,12±0,11 ^b	0,88±0,11 ^b
C 22:6 $n-3$	11,86±0,99 ^a	4,13±0,53 ^b	3,85±0,48 ^b
ΣPoliinsaturados	37,12±1,82 ^b	61,84±1,91 ^c	53,64±1,14 ^a
Σ $n-3$	30,52±1,77 ^c	16,98±0,55 ^b	38,52±0,80 ^a
$n-3$ HUFA	21,66±1,42 ^a	7,50±0,87 ^b	6,81±0,83 ^b
Σ $n-6$	6,17±0,35 ^b	43,79±1,20 ^a	14,62±0,45 ^c
Σ $n-9$	23,54±1,43 ^a	23,04±0,73 ^b	23,18±0,52 ^b
$n-3/n-6$	4,95±0,39 ^a	0,39±0,02 ^b	2,63±0,06 ^c
$n-3/n-9$	1,30±0,12 ^c	0,74±0,03 ^b	1,66±0,06 ^a
EPA/DHA	0,59±0,02 ^a	0,55±0,03 ^b	0,54±0,02 ^b
IA	0,36±0,01 ^a	0,17±0,01 ^b	0,18±0,01 ^b
IT	0,22±0,01 ^a	0,19±0,01 ^c	0,12±0,01 ^b

Los valores representan la media \pm desviación estándar de tres réplicas. Valores en una misma línea con distinto superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

La inclusión de aceites vegetales en las dietas provocó una disminución en los niveles de EPA, DHA y ARA, y un aumento en los niveles de ácidos grasos de 18 C. En consecuencia, la composición de ácidos grasos en el músculo del sargo picudo alimentado con SO y LO se caracterizó por altos niveles de ácido linoleico y ácido linolénico, respectivamente; así como una disminución del total de n-3 HUFA. Para los alimentados con ambos aceites vegetales la relación n3/n6 sufrió una gran disminución, especialmente en los alimentados con SO. Con relación a los valores de los índices aterogénico y trombogénico, fueron los peces alimentados con la dieta de aceites vegetales, soja y linaza, los que presentaron los valores más bajos con respecto a los peces alimentados con aceite de pescado.

Repercusión económica.

En una explotación tipo de 800 Tm/año, los costes de alimentación supondrían 566.131€ si se utilizara la dieta de aceite de pescado, 541.843 € con la dieta de aceite de soja, 639.809 € con la dieta de aceite de linaza.

El pienso con aceite de soja es el más barato con respecto a los otros piensos experimentales (Tabla 4). Utilizar aceite de soja en la dieta del sargo picudo supondría una disminución del 4,3% de los costes de alimentación y una disminución del 1,50 al 2,15% de los costes totales de producción. Sería muy interesante, desde el punto de vista económico, el que se utilizara este pienso con aceite de soja porque disminuiría los costes totales de una producción, teniendo en cuenta, que los costes de alimentación suponen de un 35-50% de los costes de producción (García García et al., 2001).

Tabla 4: Resultados de los parámetros económicos del experimento.

	FO	SO	LO
Índice Conversión	1,15	1,15	1,21
Coste dieta (€/kg)	0,61	0,59	0,66
ICE (€/kg pez)	0,71	0,68	0,80

Bibliografía.

- Abellán, E., García-Alcázar, A., Ortega, A., García-Alcázar, S., Martín, P., 1994. Cultivo de nuevas especies de espáridos mediterráneos: experiencias de preengorde y engorde del sargo común (*Diplodus sargus sargus*, L. 1758) y del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*, Cetti, 1777). Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr. 148, 1-II.
- Caballero, M.J., Izquierdo, M.S., Kjorsvik, E., Fernández, A.J., Rosenlund, G., 2004. Histological alterations in the liver of seabream, *Sparus aurata* L., caused by short- or long- term feeding with vegetable oils. Recovery of normal morphology after feeding fish oil as the sole lipid source. Journal of Fish Diseases 27, 531-541.
- Francicevic, V., 1989. Improvements in intensive rearing of *Puntazzo puntazzo* (Gmelin 1789) (Pisces, Sparidae) larvae.). In: Billard, R., De Pauw, N. (Compilers). Aquaculture Europe '89. E.A.S. Special Publication N° 10, Ghent, Belgium, pp. 103-104.
- García García, J., Rouco Yáñez, A., García García, B., 2001. Influencia de la capacidad productiva y precio de venta en la evolución de la rentabilidad de las explotaciones de engorde de dorada (*Sparus aurata* L.) en jaulas flotantes, mediante el análisis de costes. Proc. VII Congreso Nacional de Acuicultura.

Santander, Spain. May 22-25. pp 259-260.

- García Gómez, A., Ortega Ros, A., 1993. Revisión general del cultivo de nuevas especies piscícolas en el área mediterránea y experiencias realizadas en el Centro Oceanográfico de Murcia. Informes Técnicos Instituto Español de Oceanografía. 141, Madrid.
- Gonzalez-Laxe, F. (2000). Los desafíos estratégicos de la piscicultura marina en España. *Productos del Mar*, 51: 1-26.
- Greene, D.H.S., Selivonchick, D.P., 1990. Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and haematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 89, 165-182.
- Guillou, A., Soucy, P., Khalil, M., Adambounou, L., 1995. Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *Aquaculture* 136, 351-362.
- Hardy, R.W., Scott, T.M., Harrell, L.W., 1987. Replacement of herring oil with menhaden oil, soyben oil, or tallow in the diets of Atlantic salmon raised in marine net-pens. *Aquaculture* 65, 267-277.
- Mourente, G., Dick, J.R., Bell, J.G., Tocher, D.R., 2005. Effect of partial substitution of dietary fish oil by vegetable oils on desaturation and β -oxidation of [1-¹⁴C] 20:5n-3 (EPA) in hepatocytes and enterocytes of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture* 248, 173-186.
- Mugrditchian, D.S., Hardy, R.W., Iwaoka, W.T., 1981. Linseed oil and animal fats as alternative lipid sources in dry diets for Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture* 25, 161-172.
- Ng, W.K., Sigholt, T., Bell, J.G., 2004. The influence of environmental temperature on the apparent nutrient and fatty acid digestibility in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed finfishing diets containing different blends of fish oil, rapeseed oil and palm oil. *Aquaculture Research* 35, 1228-1237.
- Reinitz, G.L., Yu, T.C., 1981. Effects of dietary lipids on growth and fatty acids composition of rainbow trout (*Salmo gairdner*). *Aquaculture* 35, 19-27.
- Regost, C., Arzel, J., Robin, J., Rosenlund, G., Kaushik, J., 2003. Total replacement of fish oil by soybean oil with return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*): I. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. *Aquaculture* 217, 465-482.
- Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M.G., Standal, H., Tveit, K., 2001. Effect of alternative lipid sources on long-term growth performance and quality of Atlantic samon (*Salmo salar* L.). *Aquac. Res.* 32, 323-328.
- Sala, E., Ballesteros, E. 1997. Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 152, 273-283.
- Watanabe, T., 1982. Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 73B, 3-15.
- Yingst, W.L., Stickney, R.R., 1979. Effects of dietary lipids on fatty acid composition on channel catfish fry. *Trans. Am. Fish. Soc.* 108, 620-625.
- Yu, T.C., Sinhuber, R.O., Putnam, G.B., 1977. Effect of dietary on fatty acids composition of body lipid in rainbow trout (*Salmo gairdner*). *Lipids* 12, 495-499.

3.7.8. Efectos de la sustitución total del aceite de pescado por aceites vegetales sobre las actividades de desaturación/elongación de ácidos grasos poliinsaturados n-3 y n-6 de hepatocitos y enterocitos del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*)

Introducción.

Nuestro equipo ha estudiado en sargo picudo la viabilidad de la sustitución total del aceite de pescado de la dieta por aceites de origen vegetal (Piedecausa et al., 2007), constatando que la sustitución por aceite de soja o aceite de linaza por un periodo de tres meses no afecta al crecimiento de los animales ni a la utilización del pienso.

El principal problema de los aceites vegetales es que son ricos en PUFA de 18C pero carecen de los n-3 HUFA abundantes en el aceite de pescado. Esta diferente composición hace necesario que el pez sea capaz de desaturar y elongar C18 PUFA a sus HUFAs derivados (18:3 n-6 (ácido linoleico, LA) a 20:4n-6 (ácido araquidónico, ARA) y 18:3 n-3 (ácido linolénico, LNA) a 20:5n-3 (ácido eicosapentaenoico, EPA) y por último a 22:6n-3 (ácido docosahexaenoico, DHA). Especies marinas como el rodaballo, la dorada y la lubina, eminentemente carnívoros, tienen una capacidad muy limitada para desarrollar estas conversiones y, en consecuencia, tienen un requerimiento absoluto de C20 y C22 HUFAs. De acuerdo con esto, en peces de agua dulce está bien establecida la capacidad para convertir LA a ARA y LNA a EPA y DHA, pero en las especies marinas estudiadas no se ha podido desarrollar las conversiones a tasas significativas o apreciables. El sargo picudo es, por sus hábitos alimenticios omnívoros y su más baja dependencia tanto de la proteína como de la grasa de la harina de pescado, un modelo interesante para estudiar la capacidad de bioconversión de C18 PUFA a HUFAs. Por todo ello se diseñó un experimento para estudiar el metabolismo del sargo picudo en lo que respecta a la utilización de los lípidos de la dieta.

Material y métodos.

Se utilizaron ejemplares de $14,91 \pm 1,85$ g de peso medio inicial, distribuidos en tres grupos experimentales por triplicado, con 30 sargos picudos por tanque que fueron alimentados con tres dietas isoproteicas e isoenergéticas (48% de proteína y 20% de lípidos), en las cuales se utilizaron tres fuentes diferentes de aceite: aceite de pescado (FO), aceite de soja (SO) y aceite de linaza (LO) (Tablas 1 y 2). Los animales se alojaron en 9 tanques de 260 litros de capacidad en circuito cerrado de agua de mar con control de temperatura ($23,5 \pm 1,2$ °C). Para este estudio se sacrificaron 14 peces después de 268 días (9 meses) de alimentación con las dietas experimentales.

Tabla 1: Formulación de las dietas experimentales (g/kg dieta)

Ingredientes	FO	SO	LO
Harina de pescado	460	460	460
Harina de trigo	220	220	220
Gluten de trigo	150	150	150
Aceite de pescado	160	0	0
Aceite de soja	0	160	0
Aceite de linaza	0	0	160
Mezcla vitamínico-mineral	10	10	10

Los peces fueron alimentados tres veces al día a saciedad, los siete días de la semana, con una de las tres dietas completas extrusionadas (grupo FO: alimentado con dieta con aceite de pescado; grupo LNO: con dieta con aceite de linaza; grupo SO: con dieta con aceite de soja). Al cabo de nueve meses de alimentación, un total de catorce animales fueron sacrificados y tomadas las muestras correspondientes. Se obtuvieron aislamientos primarios de hepatocitos y enterocitos, de hígado y tracto digestivo de los animales, los cuales fueron divididos en tres grupos (control: no radiactivo; LNA: incubado con el isótopo radiactivo [$1-^{14}C$]linolénico; LA: incubado con el isótopo radiactivo [$1-^{14}C$]linoleico), que fueron sometidos a la extracción

del lípido total y, a partir de éste, a técnicas de cromatografía y seguimiento de las actividades enzimáticas implicadas en la elongación y desaturación de las cadenas alifáticas de los ácidos grasos:

Tabla 4: Composición en macronutrientes de las dietas experimentales (% sustancia seca)

	FO	SO	LO
Humedad	14,4	11,6	10,5
Proteínas	48,7	49,2	48,6
Lípidos	21,5	21,6	21,1
Cenizas	10,3	8,0	7,9
Fibra	0,6	0,7	0,7
M.E.L.N.	4,4	8,9	11,2
Energía bruta (MJ/kg)	21,6	22,8	22,6
P/E (g prot/MJ)	22,6	21,6	21,4

1. Muestras no radiactivas

— Trans-esterificación del lípido total de muestras no radiactivas para la obtención de metil-ésteres de ácidos grasos (FAME) para su identificación y relativización por cromatografía de gases.

2. Muestras radiactivas

— Obtención de FAMEs de lípido radiactivo y separación mediante Cromatografía de Capa Fina impregnada con nitrato de plata (AgNO₃-TLC).

— Identificación de los ácidos grasos radiactivos mediante la incubación de la AgNO₃-TLC con una película sensible y escaneado con un sistema de análisis de imagen calibrado para la emisión del ¹⁴C (Personal Molecular Imagen FX, Biorad, Madrid, Spain).

— Determinación de las actividades de β-oxidación de hepatocitos y enterocitos.

De este modo, se trató de detectar preferencias del animal por un tipo de aceite en la dieta y, además, conocer cómo ese aceite (su composición) afecta a los enzimas responsables de su metabolismo (desaturasas y elongasas).

Resultados.

Se obtuvieron niveles de supervivencia muy similares para los tres tratamientos (81,7% para el grupo FO, 82,7% para el grupo SO y 83,3% para el grupo LO) durante todo el experimento. Además, la inspección visual del hígado y el tracto digestivo de los animales no reveló ninguna diferencia que pudiera atribuirse a las dietas experimentales. Del mismo modo, no hubo diferencias aparentes en la viabilidad de las células aisladas. Tampoco se vieron afectados los crecimientos: 147,5±33,6 g, 158,8±34,3 g y 151,3±40,1 g, respectivamente.

Los perfiles de ácidos grasos obtenidos a partir del extracto de lípido total tanto de hepatocitos como de enterocitos del tracto digestivo completo, reflejaron claramente el cambio de composición de las dietas experimentales. La sustitución del aceite de pescado por los aceites vegetales produjo diferencias significativas en los principales ácidos grasos poliinsaturados entre los distintos grupos. Los hepatocitos y enterocitos de los sargos alimentados con la dieta FO mostraron mayores niveles de los ácidos grasos multiinsaturados de cadena larga (HUFA), sobre todo del ácido eicosapentaenoico (20:5n-3, EPA) y el ácido docosahexaenoico (22:6n-3,DHA) y menores de los dos PUFA C18 con los que arrancan las series de ácidos grasos poliinsaturados (n-3 y n-6), esto es, el ácido linolénico (18:3n-3, LNA) y el ácido linoleico (18:2n-6, LA). Sin embargo, comparado con los niveles observados en las dietas, estos cambios fueron

significativamente menores a los esperados, lo cual apuntó a algún tipo de mecanismo de regulación operando en la especie.

No obstante, utilizando la técnica de cromatografía de capa fina impregnada con nitrato de plata ($\text{AgNO}_3\text{-TLC}$) y analizadas mediante un sistema de revelado BioRad, se obtuvo que la practica totalidad de la radiactividad inoculada a los aislamientos primarios de células, fue recuperada en la misma forma (94% en el caso de hepatocitos y el 85% en el de enterocitos) demostrándose que no hay variaciones significativas en las actividades de desaturación/elongación de hepatocitos y enterocitos del sargo picudo (Figuras 1 y 2).

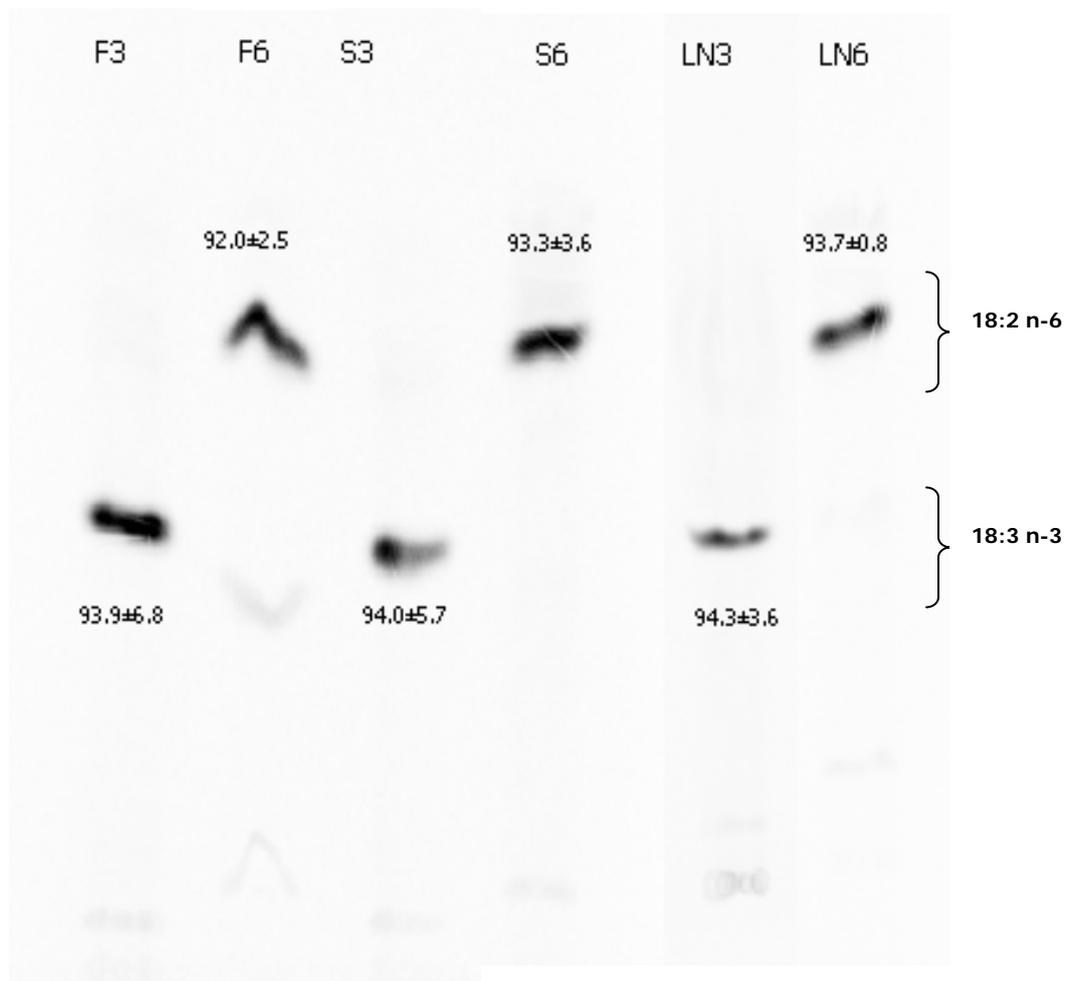


Figura 1. Cromatografía en capa fina con nitrato de plata mostrando las diferentes bandas correspondientes a los ácidos grasos $[1\text{-}^{14}\text{C}]$ separados del total de lípidos extraídos de los hepatocitos del sargo picudo. Se expresa el porcentaje de radioactividad inoculada en las bandas obtenidas.

En cuanto a las actividades de β -oxidación de ácidos grasos, se observó que los hepatocitos de peces alimentados con dietas con aceites vegetales exhibieron tasas mayores que los alimentados con dieta de aceite de pescado, pero esas diferencias sólo fueron significativas para las incubaciones con $[1\text{-}^{14}\text{C}]$ linoleico de muestras procedentes de animales alimentados con la dieta LO. En el caso de enterocitos, no se observaron diferencias significativas entre los grupos experimentales y las tasas de β -oxidación fueron por lo general, menores que las obtenidas en hepatocitos, aunque sólo significativas para muestras procedentes del grupo LO e incubadas con 18:2n-6 (Tabla 3).

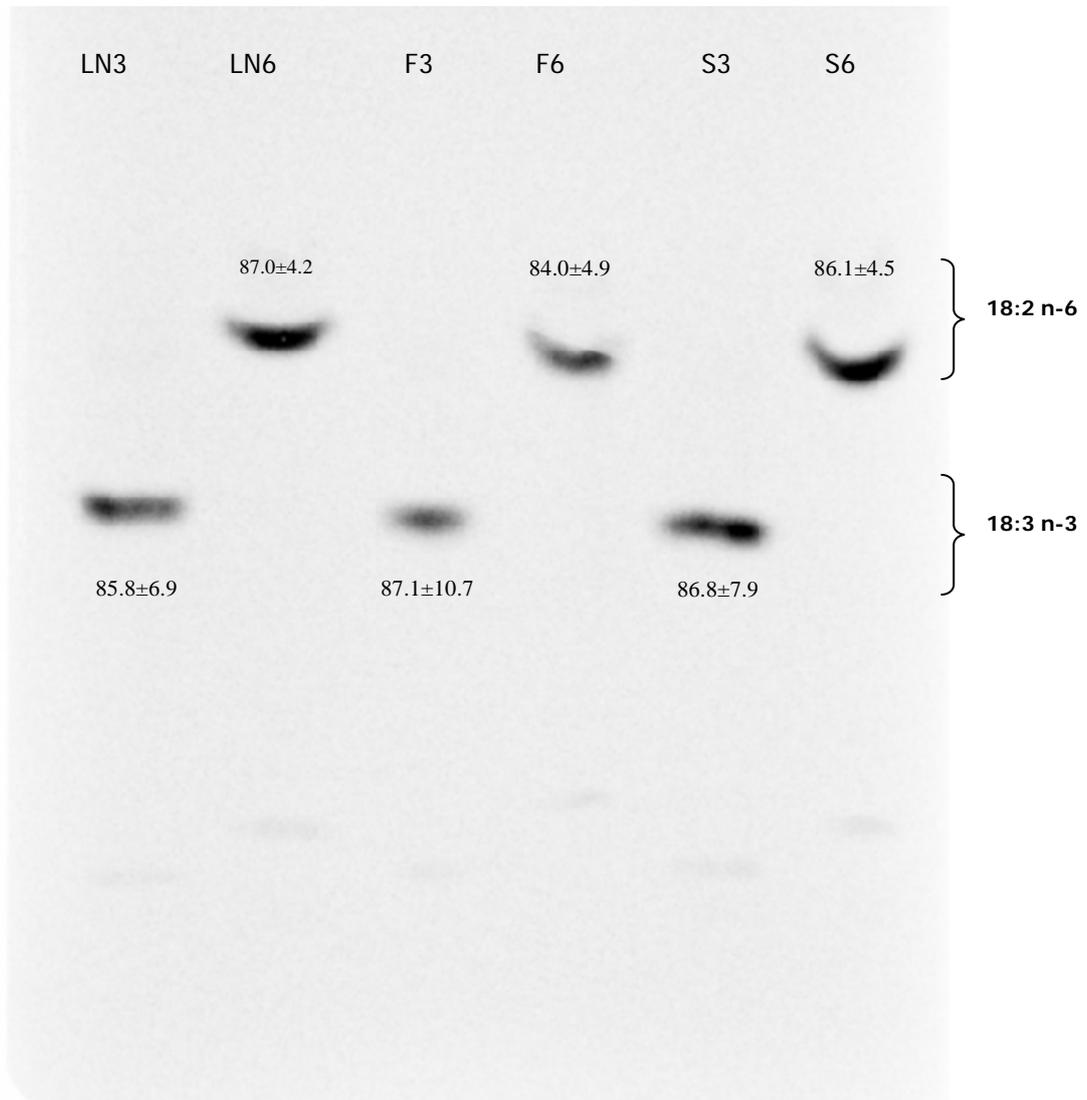


Figura 4. Cromatografía en capa fina con nitrato de plata mostrando las diferentes bandas correspondientes a los ácidos grasos [^{14}C] separados del total de lípidos extraídos de los enterocitos del sargo picudo. Se expresa el porcentaje de radioactividad inoculada en las bandas obtenidas.

Tabla 3: Actividad β -oxidation del $^{14}\text{C}18:3$ n-3 y $^{14}\text{C}18:2$ n-6) por los hepatocitos y enterocitos del sargo picudo alimentado con las dietas experimentales, expresada como porcentaje de la radioactividad total añadida a las células.)

Tratamiento en la dieta	Hepatocitos			Enterocitos		
	FO	SO	LO	FO	SO	LO
$^{14}\text{C}18:3$ n-3	0,76±0,42 ^{ab}	0,91±0,34 ^{ab}	1,28±0,50 ^b	0,20±0,11 ^a	0,55±0,34 ^{ab}	0,11±0,03 ^a
$^{14}\text{C}18:2$ n-6	0,58±0,14 ^a	0,92±0,53 ^{ab}	1,55±0,58 ^b	0,60±0,38 ^a	0,51±0,07 ^a	0,50±0,05 ^a

Discusión

Los resultados obtenidos demostraron que la inclusión de aceites vegetales en la dieta del sargo picudo (una especie marina omnívora) durante 268 días no tiene ningún efecto cuantitativo sobre la desaturación/elongación de los isótopos radiactivos [$1-^{14}\text{C}$]LNA y LA de hepatocitos y enterocitos del tracto digestivo completo. Estos resultados son muy similares a los obtenidos para otras especies marinas carnívoras, como el rodaballo, la dorada o la lubina (Owen et al., 1975; Mourente y Tocher, 1994; Buzzi et al., 1997; Sargent et al., 1999, 2002; Mourente et al., 2005). Estas especies tienen una capacidad muy limitada para llevar a cabo la elongación y desaturación de los PUFA de 18 carbonos de la dieta, hacia los correspondientes ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (HUFA) C_{20} y C_{22} . El tipo de hábitat de estas especies, caracterizado por una dieta eminentemente carnívora, muy rica en n-3 HUFAs, aparece como el principal factor responsable de la baja actividad, casi inexistente, de las enzimas de desaturación/elongación, requeridas para convertir LNA a EPA y DHA, y del LA a AA (Sargent et al., 2002). A pesar de presentar una dieta natural más rica en fuentes de alimento distinto al pescado (Sala y Ballesteros, 1997; Mena Sellés y García García, 2002), el sargo picudo exhibe un patrón metabólico típicamente marino.

Las diferencias encontradas en los perfiles entre las distintas dietas y los tejidos del animal podrían ser explicadas por la existencia de tasas de oxidación elevadas para los PUFA C_{18} , así como por la bioacumulación de DHA y EPA, como ha sido demostrado en el salmón atlántico, probablemente debido a su alta resistencia a la β -oxidación y a la alta especificidad para la transferencia de ácidos grasos hacia la matriz mitocondrial (Bell et al., 2001b, 2002). Está generalmente aceptado que cuando los animales son alimentados con altas cantidades de ácido linolénico y linoleico, éstos son derivados hacia los procesos catabólicos, en un proceso que conlleva la bioconservación de aquellos ácidos grasos menos abundantes (McKenzie et al., 1998; Bell et al., 2001a,b, 2002; Turchini et al., 2003).

Bibliografía.

- Bell, M.V., Dick, J.R., Porter, A.E.A., 2001a. Biosynthesis and tissue deposition of docosahexaenoic acid (22:6n-3) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Lipids* 36, 1153-1159.
- Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., McGhee, F., Dick, J.R., Porter, A., Smullen, R.P., Sargent, J.R., 2001b. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid composition and hepatocyte fatty acid metabolism. *J.Nutr.* 131, 1535-1543.
- Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., McGhee, F., Dick, J.R., Porter, A., Smullen, R.P., Sargent, J.R., 2002. Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. *J.Nutr.* 132, 222-230.
- Buzzi, M., Henderson, R.J., Sargent, J.R., 1997. The biosynthesis of docosahexaenoic acid [22:6 (n-3)] from linolenic acid in primary hepatocytes isolated from wild northern pike. *J. Fish Biol.* 51, 1197-1208.
- McKenzie, D.J., Higgs, D.A., Dosanjh, B., Deacon, G., Randall, D.J., 1998. Dietary lipid composition influences swimming performance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) in sea water. *Fish Physiol. Biochem.* 19, 111-12.
- Mena Sellés, C., García García, B., 2002. Importancia de la proteína vegetal en la dieta natural de poblaciones salvajes de Sargo picudo *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777): sus implicaciones en el cultivo intensivo. *Revista AquaTIC*, 17, October 2002.
- Mourente, G., Tocher, D.R., 1994. In vivo metabolism of [$1-^{14}\text{C}$] linolenic acid (18:3n-3) and [$1-^{14}\text{C}$] eicosapentaenoic acid (20:5n-3) in a marine fish: time course of the desaturation/elongation pathway. *Biochim. Biophys. Acta* 1212, 109-118.
- Mourente, G., Dick, J.R., Bell, J.G., Tocher, D.R., 2005. Effect of partial substitution of dietary fish oil by vegetable oils on desaturation and β -oxidation of [$1-^{14}\text{C}$]18:3n-3 (LNA) and [$1-^{14}\text{C}$]20:5n-3 (EPA) in hepatocytes and enterocytes of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture* 248, 173-186.

- Owen, J.M., Adron, J.A., Middleton, C., Cowey, C.B., 1975. Elongation and desaturation of dietary fatty acids in turbot *Scophthalmus maximus* and rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Lipids* 10, 528-531.
- Piedecausa, M. A., Mazón, M. J., García García, B., Hernández, M. D., 2007 Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo*) diets. *Aquaculture* 263, 211-219.
- Sala, E., Ballesteros, E., 1997. Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (*Sparidae*) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Mar Ecol Prog Ser* 152, 273-283.
- Sargent, J.R., Tacon, A.G.J., 1999. Development of farmed fish: a nutritionally necessary alternative to meat. *Proc. Nutr. Soc.* 58, 377-383.
- Sargent, J.R., Henderson, R.J., Tocher, D.R., 2002. The lipids. In: Halver, J., Hardy, E. (Eds.). *Fish Nutrition*. Academic Press, Elsevier, San Diego, California, USA, 181-257.
- Turchini, G.M., Mentasti, T., Frøyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V.M., Valfrè, F., 2003. Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.). *Aquaculture* 225, 251-267.

3.7.9. Revisión bibliográfica sobre el sargo picudo.

Esta revisión ha sido publicada en:

"Aquaculture Research Trends". 2008. Editorial NOVA Publishers. New York. Editor: Stephen H. Schwartz. Capítulo 7: *"Diplodus puntazzo, una nueva especie en acuicultura: biología y cultivo"*. Págs: 237-261.

Autores: María Dolores Hernández ⁽¹⁾, Francisco Javier Martínez ⁽²⁾, Benjamín García García ⁽¹⁾

Filiación:

⁽¹⁾ IMIDA-Acuicultura. Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. Apdo. 65. 30740. San Pedro del Pinatar. Murcia. España.

⁽²⁾ Departamento de Fisiología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100. Murcia. España.

Resumen.

La diversificación de la oferta de peces cultivados contribuiría a estabilizar los precios del mercado y aumentaría la rentabilidad de las piscifactorías. Por otra parte, el consumidor dispondría de una mayor oferta de pescado criado en cautividad a precios más competitivos que los de la pesca extractiva. Por consiguiente, la búsqueda de nuevas especies adecuadas para la cría en cautividad constituye una de las prioridades de la investigación en acuicultura.

El sargo picudo es un espárido que ha despertado recientemente el interés de los investigadores y los piscicultores por toda una serie de características que lo convierten en una nueva especie muy prometedora para la acuicultura. Los resultados obtenidos en las experiencias piloto de preengorde y engorde que se han realizado, tanto en condiciones de cría intensiva como extensiva, han sido bastante satisfactorios, y muy similares a los de la dorada en cuanto a tasas de crecimiento e índices de conversión. El sargo picudo tiene además la ventaja de ser una especie omnívora, y los estudios preliminares diseñados para evaluar la posibilidad de sustituir la harina de pescado de la dieta por harina de soja como fuente de proteínas han dado resultados muy positivos, con unos niveles de sustitución de hasta un 60%. Por consiguiente, es muy posible que las dietas comerciales desarrolladas para el sargo picudo fuesen más baratas que las utilizadas para la dorada, la lubina y otras especies carnívoras.

No obstante, para poder poner en marcha la producción del sargo picudo a gran escala es necesario resolver antes diversas cuestiones de índole comercial. El sargo picudo es una especie relativamente desconocida para los consumidores, ya que las capturas de los pescadores suelen consumirse localmente en los pueblos de la costa del Mediterráneo.

Introducción

A lo largo de los últimos años las líneas de investigación en el campo de los cultivos marinos están dirigidas, en gran medida, a diversificar el número de especies cultivables con el fin de poner a punto las técnicas de su cría en cautividad. Hasta el momento la acuicultura marina en el Mar Mediterráneo y las Islas Canarias está prácticamente centrada en el cultivo de dos especies, la dorada y la lubina, y el rodaballo en Galicia, para las cuales existe una tecnología de cultivo totalmente consolidada, habiéndose alcanzado en prácticamente sólo una década niveles altos de producción, particularmente de dorada y rodaballo.

Sin embargo, el crecimiento espectacular del cultivo de dorada, se ve amenazado por problemas de comercialización que hacen prever un descenso en la producción si no se solventan los problemas de saturación de mercado existentes en la actualidad, ya que desde 1999 el precio de venta de la dorada se ha aproximado a su precio de coste (Gonzalez-Laxe, 2000). Frente a esta situación, una de las principales estrategias planteadas, además de la expansión de mercados y la reducción de costes productivos, es la diversificación de especies de cría (Stephanis y Divanach, 1993) ya que esta estrategia permite una mayor flexibilidad ante un cambio de demanda del mercado (Sweetman, 1992). Además, la diversificación de la

oferta de peces de crianza podría contribuir a la estabilización de precios y a la rentabilización de instalaciones, por lo que la investigación sobre nuevas especies se presenta como línea de trabajo prioritaria en acuicultura.

Aunque todos los espáridos del Mediterráneo parecen especies potencialmente interesantes para ser cultivadas, las especies de sargos son consideradas especialmente por su precio de mercado satisfactorio, su buen crecimiento y su fácil adaptación a la cautividad. Entre los sargos, el sargo picudo es una de las especies más interesantes, teniendo muchas cualidades que lo convierten en una especie prometedora para la acuicultura (Abellán & García-Alcázar, 1995). El cultivo larvario no presenta problemas o dificultades insalvables. Las tasas de crecimiento durante las fases de preengorde y engorde son similares a las de la dorada y ligeramente superiores a las de la lubina. El mercado potencial del sargo picudo es muy prometedor, un factor que juega un papel decisivo en la rápida adopción de su cultivo por las piscifactorías comerciales (Georgiu & Stephanou, 1995).

Aunque ya se practica su cultivo a pequeña escala en algunos países del Mediterráneo, principalmente en Grecia, donde se produjeron 1500 Tm en el año 2000 (Fernández & Villanueva, 2000), como suele ocurrir con muchas especies litorales cuyas poblaciones son poco abundantes, el sargo picudo es un desconocido en los grandes mercados, y se consume localmente donde ha sido pescado por pescadores de caña o con artes de pesca tradicionales características de determinadas zonas. No obstante, el desconocimiento que los grandes mercados tienen de ésta especie es prácticamente el mismo que, hace tan sólo 15 años, se tenía de la dorada. Los esfuerzos de comercialización que se han realizado, sin embargo, han contribuido a que la dorada hoy sea una de las especies más demandadas en todos los mercados mediterráneos. Además, hay que tener en cuenta que el sargo picudo es, sin embargo, muy apreciado en algunos países mediterráneos, como Italia, donde se obtienen altos precios de venta y no se debe descartar su producción para la exportación hasta que los mercados locales acepten el producto a gran escala.

La mayor parte de las especies cultivadas actualmente son de hábitos carnívoros. Éste es el caso de la dorada, la lubina, el rodaballo, la trucha o el atún, conjunto que representa cerca del 96% del total de la producción de peces en España. Todos estos sistemas de cultivo son actualmente dependientes del uso de harinas de pescado u otros recursos pesqueros como principal fuente de proteína para la elaboración de sus piensos. Sin embargo, la sobreexplotación a la que se ven sometidos los recursos marinos hace de la harina de pescado un bien cada vez más escaso. Así, la disponibilidad y precio de las harinas de pescado empieza a ser un factor limitante en el cultivo de especies carnívoras por lo que, además de buscar fuentes de proteína alternativas a la harina de pescado, también sería interesante cultivar especies de interés comercial con hábitos alimentarios omnívoros, como es el caso del sargo picudo.

Posición filogenética: características morfológicas

La familia Sparidae incluye unas 100 especies que habitan principalmente las aguas costeras de las regiones tropicales y templadas, y su centro de diversidad se encuentra en el océano Atlántico. La sistemática de la familia Sparidae aún no está del todo clara, y por el momento su clasificación se basa únicamente en aspectos morfológicos (Bauchot & Hureau 1986; Smith & Smith 1986). Basándose principalmente en la dentición y en la dieta, Fiedler (1991) distingue tres subfamilias: Sparinae, que incluiría a todas las especies del género *Diplodu*, Denticinae y Boopsinae. Atendiendo también a su especialización trófica, Smith & Smith (1986) consideran además a la Pagellinae una cuarta subfamilia pero Hanel & Sturmbauer (2000) indican la necesidad de revisar la familia Sparidae mediante una cuidadosa reevaluación de los rasgos anatómicos.

Diplodus puntazzo, Cetti 1777 (= *Puntazzo puntazzo*, Gmelin 1789) pertenece pues a la familia de los espáridos, aunque la nomenclatura de esta especie en la literatura científica es algo confusa. Tortonese (1973) se refiere a ella con diversos nombres tales como *Sparus puntazzo*, *S. annularis*, *S. acutirostris*,

Charax puntazzo y *Sargus puntazzo*. Valenciennes ha expresado dudas sobre la asignación de este espárido a un género monotípico en particular (*Puntazzo puntazzo* o *Charax puntazzo*), y lo denomina *Diplodus puntazzo*. Cadebnat (1964) considera que la estructura dental es típica de *Diplodus* y de menor tamaño que la de *Puntazzo*, aparte de ser muy similar en todos los demás caracteres. Bini (1968) también menciona la gran similitud con *Diplodus*, del que sin embargo se puede distinguir por la forma puntiaguda del hocico, que presenta un perfil cóncavo en lugar de convexo (Faranda et al., 1985).

Su característica más patente es su hocico puntiagudo y saliente, boca pequeña con ocho incisivos muy salientes en la parte frontal de las mandíbulas y una sola fila de molares; sin colmillos. Cabeza comprimida con perfil cóncavo. Cuerpo oval, alto y comprimido lateralmente. Su longitud máxima se encuentra entre 45-60 cm y su coloración es gris plateada con 7-9 bandas negras transversales incompletas, un anillo negro en el pedúnculo caudal y una banda negra en la frente (Fig. 1).

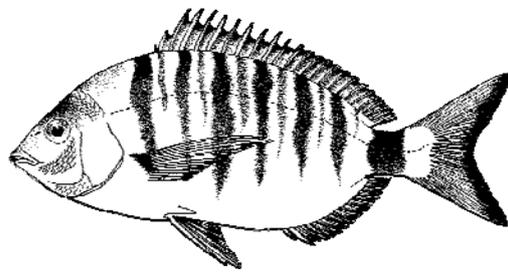


Fig. 1. *Diplodus puntazzo* (Whitehead et al., 1986)

Su hábitat son los fondos rocosos con algas y a veces en praderas de *Posidonia oceanica*; los ejemplares adultos suelen aparecer aislados entre bancos de otros espáridos. *Diplodus puntazzo* se distribuye por todo el Mediterráneo, el mar Negro y las costas orientales del océano Atlántico, desde el Golfo de Vizcaya a Sierra Leona, incluyendo las Islas Canarias y Cabo Verde (Koultouki et al., 2006). En el Mediterráneo noroccidental, este género predomina en los hábitats rocosos infralitorales de aguas poco profundas (Sala & Ballesteros, 1997).

La existencia de barreras geográficas naturales contribuye a que surjan diferencias entre las distintas poblaciones. Diversos autores han puesto de manifiesto la existencia de una discontinuidad filogeográfica a través del Estrecho de Gibraltar (Borsa et al., 1997; Naciri et al., 1999) y cierto grado de diferenciación entre las poblaciones Atlántica y Mediterránea de esta especie (Palma & Andrade, 2002), y también aunque en menor medida entre las poblaciones del Mediterráneo oriental y occidental (Palma & Andrade, 2002).

Hábitos alimentarios

Sus hábitos alimentarios son omnívoros, representando las algas el tipo de presa más importante, seguidas por esponjas y cnidarios. Los dientes cortantes le sirven para cortar las algas y los molares para triturar crustáceos, caracoles y moluscos. Presenta diferencias morfológicas con respecto a las demás especies de *Diplodus*, entre ellas un intestino más largo que sugiere una adaptación a una alimentación basada en organismos difíciles de digerir como las algas y las esponjas (Sala & Ballesteros 1997). Captura sobre todo presas epibentónicas tanto de estructuras duras (p. ej. del grupo de serpúlidos) como de estructuras blandas (Ord. Dorífera). El sargo picudo explota un recurso que aparentemente no es utilizado por otras especies de peces litorales como son las esponjas, a pesar de que éstas son presas importantes en

otros ambientes como por ejemplo para algunos peces de arrecifes (Mena Sellés & García García, 2002).

Rosecchi (1987) demostró que la dieta de estos peces puede variar mucho a lo largo de su vida, pero aunque pueda parecer que se alimentan de invertebrados de muy diversos tipos (anfípodos, isópodos y larvas en el caso de los peces pequeños; decápodos, moluscos, equinodermos y poliquetos para los de mayor tamaño), los peces pueden en realidad estar seleccionando presas de un nivel trófico relativamente similar. Sala & Ballesteros (1997) han demostrado además que incluso los *Diplodus* de mayor tamaño tienen tendencia a ingerir algas, lo cual podría explicar por qué no se ha podido observar un aumento del nivel trófico en ninguna de estas especies omnívoras con una dieta muy diversa (Deudoro et al., 2004).

Reproducción en su medio natural

La primera mención de la existencia de hermafroditismo en el sargo picudo se debe a Syrski (1876). D'Ancona (1949) pensaba que esta especie no presentaba inversión sexual, mientras que según Lissia-Frau y Pala (1968), además de hermafroditas rudimentarios (principalmente machos o hebras), también se pueden encontrar individuos proterándricos que no cambian nunca de sexo. Todos los peces examinados presentaban gónadas bisexuales (ovotestis), con una porción ovárica dorsomedial y una porción testicular ventrolateral claramente separadas por una capa delgada de tejido conjuntivo formada por fibras y células. Esto indica que *D. puntazzo* es una especie bisexual. La proporción relativa de las dos regiones gonadales del ovotestis puede ser un indicador valioso de cuál es el sexo funcional de un determinado individuo. Una de las regiones siempre predomina sobre la otra durante todo el ciclo anual. Micale et al. (1996) describieron que, entre individuos de dos años de edad, un 53% de los individuos, prevalecían a lo largo de un año con una gónada con predominancia ovárica y un 47% con predominancia testicular. En este mismo estudio, en donde se describe pormenorizadamente el ciclo tanto ovárico como espermiático se diferencian tres fases del ciclo reproductivo del puntazzo según el estado de maduración de la gónada: Una fase latente, de octubre a julio para los machos y de octubre a agosto para las hembras; una fase de maduración y prepuesta, agosto para los machos y septiembre para las hembras; y una fase de puesta entre septiembre y octubre. Algunos estudios muestran que las gónadas bisexuales presentan una temprana diferenciación dando lugar a individuos predominantemente hembras o predominantemente machos y no cambian ya de sexo; la maduración sexual se produce a los dos años de edad (Georgiou & Stephanou, 1995; Hernández et al., 2003 (Fig.2)).

El período natural de puesta en el mar Mediterráneo se produce entre septiembre y noviembre, cuando la temperatura del agua oscila entre 20 y 23 °C (Marangos 1995; Micale, Perdichizzi & Basciano 1996). En la región de Paphos, en el sudoeste de Chipre, la puesta comienza cuando la temperatura alcanza los 23 °C, y finaliza cuando disminuye por debajo de los 20 °C; y siempre tiene lugar a la misma hora del día: entre las 12 y las 3 de la tarde (Marangos, 1995).

Crecimiento y edad

No son muy numerosos los estudios de crecimiento del sargo picudo salvaje. Domínguez Seoane (2006) estudió en las Islas Canarias dicho crecimiento, y la Tabla 1 muestra los parámetros de los individuos estudiados en este trabajo.

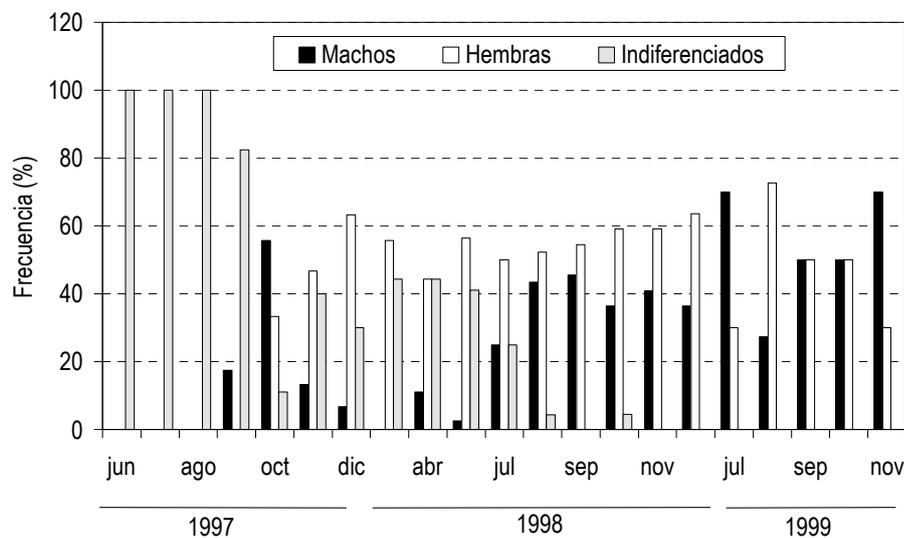


Fig. 2. Distribución de frecuencias de sexos durante tres ciclos reproductivos.

Tabla 1. Número (n), valor mínimo (mín.), máximo (máx.) y desviación típica (DT) de la longitud total y el peso total de individuos inmaduros, machos, hembras e intersexuales de *D. puntazzo* procedentes de las Islas Canarias estudiados por Domínguez-Seoane et al. (2006).

	Longitud total (mm)				Peso total (g)				n
	Mín.	Máx.	Media	DT	Mín.	Máx.	Media	DT	
Inmaduros	140	365	204	47	60	858	178	128	155
Machos	169	510	326	66	84	2057	616	356	168
Hembras	159	509	333	62	73	2187	662	350	348
Intersexuales	259	466	323	72	276	1542	591	450	23

La longitud de los peces según su edad se ha descrito por el modelo de crecimiento de von Bertalanfy, el modelo de crecimiento de Schnute y el modelo de crecimiento de von Bertalanfy estacionalizado (Tabla 2).

No hay diferencias significativas entre los parámetros de crecimiento según el modelo de von Bertalanfy de machos y hembras, mostrando los machos un crecimiento ligeramente superior al de las hembras. El patrón de *D. puntazzo* se caracteriza por una longitud asintótica alta o moderada y un índice de crecimiento bajo o moderado. El modelo de crecimiento de von Bertalanfy estacionalizado indica que la tasa mínima de crecimiento tiene lugar en invierno. Los individuos crecen más deprisa durante el primer año de vida, en el que son inmaduros, alcanzando aproximadamente un 45% de su longitud máxima; después del primer año, la tasa de crecimiento anual decae rápidamente. Este cambio de la tasa de crecimiento se puede atribuir a que la energía disponible se emplea para la reproducción en lugar de para el crecimiento somático, ya que en la región estudiada el proceso de maduración comienza en el tercer año de vida (Domínguez-Seoane et al., 2006). Esto coincide con las observaciones de García García et al. (2001) y Gatland (1995) en las que existen dos circunstancias que limitan el crecimiento: temperatura

del agua, cuando es inferior a 15 °C durante el invierno el crecimiento es muy bajo o se detienen; y la época de reproducción de septiembre a noviembre y durante el segundo año de engorde, cuando también se detiene.

Tabla 2. Parámetros y errores estándar de los modelos de crecimiento de von Bertalanffy, Schnute y von Bertalanffy estacionalizado para los ejemplares de *D. puntazzo* de las Islas Canarias muestreados por Domínguez-Seoane et al., 2006.

Parámetro	Estimación	Error estándar
Modelo de crecimiento de von Bertalanffy ($r^2 = 0,947$)		
L_{∞} (mm)	541	10,32
k (año ⁻¹)	0,182	0,006
t_0 (año)	-2,531	0,093
Modelo de crecimiento de Schnute ($r^2 = 0,924$)		
y_1 (mm)	171	6,08
y_2 (mm)	509	
a	0,022	0,001
b	2,59	0,083
Modelo de crecimiento de von Bertalanffy estacionalizado ($r^2 = 0,932$)		
L_{∞} (mm)	546	10,68
k (año ⁻¹)	0,176	0,008
t_0 (año)	-2,21	0,097
C	0,712	0,031
t_s	0,798	0,046

Reproductores

Su periodo de puesta en el Mediterráneo es una de las ventajas del cultivo de esta especie, ya que al estar adelantado al de la dorada (enero - marzo) y al de la lubina (febrero - marzo), permite optimizar la utilización de los criaderos (Marangos, 1995).

En los distintos experimentos de reproducción en cautividad llevados a cabo en diferentes zonas del Mediterráneo, se ha comprobado que para esta especie el factor ambiental más importante y que condiciona tanto la maduración como la puesta, es la temperatura (Marangos, 1995). La puesta se produce de forma secuencial por las hembras mientras que la temperatura se mantenga en un estrecho rango que oscila entorno a los 20 °C. Si se producen variaciones de temperatura que persistan durante unos pocos días, la puesta se detiene irreversiblemente. Además, algunas hembras pueden morir si lo lograr reabsorber sus huevos (Georgiou & Stephanou, 1995).

Uno de los factores más importantes en piscicultura es el de controlar el patrón de puesta de las especies cultivadas, con el fin de conseguir una producción sincronizada de huevos de buena calidad para poder suministrar alevines a las granjas de cría de manera constante. Por ello, aunque la mayor parte de los experimentos de reproducción en cautividad del sargo picudo se han realizado obteniendo una puesta espontánea, ha habido también diferentes ensayos de puesta inducida mediante inyección de gonadotropina coriónica humana (HCG) o del factor de liberación de la gonadotropina obteniendo diferentes resultados no satisfactorios en la mayoría de los casos (Faranda et al., 1985; Greco et al., 1993; Georgiou & Stephanou, 1995). Como se sabe que la temperatura tiene un papel importante en la puesta de esta especie, se han utilizado cambios bruscos de temperatura para inducir la puesta de *D. puntazzo*, aunque nuevamente sin obtener resultados positivos (Georgiou y Stephanou, 1995).

Cultivo larvario

Comparados con los de otros espáridos, los huevos de *D. puntazzo* tienen un diámetro relativamente pequeño, y lo mismo ocurre con el tamaño corporal en el momento de la eclosión o al empezar a alimentarse (Kouttoui et al., 2006). Un gramo de huevos contiene 2250 huevos. A partir de cuatrocientos setenta gramos de huevos se obtuvieron 371000 larvas, lo cual representa una eficacia de eclosión del 35% (Franicevic, 1989).

Inmediatamente después de la liberación, los huevos maduros son esféricos, blanquecinos y transparentes, con un corion muy resistente y un diámetro medio de 845 μm . Los huevos flotan en el agua de mar por la presencia de una gota de grasa con un diámetro de 180 a 200 μm (Tabla 3; Faranda et al., 1985). Se ha observado que la duración del periodo de incubación varía con la temperatura, aunque los mejores resultados en cuanto a la fertilización y la eclosión se obtienen a 22°C. Al salir del huevo, la larva mide alrededor de 1,69 mm. A los cuatro días, el saco vitelino se ha reabsorbido por completo, aunque aún se pueden observar restos de la gota de grasa. A partir del quinto o sexto día de vida la boca funciona perfectamente, el tubo digestivo ya está completamente formado y la larva es capaz de comer (Faranda et al., 1985). El desarrollo de las aletas ha sido ampliamente estudiado (Sfakianakis et al., 2005). La vejiga natatoria comienza a inflarse a partir del día 5-6 y termina de hacerlo el día 8-9 (Marangos, 1995).

Tabla 3. Parámetros morfométricos y de viabilidad de los huevos de *Diplodus puntazzo* y otras especies (Faranda et al., 1985).

	<i>Diplodus puntazzo</i>	<i>Diplodus sargus</i>	<i>Sparus aurata</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>
Diámetro del huevo (μm)	845	1115	931	1167
Diámetro de la gota de grasa (μm)	190	210	234	415
Huevos/día	1980	1390	1389	1053
<i>Embriogénesis</i>				
Primera segmentación (horas después de la fertilización)	1,05	1,50	1,40	1,30
Horas hasta la eclosión	24	64	51	110
Longitud total de la larva (mm)	1,69	2,6	2,3	3,5
Reabsorción del saco vitelino (días)	3,5	5	5	5
Temperatura de eclosión (°C)	22	16,8	21,0	15,0

En los cultivos, como los huevos son pelágicos, son recogidos en mallas de 500 μm colocadas en los rebosaderos superficiales de los tanques de reproductores. El huevo fecundado (el que se mantiene en superficie) se incuba en tanques cilíndricos a la temperatura de la puesta. La ausencia total de comportamiento agonístico hace que se obtengan fácilmente elevadas supervivencias larvarias, y que la cría larvaria no presente excesivas complicaciones (Pastor et al., 2000).

Recientemente se han publicado métodos para determinar bioquímicamente la calidad de los huevos de *Diplodus puntazzo* que demuestran que el porcentaje de larvas eclosionadas correlaciona con diversos parámetros del metabolismo de los hidratos de carbono y con la actividad de las enzimas líticas de los huevos durante las fases tempranas del desarrollo (Lahnsteiner & Patarnello, 2004). El tamaño y la forma de la gota lipídica, y el diámetro medio del huevo no varían durante el desarrollo embrionario. No obstante sí tienen lugar otros cambios que se pueden atribuir a dos procesos distintos: cambios producidos por la activación del huevo y cambios asociados al desarrollo embrionario. Los cambios producidos por la activación del huevo tienen lugar durante las dos horas siguientes a la fertilización, y consisten en una reducción del diámetro medio del vitelo, cambios en la forma del huevo y un aumento de la relación entre el

diámetro medio del huevo y el diámetro medio del vitelo. La disminución del diámetro medio del vitelo durante los 10 minutos siguientes a la activación puede indicar una deshidratación por efecto del agua de mar. Los parámetros morfométricos, así como la relación entre el diámetro máximo y mínimo de la vesícula lipídica (RDLV) y el coeficiente de forma de la vesícula lipídica (LVSC), se correlacionan con la tasa de supervivencia larvaria a partir de huevos viables (Lahnsteiner & Patarnello, 2005).

Las técnicas utilizadas para el cultivo larvario del sargo picudo son similares a las utilizadas tradicionalmente para la dorada, con estrechos márgenes de variación según autores (Francicevic, 1989; Marangos, 1995). Después de la eclosión, las larvas de *D. puntazzo* se transfieren a tanques de cultivo de 1 a 3 m³ con una densidad larvaria de 50-65 l⁻¹, con el agua a una temperatura de 20-22°C, un 37-40‰ de salinidad, una concentración de oxígeno del 70-100% del nivel de saturación y una tasa de renovación del 30% d⁻¹. También se ha comprobado la idoneidad de la tecnología mesocósmica para la cría de larvas de *D. puntazzo* (Papandroulakis et al., 2004).

Las mejores tasas de supervivencia se obtienen en condiciones de oscuridad (Korkut et al., 2006). Las larvas tienen un enorme saco vitelino que contiene las reservas de vitelo y el glóbulo lipídico. Esto se ha relacionado con la transformación en energía metabólica de una gran parte de la energía procedente de la absorción en presencia de luz. En las larvas de sargo picudo, se ha observado que la iluminación modifica la velocidad de consumo del saco vitelino durante la fase lecitótrofa. También se ha sugerido que la iluminación tiene efectos sobre el uso larvario de la energía obtenida de la absorción del saco vitelino.

Kouttoui et al. (2006) pusieron de manifiesto dos tendencias principales en la ontogenia de la morfología: (a) una transición de un cuerpo alargado a un perfil más compacto y profundo y (b) un crecimiento alométrico negativo de la región del pedúnculo caudal. Otras tendencias importantes de la ontogenia de la morfología incluyen la trasposición anterior del extremo posterior de la notocorda, un crecimiento alométrico positivo de la región caudal y abdominal y, finalmente, un desplazamiento anterior del hocico y del ojo.

Al comenzar la alimentación externa, la larva de sargo picudo explora el entorno circundante en busca de señales de la presencia de comida, utilizando para ello células olfativas ciliadas y células sensoriales provistas de microvellosidades. Esto no excluye la posibilidad de que la visión también tenga algún papel en el comportamiento alimentario de las larvas de sargo picudo. De hecho, se considera que las larvas de otros espáridos, y en general las de los peces marinos (Hunter 1980), utilizan principalmente la visión para buscar comida, aunque la olfacción y la línea lateral en desarrollo también proporcionen información importante para ello. Cuando empiezan a alimentarse externamente, conviene ofrecer a las larvas de sargo picudo una alta densidad de presas que se muevan deprisa, ya que la frecuencia de los movimientos vibratorios y la densidad de las presas son dos elementos claramente importantes para el ataque y la captura por parte de los depredadores. La fase postlarvaria se caracteriza por una mejora general de la capacidad de respuesta mecánica y química: el comportamiento alimentario postlarvario se vuelve polisensorial como consecuencia del desarrollo sensorial. Durante la fase postlarvaria del sargo picudo, la quimiorrecepción implicada en la localización del alimento depende más bien de neuronas olfativas que de receptores mecanoquímicos internos. Estos últimos ayudan a determinar la palatabilidad de la comida (Boglione et al., 2003).

Para el régimen de alimentación de las larvas se sigue el siguiente esquema (Marangos, 1995). Durante los primeros 30 días se aplica la técnica de aguas verdes, utilizando el alga *Chlorella sp.* a una concentración de 15x10⁵ células·ml⁻¹. Entre los días 3 y 40 se distribuyeron rotíferos (*Brachionus plicatilis*) previamente cultivados en levadura para panificación y algas. Antes de administrarlos a las larvas, los rotíferos se enriquecieron con *Chlorella* o dietas de enriquecimiento comerciales con un alto contenido en ácidos grasos insaturados (C 20:5n-3 y C 22:6n-3). Entre los días 3 y 12 las larvas se alimentaron con rotíferos pequeños (80 – 150 μm), y entre los días 12 y 40 con rotíferos mezclados (80 – 250 μm). La concentración de rotíferos en los tanques de cultivo se mantuvo entre 5 y 7 individuos·ml⁻¹. Entre los días 20

y 40 se dio de comer a las larvas *Artemia nauplii* recién eclosionadas, y entre los días 30 y 60, *Artemia metanauplii* enriquecida. A partir del día 35 se alimentaron con comida inerte y rotíferos enriquecidos: *Artemia nauplii* y *Artemia metanauplii* enriquecida, y entre los días 40 y 60, únicamente pienso seco y *Artemia metanauplii* enriquecida.

Se han logrado supervivencias larvianas de entre un 4% a un 10% (Francicevic, 1989), un 18-22% (Marangos, 1995) a los 60 días de vida y un 30-35% al día 70 (Pastor et al., 2000). El crecimiento larvario es comparable al obtenido en dorada y lubina y el alimento parece ser el adecuado llegando a alcanzar los 0,15 gr. de peso a los 60 días. Se observa un buena aceptación del pienso artificial (Kenturi et al., 1992).

Engorde

La fase de engorde de esta especie hasta su talla comercial (350-400 gr.), se ha llevado a cabo tanto en jaulas flotantes (Bermúdez et al., 1989; Gatland, 1995) como en tanques de cultivo (Kenturi et al., 1992).

Los incrementos de peso obtenidos en los diferentes trabajos realizados para el engorde del sargo picudo son algo menores a los de la dorada que alcanza su talla comercial a los 16 meses, sin embargo son muy similares a los de lubina (22 meses) y pargo (20 meses). El sargo picudo gana 225 g en 10 meses (de noviembre a septiembre) desde los 60 hasta los 285 g (Faranda et al., 1983). Similares resultados obtuvieron Divanach et al. (1993), alcanzando la talla comercial en 20 meses. Sin embargo, Bermúdez et al. (1989), en cultivo experimental en jaulas en la laguna litoral el Mar Menor, encontraron que esta especie tenía un crecimiento muy similar al de dorada a lo largo de todo el período de estudio (12 meses).

Al igual que la dorada (Gatland, 1995), el sargo picudo crece mejor en jaulas que en tanques de cultivo. Las mejores tasas de crecimiento del sargo picudo se obtuvieron en condiciones de policultivo con lubina y dorada en tanques (Sara et al., 1999). Curiosamente el policultivo no daba tan buenos resultados al criar a los peces en jaulas. Esto podría deberse a que el sargo picudo también se alimenta en el fondo y puede recuperar la comida no consumida por la dorada que se queda en el fondo del tanque, algo que claramente no ocurre en las jaulas (Favaloro et al., 2002). La proporción relativa más eficaz para el bicultivo en un sistema con recirculación de agua parece ser de un 40% de *Diplodus puntazzo* y un 60% de *Sparus aurata* (Karakatsouli et al., 2006). Esta combinación concreta mejora el crecimiento de *D. puntazzo* con respecto a un monocultivo, además de reducir la agresividad y aumentar la biomasa.

Como se puede apreciar en la Figura 3, esta especie presenta un crecimiento rápido en los meses de primavera y verano (Mayo-Septiembre) y lento de Octubre a Abril (Hernández et al., 2003). El crecimiento y por tanto la duración del cultivo depende del régimen de temperatura en la zona donde se desarrolle el engorde.

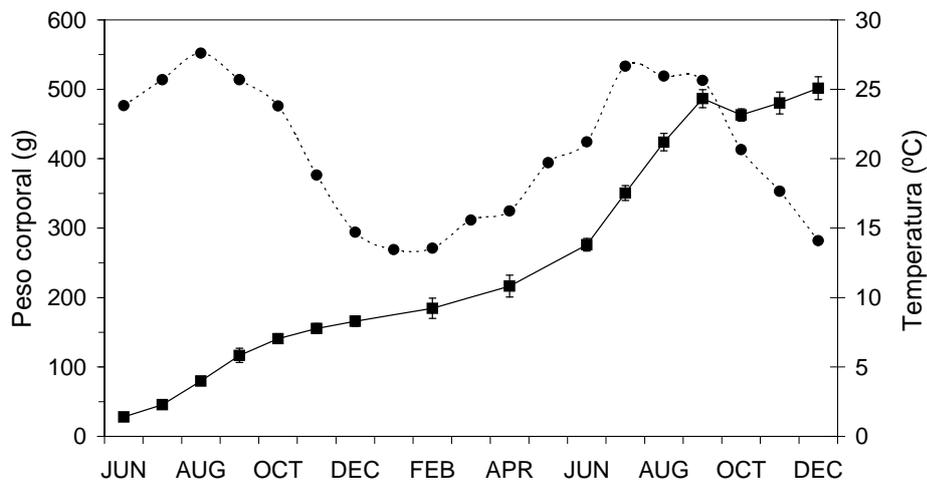


Fig. 3. Evolución del peso corporal del sargo picudo durante todo el proceso de engorde.

Hernández et al. (2003) han estudiado los cambios estacionales de la composición corporal del sargo picudo criado en cautividad, observando variaciones en el factor de condición (1,83 – 2,51), el índice hepatosomático (0,80 – 2,47%) y el porcentaje de grasa intraperitoneal (1,27 – 2,95%), cuyos valores disminuían durante los meses más cálidos del año. También observaron una correlación inversa entre los contenidos relativos de grasa y humedad relacionada con los periodos de crecimiento y la maduración sexual (grasa: 13,5 – 18,5%, humedad: 59,9 – 64,6%), mientras que las proporciones de minerales y proteínas eran más estables (minerales: 3,8 – 4,8%, proteínas: 17,5 – 21,4%).

El crecimiento compensatorio se define como un crecimiento rápido debido a un comportamiento hiperfágico después de un periodo de ayuno. Egea et al. (2002) han estudiado este fenómeno en el sargo picudo manteniendo a los animales en condiciones de ayuno durante 17 días. Durante el periodo de realimentación (18 días) se observó un aumento de la ingestión de pienso, doblándose la tasa de crecimiento con respecto a los animales del grupo de control. No obstante, los peces realimentados no llegaron a alcanzar el peso final de los controles.

Modelo bioeconómico

García García et al (2001) estudiaron el crecimiento y el índice de conversión en el sargo picudo en condiciones de engorde intensivo en tanques experimentales a lo largo de 18 meses. Los alevines se clasificaron en función del peso en tres tamaños, suponiendo los grandes el 24% de la población en cultivo, los medianos el 61% y los pequeños el 15 %. En los tres lotes el crecimiento en función del tiempo de engorde se ajustó a un modelo polinómico de orden seis significativamente ($p < 0,001$; $R^2 > 0,997$) y el índice de conversión en función del tiempo a uno del tipo $Y = a + b \ln X$, también significativamente ($p < 0,05$; $R^2 > 0,605$). Los ejemplares grandes alcanzaron el tamaño comercial (300 g de peso corporal) a los 11 meses con un IC de 1,85, los medianos a los 12 meses con un IC de 1,86 y los pequeños a los 14 meses con un IC de 2,03. A partir de estos datos, los autores ajustaron los datos de TCA (tasa de crecimiento absoluta, g/pez/día) y TAA (tasa de alimentación absoluta, g/pez/día) a un modelo del tipo $\ln Y = \ln a + b \ln W + c * T + d * T^2$, donde Y es TCA o TAA, W el peso corporal y T la temperatura. Dichos modelos estiman una temperatura en la que se alcanza un valor máximo de TCA (27.5°C) y de TAA (28°C), y la máxima FA (eficacia alimenticia) se alcanza a los 27°C (Fig. 4)

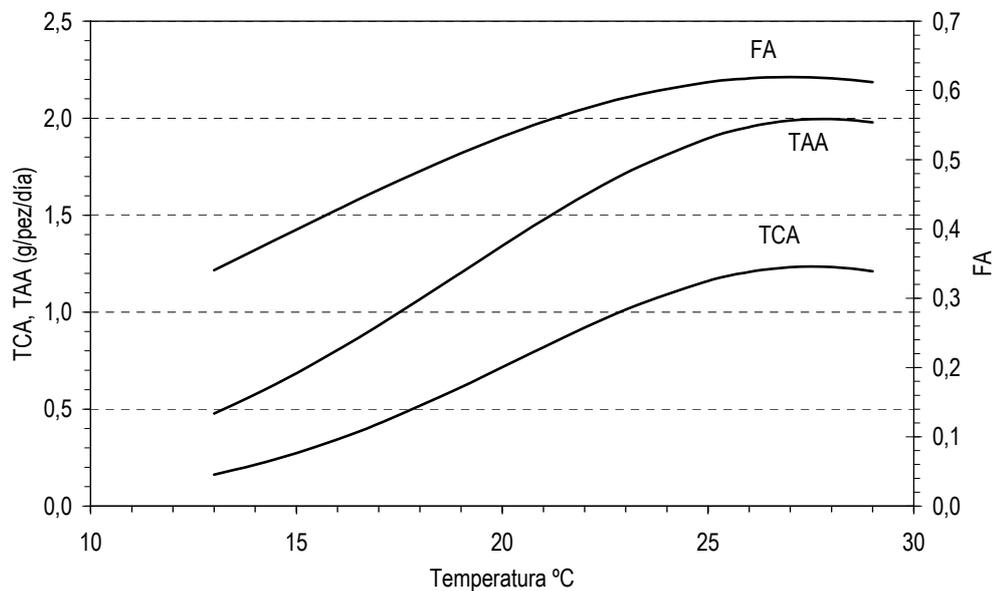


Fig. 4 Variación de AGR, AFR y FE en función de la temperatura, estimado para un ejemplar de sargo picudo de 100 g de peso corporal.

Por otro lado, García García et al. (2003), y en base a los datos anteriores, desarrollaron un modelo matemático de viabilidad / rentabilidad con el objeto de estimar parámetros económicos ligados a la producción, que aún no estaban definidos a nivel del cultivo comercial del sargo picudo, tales como precio final de venta (PVP), y el coste de los juveniles (CJ) y el pienso (CP). El modelo es válido para unos rangos preestablecidos de dichos parámetros, que se definieron en base a las características de esta especie. Para ello, diseñaron y valoraron económicamente una planta de engorde para 800 Tn en mar abierto, basada en la tecnología existente para el engorde de dorada (García García et al., 2005). La planta contaba con 12 jaulas de tipo circular flexible de polietileno con 10 metros de altura de red, y diámetro exterior de 22 m. El anclaje y balizamiento era el convencional para este tipo de instalaciones. El cultivo se inicia con 2.285.714 ejemplares de 15 g que entraban en la instalación en dos lotes (abril y agosto) y eran comercializados al año siguiente con un tamaño comercial de 360-400g. La mortalidad estimada fue del 10%, la densidad de cultivo máxima fue de 17.5 kg/m³, y como alimento se utilizó un pienso comercial para dorada.

Tabla 4. Valores de partida y rango de las variables para desarrollar el modelo econométrico. (García García et al., 2003).

	Valores de partida (dorada)	Rango
K (Euros)	1.053.190 (1)	842.552-1.263.828
i (%)	6	4,5-7,5
SP (Euros/kg)	3,75-4,20	3,30-4,20
CJ (Euros/individ.)	0,36	0,31-0,41
CP (Euros/kg)	0,66	0,53-0,79

(1) Antes de impuestos.

Para calcular la inversión se tuvieron en cuenta los siguientes capítulos: Instalación de jaulas, edificio multiuso, muelle, equipos y maquinaria, y varios (proyecto, concesión, estudio de impacto ambiental, etc.). Los flujos de caja se establecieron para una vida útil de 18 años y se calcularon a partir de los correspondientes cobros y pagos ordinarios y extraordinarios. Para realizar el análisis de sensibilidad se utilizaron las siguientes variables: inversión (K), tipo de interés (i), precio de venta en euros/kg (SP), coste de los juveniles en euros (CJ) y coste del pienso en euros/kg (CP). Los rangos preestablecidos de las variables se muestran en la Tabla 4. Se generaron 243 alternativas mediante el uso de las correspondientes hojas de cálculo, y los datos así obtenidos se ajustaron mediante el análisis de regresión múltiple a la siguiente ecuación: $Y = a + bK + c i + dSP + e CJ + fCP$, donde Y es el NPV (el valor actual neto) o el IRR (tasa de rentabilidad inicial), y a, b, c, d, e y f son coeficientes que determina el análisis de regresión múltiple.

Las ecuaciones obtenidas fueron las siguientes:

$$\text{NPV} = -68\,649 - 1,60K - 435\,304i + 7\,534\,200SP - 26\,949\,619CJ - 17\,761\,915CP$$

$$(P < 0,001; R^2_{aj.} = 0,979)$$

$$\text{IRR} = 0,035 - 7,4710 - 8K + 0,203SP - 0,725CJ - 0,482CP$$

$$(P < 0,001; R^2_{aj.} = 0,959)$$

En la alternativa de partida se utilizaron como valores de las variables los precios actualizados en el engorde de dorada y, en estas circunstancias, el modelo estima para SP de 3,75 y 4,20 Euros un NPV de 2 467 017 y 5 857 407 Euros y un IRR de 13,78 y 22,91%, que son valores coherentes con la situación de la producción de dorada.

En una primera fase del desarrollo del cultivo del sargo picudo es probable que el CP y el CJ sean iguales a los de dorada. En estas condiciones el precio mínimo para ofertar el producto al mercado con unos resultados de rentabilidad interesantes para el inversor (IRR=15%; que es la suma del interés de mercado más un interés debido al riesgo de esta inversión) es de 3,81 Euro. En una segunda fase del desarrollo, cuando haya una producción significativa de esta especie, es previsible que el precio del pienso descienda, ya que esta especie utiliza bien la proteína y aceites de origen vegetal (Hernández et al., 2007; Piedecausa et al. 2007). Así pues, si fijamos el SP mínimo (3,81 Euro), el CJ igual al de dorada, y el CP un 20% menor, el IRR sería del 21% que es un valor muy atractivo para los inversores. Obviamente, si SP es superior al mínimo la rentabilidad aumentaría. Por otro lado, si mantenemos el pienso un 20% más barato, para obtener una rentabilidad mínima del 15% de IRR, el precio mínimo de SP al cual se podría ofertar este producto al mercado sería de 3,5 Euros, resultando en un producto más competitivo. De esta forma se pueden analizar numerosas circunstancias que pueden incluir también variaciones en la inversión y en el tipo de interés de mercado.

Nutrición

Como primer paso para determinar las necesidades de alimentación de esta especie, analizamos la utilización nutritiva de *D. puntazzo* de tres dietas comerciales con distinta relación proteína/energía (Hernández et al., 2001a), concluyendo que el sargo picudo puede alimentarse adecuadamente con los piensos secos que existen actualmente en el mercado para el engorde de la dorada, y con los que se obtuvieron unas tasas de crecimiento y unos índices de conversión del alimento perfectamente aceptables. Las mejores tasas de crecimiento parecen obtenerse con una relación proteína/energía inferior a 22 g de proteína /MJ, que obligaría a los peces a utilizar los lípidos e hidratos de carbono como fuente de energía.

Con el fin de determinar la capacidad de esta especie para usar hidratos de carbono de manera eficaz, Parpoura et al. (2002) prepararon seis dietas semipurificadas con dos proporciones distintas de proteína bruta (40 y 48%) y diversos tipos (cruda y gelatinizada) y proporciones (19, 25, 29 y 35%) de harina

de maíz. Aunque no se observaron diferencias en cuanto al peso final medio entre los distintos grupos experimentales, los grupos alimentados con las proporciones más altas de harina de maíz gelatinizada (29 y 35%) consumían las raciones más grandes y presentaban la menor eficacia alimentaria. Los resultados también indican que el sargo picudo utiliza la harina de maíz cruda de forma menos eficaz que la harina gelatinizada.

Para poder determinar cuál es el perfil ideal de aminoácidos de la dieta, Saavedra et al. (2007) analizaron la biodisponibilidad de cada uno de los aminoácidos, obteniendo valores relativamente altos para la isoleucina, la leucina y la valina, que indican que estos aminoácidos se retienen con mayor eficacia. En contraposición, la alanina, el ácido glutámico y el ácido aspártico presentaban un grado de biodisponibilidad menor que el de la lisina.

A fin de optimizar el contenido de la dieta del sargo picudo, hemos ensayado cinco dietas extruídas con distintos niveles de lípidos (4, 8, 12, 16 y 20%) y un nivel constante de proteínas (44%), sin que pudiéramos observar ningún efecto del porcentaje de lípidos de la dieta sobre el crecimiento. No obstante, sí se observó un aumento de la ingesta diaria en los grupos alimentados con un nivel de lípidos en la dieta superior al 8%, con la consiguiente disminución de la eficacia alimentaria. La máxima retención de proteínas se obtuvo con un porcentaje de lípidos del 8%, y no se observó ningún efecto de ahorro con niveles superior de lípidos. El sargo picudo no es capaz de utilizar de manera eficaz una alta proporción de lípidos en la dieta; con un porcentaje estable de proteínas del orden del 45-47%, los niveles óptimos de lípidos se encuentran entre el 4% y el 12%. Por encima de estos niveles no se consiguen mejorar las tasas de crecimiento, la utilización nutritiva de la dieta ni la deposición de proteínas, aumentando además la deposición de grasa en el cuerpo de los peces (Hernández et al, 2005).

Estos resultados concuerdan con los de Torrejón et al., (2004), quienes utilizaron un marco geométrico para investigar si esta especie era capaz de componer una dieta equilibrada cuando se le ofrecían, de dos en dos, tres dietas preparadas con distinta composición de macronutrientes (grasa y proteínas). Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto una aparente convergencia del consumo de macronutrientes, lo cual sugería la existencia de una proporción idónea en la ingesta (47% de proteína y 10% de grasa). No obstante, los estudios de autoselección de macronutrientes llevados a cabo por Vivas et al. (2006) han demostrado que el sargo picudo puede seleccionar proporciones varias de dietas incompletas para componer una dieta equilibrada que contiene un 63% de proteína, un 19 % de grasa y un 18% de hidratos de carbono. Por consiguiente, parece ser que esta especie tiende a seleccionar una dieta similar a la de los peces carnívoros a pesar de tener unos hábitos alimentarios omnívoros.

Nuestro equipo ha estudiado la posibilidad de utilizar harina de soja en las dietas del sargo picudo aumentando progresivamente su proporción (0, 20, 40 y 60%) a expensas de la harina de pescado en dietas isonitrogenadas (45%) e isoenergéticas (20 MJ/kg) (Hernández et al, 2007). Los resultados indican que el sargo picudo puede tolerar hasta un 60% de harina de soja en la dieta sin experimentar efectos negativos importantes, salvo por la necesidad de aumentar el consumo de pienso para poder obtener valores de crecimiento similares. Desde la perspectiva del consumidor, el uso de dietas ricas en proteína de soja redundaría en una disminución del precio sin modificar las propiedades organolépticas del producto. Dada la actual problemática de las harinas de pescado, que indudablemente se agravará con el tiempo, poder fabricar piensos con altos contenidos en harina de origen vegetal se pueden traducir en una disminución importante de los gastos de producción y consecuentemente puede ofertarse el producto, manteniendo la rentabilidad, a precios inferiores a dorada, o si el precio es superior obtener mayores beneficios (García García et al., 2003).

También se ha evaluado la posibilidad de sustituir la harina de pescado por cantidades crecientes (7, 14 y 21%) de concentrado de proteínas de la alfalfa (Chatzifotis et al., 2006), observándose efectos negativos sobre el crecimiento y la utilización del pienso incluso con un 7 % de alfalfa, aun cuando el aumento del porcentaje de alfalfa no empeora los parámetros estudiados.

Otro de los aspectos que hemos estudiado es la posibilidad de reemplazar el aceite de pescado de la dieta del sargo picudo por aceites vegetales (Piedecausa et al., 2007), constatando que la sustitución por aceite de soja o aceite de linaza por un periodo de tres meses no afecta al crecimiento de los animales ni a la utilización del pienso. El consumo de aceites de origen vegetal disminuyó el contenido de ARA (ácido araquidónico), EPA (ácido eicosapentanoico) y DHA (ácido docosahexanoico) del músculo. En términos de rendimiento económico, la dieta de aceite de soja resulto ser la más económica, y la que tenía el mejor índice de conversión económico.

Fisiología

Se han realizado estudios sobre el comportamiento respiratorio del sargo picudo (Cerezo & García García, 2004), obteniéndose unos valores medios para la saturación de oxígeno crítica y letal del 34% y el 11% respectivamente. Independientemente de la temperatura o del peso de los peces, la frecuencia de ventilación se mantuvo constante hasta que la saturación de oxígeno descendió por debajo del 67%. Estos resultados sugieren una saturación de oxígeno óptima para los cultivos de *D. puntazzo* superior al 70%.

Vera et al. (2006) han estudiado la organización circadiana del sargo picudo, que presenta un patrón de alimentación y locomoción diurno. Los niveles diarios de melatonina en plasma experimentan variaciones rítmicas, con valores relativamente bajos durante el día (111 pg/ml) y altas concentraciones por la noche (791 pg/ml).

Otros parámetros determinados en trabajos realizados por nuestro grupo pero no publicados, son los relacionados con la hematología de esta especie. La Tabla 5 muestra las diferencias entre los dos meses en los que se han realizado los análisis con una diferencia aproximada de 2 °C de temperatura.

En el sargo picudo también se ha investigado el perfil farmacocinético de la oxitetraciclina tras su administración por vía oral e intravascular (Rigos et al., 2004). Tras una única inyección intravascular (40 mg/kg), los valores calculados para la vida media de distribución y de eliminación fueron de 1,4 y 35 h respectivamente. En los análisis de biodisponibilidad tras la administración oral (75 mg/kg) no se encontraron niveles detectables de oxitetraciclina en muestra de plasma y músculo. Así pues, para la cría del sargo picudo, en lugar de administrar oxitetraciclina por vía oral sería preferible utilizar otras vías de administración u otros antibióticos. Rigos et al. (2003) también han estudiado la depleción de los residuos del ácido oxolínico tras la administración repetida (10 días) en el pienso (30 mg/kg de pescado). La eliminación del ácido oxolínico de los tejidos presentaba un perfil bifásico durante el tratamiento, alcanzándose unos "niveles seguros para el consumidor" a las 24 h del mismo. En los tejidos del sargo picudo, la vida media de eliminación estimada era de 11-19 h.

Tabla 5. Parámetros hematológicos del sargo picudo.

	Noviembre	Diciembre	Rango
Hematocrito (%)	38,2±3,8	36,3±5,8	28-41
Hemoglobina (g/100 ml)	7,3±1,0	5,7±1,0	4,1-10,5
Recuento de glóbulos rojos (x10 ⁶)	2,4±0,4	2,5±0,4	1,73-3,22
Volumen corpuscular medio (µm ³)	162,0±27,5	146,9±22,2	124,7-214,8
Concentración corpuscular media de hemoglobina (g/dl)	19,2±1,8	15,7±1,8	12,6-21,3
Concentración media de hemoglobina (pg)	30,7±2,4	22,7±1,9	12,6-34,7

Además se han llevado a cabo estudios bioquímicos que muestran un patrón enzimático apropiado para la digestión de proteínas, pero también para digerir polisacáridos vegetales en consonancia con sus hábitos omnívoros (Tramati et al., 2005).

El principal problema de utilizar aceites de semillas vegetales reside en las importantes diferencias

de composición que presentan con respecto al aceite de pescado. Los aceites vegetales son ricos en ácidos grasos poliinsaturados C₁₈ (PUFA C₁₈), pero carecen de los ácidos grasos insaturados n-3 (HUFA) que tanto abundan en el aceite de pescado. Esto significa que los peces alimentados con aceites vegetales tendrían que convertir, mediante desaturación y elongación, los PUFA 18:3n-3 (ácido linolénico, LNA) y 18:2n-6 (ácido linoleico, LA) en sus correspondientes HUFA: 20:5n-3 (ácido eicosapentanoico, EPA) y 22:6n-3 (ácido docosahexanoico, DHA), y 20:4n-6 (ácido araquidónico, AA), respectivamente. Por este motivo, la capacidad de los peces de compensar las diferencias de composición de los aceites y así poder adaptarse a la sustitución del aceite de pescado reviste una especial importancia. Almáida-Pagán et al. (2007) observaron que la inclusión de aceites vegetales en la dieta del sargo picudo no tenía efectos nutricionales cuantitativos sobre la desaturación/elongación del ácido linolénico [1-¹⁴C] y del ácido linoleico [1-¹⁴C] en hepatocitos aislados y enterocitos totales del tubo gastrointestinal, lo cual indica claramente la ausencia de actividad de desaturasas y elongasas en estas células. Sólo la presencia de altos niveles de HUFA en los tejidos de los animales sugiere la existencia de algún tipo de mecanismo regulador, presumiblemente basado en la bioacumulación de HUFA y en la oxidación de PUFA C₁₈.

Patología

Existen algunos estudios en Grecia, Italia y Turquía que han observado algunos patógenos en el cultivo de *D. puntazzo* que pueden comprometer su desarrollo, como es el caso de *Candida* spp., *Ichthyophonus* sp., *Trichodina* sp., *Amyloodinium* sp. o de monogénidos como *Gyrodactylus* sp, *Atrispinum salpae*, *A. seminalis*, y *Sparicotyle chrysophrii* (Athanasopoulou et al., 1999; Di Cave et al., 1998; Rigos et al., 1998; Tampieri et al., 1999; Zaccone & La Ferla, 1991). Estos últimos parásitos fueron aparentemente contagiados por individuos salvajes de sargo picudo y otras especies de espáridos (Di Cave et al., 1998; Di Cave et al., 2004). No obstante, el que parece más virulento para esta especie es *Enteromyxum leei*. Este mixosporidio es un importante patógeno también de la dorada que provoca una enteritis aguda seguida de anorexia, caquexia y la muerte en muchos casos (Padrós et al., 2001). Esta enfermedad ha sido observada en instalaciones de diferentes países del Mediterráneo y ha llegado a provocar elevadas mortalidades (Caffara et al., 1999; Padrós et al., 2001). En *D. Puntazzo* se han detectado mortalidades debidas *E. Leei*, siendo esta especie aparentemente más susceptible que la propia dorada (Caffara et. al, 1999; Le Breton, 1999). En las costas españolas (San Pedro del Pinatar y Gandía) causó fuertes mortalidades en ejemplares cultivados en jaulas flotantes que procedían de Italia (Montero et al., 2006). Además del problema que esto supone para el incipiente cultivo de *D. puntazzo*, existe una gran probabilidad de que éste contagie y sirva de reservorio para las granjas de dorada.

Su calidad como alimento

Uno de los factores a tener en cuenta al analizar la viabilidad de una especie para la cría industrial es la aceptación del producto por parte del consumidor, una variable que se puede medir mediante pruebas de evaluación sensorial. Estudios preliminares sobre la aceptación de esta especie por el consumidor realizados en el IMIDA (San Pedro del Pinatar) mostraron que el sargo picudo aportaba a las personas encuestadas una impresión positiva al degustarlos, obteniendo altas puntuaciones en una escala hedónica utilizada para medir el nivel de satisfacción del consumidor, y el 60 % de los encuestados lo contestaron que lo comprarían a un precio similar a la dorada (Hernández et al., 2001b). Incluso cuando el sargo picudo es alimentado con alta sustitución de harina de pescado (0, 40 o 60% de harina de soja) los resultados del análisis sensorial muestran que la calidad de la carne se ve muy poco afectada, aunque los peces alimentados con dietas con una sustitución parcial de la harina de pescado tendieron a ser un poco más blandos (Hernández et al., 2007). El uso de harina de soja en las dietas del sargo picudo permite obtener peces con un perfil de ácidos grasos aceptable para el consumo humano. Esto se debe principalmente al aumento del contenido de PUFA, que afecta especialmente al ácido linoleico. Sin embargo, la sustitución de la harina de pescado provoca una pérdida de ácidos grasos n-3 que es necesario compensar con otras fuentes ricas en este tipo de ácidos grasos (Rondán et al., 2004b).

También se ha evaluado la influencia de distintas condiciones de cultivo sobre la calidad nutritiva de los peces (Orban et al., 2000). La composición corporal de los peces criados en tanques o en jaulas no varía de manera significativa, salvo por un mayor contenido de lípidos en los primeros. En los peces criados en jaulas la suma total de ácidos grasos saturados era superior a la de los peces criados en tanques. En cuanto a las clases lipídicas, se observa un contenido significativamente mayor, entre los lípidos neutros, de ácidos grasos monoinsaturados en los peces criados en tanques con respecto a los criados en jaulas.

Rueda et al. (2001) han comparado la composición de ácidos grasos y el contenido lipídico del músculo blanco, el hígado y la grasa mesentérica de los sargos picudos salvajes y criados en cautividad. En estos últimos, el índice de grasa mesentérica (MFI) y el contenido lipídico del músculo blanco y del hígado eran sistemáticamente mayores que en los sargos salvajes (Tabla 6). Como el músculo de los peces cultivados tiene un mayor contenido de ácidos grasos de la serie n-3, linoleico, eicosapentanoico y docosahexanoico, los sargos criados en cautividad son mejores para el consumo humano, y presentan valores más altos de los índices aterogénico y trombogénico (Tabla 7). Dependiendo de la época del año o la estación, los peces cultivados pueden ser más adecuados para el consumo humano que los salvajes.

Tabla 6. Contenido lipídico del músculo blanco y el hígado e índice de grasa mesentérica del sargo picudo salvaje y criado en cautividad (Rueda et al., 2001).

	Salvajes	Cultivados
Lípidos músculo blanco (g/kg)	38,7±5,1	75,9±13,1
Lípidos hígado (g/kg)	58,2±3,9	188,4±31,0
MFI (%)	1,7±0,2	2,7±0,4

Tabla 7. Composición de ácidos grasos del músculo blanco, del tejido hepático y de la grasa mesentérica del sargo picudo salvaje y criado en cautividad (g/100 g de ácidos grasos totales) (Rueda et al., 2001).

	Músculo blanco		Tejido hepático		Grasa mesentérica	
	Salvajes	Cultivados	Salvajes	Cultivados	Salvajes	Cultivados
SFA	34,92±0,26	27,66±0,23	34,89±0,42	29,16±0,76	35,30±0,43	26,97±0,40
MUFA	32,80±1,58	36,95±1,34	24,22±1,41	47,38±2,34	38,63±1,24	40,49±0,53
PUFA	32,29±1,70	35,39±1,50	40,89±1,36	23,45±2,96	26,08±1,38	32,54±0,71

En el sargo picudo, la restricción de la ingesta produce un aumento de la relación n-3/n-6, que se debe tanto a una disminución del porcentaje de n-6 como a un aumento de los ácidos grasos n-3. Como ocurre en otras especies, los HUFA son los que más contribuyen al aumento de estos últimos. La restricción de la ingesta a un tercio de los niveles de saciedad bastaba para activar los mecanismos que preservan los ácidos grasos esenciales (Rondán et al., 2004a).

Corsi et al., (2004) han investigado cómo afectan el emplazamiento de la piscifactoría y las condiciones de cría a la acumulación de sustancias tóxicas y a la actividad metabólica del sargo picudo criado en cautividad. De hecho, en los peces criados en instalaciones terrestres se observó un aumento significativo de la actividad de dos enzimas metabólicas (EROD y B(a)PMO) con respecto a los criados en instalaciones marinas, y muy superior en los criados en condiciones de policultivo que en monocultivo. Por otra parte, los peces criados en el mar presentaban mayores niveles de compuestos organoclorados (DDE y PCB, aunque no HCB), lo cual podría ser debido a que la capacidad de controlar las sustancias químicas del agua de mar en condiciones naturales es relativamente limitada.

Bibliografía

- Abellán, E. & García Alcazar, A. (1995). Pre-growout and growout experiences with white seabream (*Diplodus sargus sargus*, Linnaeus, 1758) and sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777). *Cah. Options Mediterr.*, 16, 57-63.
- Almaida-Pagán, P.F., Hernández, M.D., García García, B., Madrid, J.A., de Costa J., Mendiola, P. (2007). Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils on n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acid desaturation and elongation in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) hepatocytes and enterocytes. *Aquaculture*, 272, 589-598.
- Athanassopoulou, F., Prapas, T., Rodger, H. (1999) Diseases of *Puntazzo puntazzo* Cuvier in marine aquaculture systems in Greece. *J. Fish Dis.* 22(3), 215-218.
- Bauchot M.L. & Hureau, J.C. (1986). Sparidae. In: Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., Tortonese, E. (eds) Fishes of the northeastern Atlantic and the Mediterranean, Vol 2. Paris. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization.
- Bermúdez, L., García García, B., Gómez, O., Rosique, M. J., Faraco, F. (1989). First results of the ongrowing in cages of *Sparus aurata*, *Puntazzo puntazzo* and *Lithognathus mormirus* in the Mar Menor (Murcia, SE, Spain). *EAS Special Publication No. 10*, pp. 27-28.
- Bini, G. (1968). Atlante dei pesci delle coste italiane. *Mondo Sommerso*, 4, 187-198.
- Boglione, C., Giganti, M., Selmo, C., Cataudella, S. (2003). Morphoecology in larval fin-fish: a new candidate species for aquaculture, *Diplodus puntazzo* (Sparidae). *Aquacult. Int.*, 11, 17-41.
- Borsa, P., Blanquer, A., Berrebi, P., (1997). Genetic structure of flounders *Platichthys flesus* and *P. stellatus* at different geographic scales. *Mar. Biol.*, 129, 233-246.
- Cadenat, J., (1964). Les "Sars" des genres *Puntazzo* et *Diplodus* des eaux tropicales ouest-africaines. *Bull. Inst. Fondam. Afr. Noire*, 26, 944-970.
- Caffara, M., Delgado, M.L., Fioravanti, M.L., Quaglio, F., Restani, R. (1999). *Myxidium leei* (Myxozoa, Myxosporidia) in sparidi (*Sparus aurata* e *Diplodus puntazzo*) allevati in Italia. *Boll. Soc. Ital. Patol. Ittica.*, 11(27), 10-17.
- Cerezo, J. & García García, B. (2004). The effects of oxygen levels on oxygen consumption, survival and ventilatory frequency of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo* Gmelin, 1789) at different conditions of temperature and fish weight. *J. Appl. Ichthyol.*, 20, 488-492.
- Corsi, I., Mazzola, A., Focardi, S. (2004). Mixed function oxidase activity and organochlorine levels in farmed sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) from two intensive aquaculture facilities. *Aquacult. Int.*, 12, 357-375.
- Chatzifotis, S., Esteban, A.G., Divanach, P. (2006). Fishmeal replacement by alfalfa protein concentrate in sharpsnout seabream *Diplodus puntazzo*. *Fisheries Science*, 72, 1313-1315.
- D'Ancona, U., (1949). Il differenziamento della gonade e l'inversione sessuale degli Sparidi. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, VI, 97-164.
- Deudero, S., Pinnegar, J. K., Polunin, N. V. C., Morey, G, B. Morales-Nin, (2004). Spatial variation and ontogenic shifts in the isotopic composition of Mediterranean littoral fishes. *Mar. Biol.*, 14, 971-981.
- Di Cave, D., De Liberato, C., Berrilli, F., Orecchia, P. (1998) Parasitic infections of sharpsnout sea bream, *Diplodus puntazzo* and gilthead sea bream, *Sparus aurata* in cage-culture. *Parassitologia*, 1, 40- 45.
- Divanach, P., Kentouri, M., Charalambakis, G., Pouget, F., Esterioti, A. (1993). Comparison of growth performance of six Mediterranean fish species reared under intensive farming conditions in Crete (Greece), in raceways with the use of self feeders. *E.A.S. Special Publication No 18*, pp: 285-297.

- Domínguez-Seoane, R., Pajuelo, J.G., Lorenzo, J.M., Ramos, A.G. (2006). Age and growth of the sharpsnout seabream *Diplodus puntazzo*(Cetti, 1777) inhabiting the Canary archipelago, estimated by reading otoliths and by backcalculation. *Fish. Res.*, 81,142–148
- Egea Nicolás, M.A., Rueda González, F., Martínez López, F.J., García García, B. (2002). Efecto de la realimentación un período de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). *Bol. Inst. Esp. Oceanog.* 18(1-4), 357-362.
- Faranda, F., Cavaliere, A., Lo Paro, G., Manganaro, A., (1983). *Puntazzo puntazzo* and *Diplodus vulgaris* growth. Comparison of two different diets. *Mem. Biol. Mar. Ocean.*, XIII, 37-53.
- Faranda, F., Cavaliere, A., Lo Paro, G., Manganaro, A., Mazzola, A. (1985). Preliminary studies on reproduction of *Puntazzo puntazzo* (Gmelin 1789) (Pises, Sparidae) under controlled conditions. *Aquaculture*, 49, 111-123.
- Favaloro, E., Lopiano, L., Mazzola, A. (2002). Rearing of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) in a Mediterranean fish farm: monoculture versus polyculture. *Aquacul. Res.*, 33, 137-140.
- Fernández, B. & Rodríguez, X.L. (2000). Guía de la Piscicultura Europea. Xunta de Galicia, Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Pontevedra. 68 pp.
- Fiedler, K. (1991). Familie Sparidae. In: Starck, D. (ed) Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Teil 2: Fische. Gustav Fischer Verlag, Jena, pp 354–355.
- Francicevic, V. (1989). Preliminary results on the larviculture of *Puntazzo puntazzo* (Gmelin 1789) (Pisces, Sparidae). *EAS Special Publication No. 10*, pp. 139-141.
- García García, B., Rueda, F.M., Hernández, M.D., Aguado, F., Egea, M.A., Faraco, F. (2001). Crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo* Gmelin, 1789) en engorde intensivo en tanques. In: *Convergencia entre Investigación y Empresa: Un reto para el siglo XXI*. Fernández-Palacios, H y Izquierdo, M. (Eds.). Monografías del ICCM nº4.(pp: 385-390). Las Palmas de Gran Canaria.
- García García, B., Hernández, M.D., García García, J., Martínez, F.J., Jover, M. (2003). Desarrollo de modelos de crecimiento y tasa de alimentación en función del peso, la temperatura y el contenido de harina de soja en la dieta del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*). *IX Congreso Nacional de Acuicultura*. Cádiz, Spain.
- García García, J., Rouco, A., García García, B. 2005. Economies of scale for ongrowing gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on off shore cages in the Mediterranean Sea. *An. Vet. (Murcia)* 21: 69-76.
- Gatland, P. (1995). Growth of *Puntazzo puntazzo* in cages in Selonda bay, Corinthos, Greece. *Cah. Options Mediterr.*, 16, 51-55.
- Georgiou, G. & Stephanou, D. (1995). Contribution to the study of maturation and spawning problems of the sharpsnout seabream *Puntazzo puntazzo*. *Cah. Options Mediterr.*, 16, 47-55.
- Gonzalez-Laxe, F. (2000). Los desafíos estratégicos de la piscicultura marina en España. *Productos del Mar*, 51: 1-26.
- Greco, S., Lo Paro, G., Caridi, D., Perdichizzi, F., Cammaroto, S., Micale V., Genovese, L. (1993). Controlled spawning and larval development in the sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*), Sparidae. *E.A.S. Special Publication No 18*, pp. 185-188.
- Hanel, R. & Sturmbauer, Ch. (2000) Multiple recurrent evolution of trophic types in Northeastern Atlantic and Mediterranean Seabreams (Sparidae, Percoidae). *J. Mol. Evol.*, 50, 276-283.
- Hernández, M.D., Egea, M.A., Rueda, F.M., Aguado, F., Martínez, F.J., García García, B. (2001a). Effects of commercial diets with different P/E ratios on sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) growth and nutrient utilization. *Aquaculture*, 195, 321-329.
- Hernández, M.D., Martínez, F.J., García García, B. (2001b). Sensory evaluation of farmed sharpsnout

- seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquacult. Int.*, 9, 519-529.
- Hernández, M.D., Egea, M.A., Rueda, F.J., Martínez, F.J., García García, B. (2003). Seasonal condition and body composition changes in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) raised in captivity. *Aquaculture*, 220, 569-580.
- Hernández, M.D., García García, B., Martínez, F.J., Jover, M. (2005). Efecto del contenido en lípidos de la dieta sobre el crecimiento y la composición corporal en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*). *Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura*. Cádiz, Spain. pp. 107-110.
- Hernández, M.D., Martínez, F.J., Jover, M., García García, B. (2007). Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) diet. *Aquaculture*, 263, 159-167.
- Karakatsouli, N., Papafotiou, P., Papoutsoglou, S.E. (2006). Mono- and duoculture of juvenile sharpsnout seabream *Diplodus puntazzo* (Cetti) and gilthead seabream *Sparus aurata* L. in a recirculated water system. *Aquacult. Res.*, 37, 1654-1661.
- Korkut, A.Y., Saka, S., Firat, K. (2006). The effects of different light intensities on early life development of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) larvae. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 30, 381-387.
- Kouttoui, S., Georgakopoulou, E., Kaspiris, P., Divanach, P., Koumoundouros, G. (2006). Shape ontogeny and variation in the sharpsnout seabream, *Diplodus puntazzo* (Cetti 1777). *Aquacult. Res.* 37, 655-663.
- Lahnsteiner, F. & Patarnello, P. (2004). Biochemical egg quality determination in the gilthead seabream, *Sparus aurata*: reproducibility of the method and its application for sharpsnout seabream, *Puntazzo puntazzo*. *Aquaculture*, 237, 433-442.
- Lahnsteiner, F. & Patarnello, P. (2005). The shape of the lipid vesicle is a potential marker for egg quality determination in the gilthead seabream, *Sparus aurata*, and in the sharpsnout seabream, *Diplodus puntazzo*. *Aquaculture* 246, 423-435.
- Le Breton, A.D. (1999) Mediterranean finfish pathologies: present status and new developments in prophylactic methods. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* 19(6), 250-253.
- Lissia-Frau, A.M., Pala, M. (1968). Ricerche sull'ermafroditismo dei Saraghi: *D. sargus* (L.), *D. vulgaris* (Geofr.), *D. annularis* (L.) e *P. puntazzo* (Cetti). *Studi Sassarei*, 46, 203-221.
- Marangos, C. (1995). Larviculture of the sheepshead bream, *Puntazzo puntazzo* (Gmelin 1789) (Pisces, Sparidae). *Cah. Options Mediterr.*, 16: 41-45.
- Mena Sellés, C. and García García, B. (2002). Importancia de la proteína vegetal en la dieta natural de poblaciones salvajes de sargo picudo, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777): sus implicaciones en el cultivo intensivo. *AquaTic*, 17: 1-11.
- Micale, V., Perdichizzi, F., Basciano, G. (1996). Aspects of the reproductive biology of the sharpsnout seabream *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). Gametogenesis and gonadal cycle in captivity during the third year of life. *Aquaculture*, 140: 281-291.
- Montero, F.E.; Cuadrado, M.; Holzer, A.S.; García García, B.; Jover, M.; Padrós, F.; Crespo, S., Raga, J.A. (2006). *Cryptocaryon irritans* and *Enteromyxum leei* two potential threats for the cultures of *Diplodus puntazzo* in the Mediterranean. 11th International Conference of Parasitology. Glasgow, Great Britain. 7-14 August 2006.
- Naciri, M., Lemaire, C., Borsa, P., Bonhomme, F. (1999). Genetic study of the Atlantic/Mediterranean transition in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *J. Hered.*, 90, 591-596.
- Orban, E., Di Lena, G., Ricelli, A., Paoletti, F., Casini, I., Gambelli, L., Caproni, R. (2000). Quality characteristics of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). *Food Chemistry*, 70, 27-32.
- Padrós, F., Palenzuela, O., Hispano, C., Tosas, O., Zarza, C., Crespo, S., Alvarez-Pellitero, P. (2001). *Myxidium leei* (Myxozoa) infections in aquarium-reared Mediterranean fish species. *Dis. Aquat. Org.* 47,

57-62.

- Palma, P., Andrade, J.P. (2002). Morphological study of *Diplodus sargus*, *Diplodus puntazzo*, and *Lithognathus mormyrus* (Sparidae) in the Eastern Atlantic and Mediterranean Sea. *Fish. Res.*, 57, 1-8.
- Papandroulakis, N., Kentouri, M., Maingot, E., Divanach, P. (2004). Mesocosm: a reliable technology for larval rearing of *Diplodus puntazzo* and *Diplodus sargus sargus*. 2004. *Aquacult. Int.*, 12, 345-355.
- Parpoura, A.C., Alexis, M.N., van Ham, E.H. 2002. Investigation of the ability of juveniles of *Puntazzo puntazzo* to use carbohydrates as a dietary energy source. 10th International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish (Feeding For Quality). Rhodes, Greece, 2nd-7th June, 2002. Abstract no. P13, p. 94.
- Pastor, E., Grau, A., Riera, F., Pou, S., Massutí, E., Grau, A.M. (2000). Experiences in the culture of new species in the "Estación de Acuicultura" of the Balearic government (1980-1998). *Options Méditerranéennes Serie B. Etudes et recherches*, 47, 371-379.
- Piedecausa, M.A., Mazón, M.J., García García, B., Hernández, M.D. (2007). Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) diets. *Aquaculture*, 263, 211-219.
- Rigos, G., Christophiligiannis, P., Giahnishi, M., Andriopoulou, A., Koutsodimoy, M., Nengas, I., Alexis, M. (1998) *Amyloodinium ocellatum* infestation on sharpsnout sea bream, *Puntazzo puntazzo* Cetti. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* 18(6), 198-200.
- Rigos, G., Nengas, I., Alexis, M., Tyrpenou, A.E., Troisi, G.M. (2003). Tissue distribution and residue depletion of oxolinic acid in gilthead seabream (*Diplodus puntazzo*) following multiple in-feed dosing. *Aquaculture*, 224, 245-256.
- Rigos, G., Tyrpenou, A.E., Alexis, M., Athanassopoulou, F., Troisi, G.M. (2004). Poor bioavailability of oxytetracycline in sharpsnout seabream *Diplodus puntazzo*. *Aquaculture*, 235, 489-497.
- Rondán, M., Hernández, M.D., Egea, M.A., García, B., Jover, M., Rueda, F.M., Martínez, F.J. (2004a). Effects of fishmeal replacement with soybean meal as protein source, and protein replacement with carbohydrates as an alternative energy source on sharpsnout seabream, *Diplodus puntazzo*, fatty acid profile. *Aquacul. Res.*, 35, 1220-1227.
- Rondán, M., Hernández, M.D., Egea, M.A., García, B., Rueda, F.M., Martínez, F.J. (2004b). Effect of feeding rate on fatty acid composition of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquaculture Nutrition*, 10, 301-307.
- Rosecchi, E. (1987). The feeding of *Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris* and *Sparus aurata* (Pisces, Sparidae) in the Gulf of Lions and the coastal lagoons. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 49, 125-141
- Rueda, F.M., Hernández, M.D., Egea, M.A., Aguado, F., García García, B. (2001). Differences in tissue fatty acid composition between reared and wild sharpsnout sea bream, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). *Brit. J. Nutr.*, 86, 617-622.
- Saavedra, M., Beltran, M., Pousao-Ferreira, P., Dinis, M.T., Blasco, J., Conceicao, L.E.C. (2007). Evaluation of bioavailability of individual amino acids in *Diplodus puntazzo* larvae: Towards the ideal dietary amino acid profile. *Aquaculture*, 263, 192-198.
- Sala, E. (1997). Fish predators and scavengers of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in protected areas of the north-west Mediterranean Sea. *Mar. Biol.*, 129, 531-539.
- Sala, E. & Ballesteros, E. (1997). Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Series*, 152, 273-283.
- Sara, M., Favalaro, E., Mazzola, A. (1999). Comparative morphometrics of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) reared in different conditions. *Aquacult. Engin.*, 19, 195-209.
- Sfakianakis, D.G., Doxa, C.K., Kouttouki, S., Koumoundouros, G., Maingot, E., Divanach, P., Kentouri, M.

- (2005). Osteological development of the vertebral column and of the fins in *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). *Aquaculture*, 250, 36–46
- Smith, J.L.B. & Smith, M.M. (1986). Family No. 183: Sparidae. In: Smith, M.M., Heemstra, P.C. (eds). *Smiths' sea fishes* Springer-Verlag, (pp 580–594). New York, Berlin, Heidelberg.
- Stephanis J. & Divanach, P. (1993) Farming of Mediterranean finfish species. Present status and potentials. *European Aquaculture Society Special publications*, 19, 426.
- Sweetman, J.W. (1992) Larviculture of mediterranean marine fish species: current status and future trends. *Journal of the World Aquaculture Society*, 23, 330-337.
- Syrski, S. (1876). Ergebnisse von untersuchungen der Geschlechtsorgane von Knochenfischen (De piscium osseorum organo genitalibus). Kosmos.Lemberg., 1, 418.
- Tampieri, M.P., Delgado Montero, M.L., Galuppi, R. (1999) Prima segnalazione di Ittiofonosi in sarago pizzuto (*Diplodus puntazzo*) in Italia. *Boll. Soc. Ital. Patol. Ittica* 11(27), 18-26.
- Tortonese, E. (1973). Sparidae. In: J.C. Hureau and T. Monod (eds.), Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean. UNESCO, Paris, Vol. 1, pp. 124-132.
- Torrejón Atienza, M., Chatzifotis, S., Divanach, P. (2004). Macronutrient selection by sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquaculture*, 232, 481-491.
- Tramati, C., Savona, B., Mazzola, A. (2005). A study of the pattern of digestive enzymes in *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777) (Osteichthyes, Sparidae): evidence for the definition of nutritional protocols. *Aquacult. Int.*, 13, 89-95.
- Vera, L.M., Madrid, F.J., Sánchez-Vázquez, F.J. (2006). Locomotor, feeding and melatonin daily rhythms in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). *Physiology & Behaviour*, 88, 167-172.
- Vivas, M., Rubio, V.C., Sánchez-Vázquez, F.J., Mena, C., García García, B., Madrid, J.A. (2006). Dietary self-selection in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) fed paired macronutrient feeds and challenged with protein dilution. *Aquaculture*, 251, 430-437.
- Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., Tortonese, E. (1986). *Fishes of the North-eastern atlantic and the Mediterranean*. United Kingdom: UNESCO.
- Zaccone, R., La Ferla, R. (1991) Lieviti associati ad animali marini in un impianto sperimentale di acquacoltura. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, 17, 5-13

3. ACTIVIDADES POR EQUIPOS.

3.8. Comunidad Autónoma de Valencia. UPV-GAV.

Ensayos de engorde de sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) y dentón (*Dentex dentex*).

3.8. 1. Crecimiento del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en jaulas marinas.

3.8.1.1.- Objetivo

El objetivo de la prueba fue estudiar el crecimiento del sargo en condiciones reales de producción en jaulas marinas para evaluar la rentabilidad de su engorde.

3.8.1.2.- Material y Métodos

En Junio de 2005 se establecieron 10.000 alevines de sargo, con un peso medio inicial de los peces fue de 13 g, en una jaula marina de 8 m de diámetro de la Planta Piloto de la UPV en la empresa GRAMASA.

Los ejemplares procedían de un lote de 100.000 ejemplares de un criadero italiano, pues los centros españoles encargados de su reproducción no han tenido puestas, el resto de los cuales fueron a la Estación de Acuicultura Marina de la Región de Murcia para llevar a cabo otros ensayos de engorde.

3.8.1.3.- Resultados y Discusión

Desde el primer momento, los sargos mostraron una excelente adaptación, alimentándose desde el primer día con un pienso comercial (Microbaq, Dibaq-Diproteg, S. A.). Se realizaron dos muestreos de pesos, en Agosto y Septiembre, cuyos pesos medios se muestran en la Figura 1.

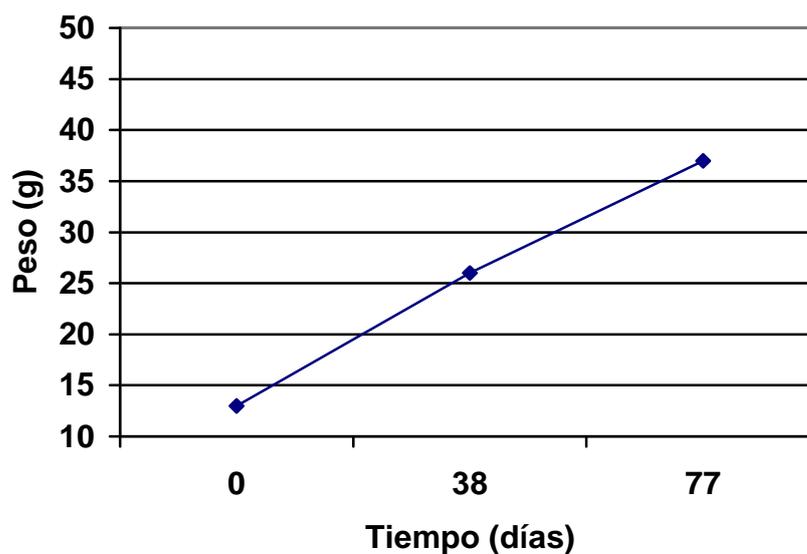


Figura 1: Evolución del peso medio del sargo en jaula marina

Los índices de conversión en cada periodo fueron 1.04 (0-38 días) y 2.34 (38-77 días), y el global 1.61. Las tasas de crecimiento específicas (TCE) parciales fueron 1.82 y 0.90, y la total 1.35. Asimismo, el coeficiente térmico de crecimiento (CTC) global fue 0.00068. Los valores de crecimiento son menores que los obtenidos para la dorada, aunque habría que tener en cuenta el efecto subclínico de la parasitosis que se comenta a continuación, pues durante la primera fase, tanto la tasa de crecimiento como el índice de conversión fueron mayores, aunque este hecho también pudo ser debido al crecimiento compensatorio de los peces tras el ayuno durante el transporte.

Lamentablemente, se detectó el parásito intestinal *Enteromyxum* sp., en todos los peces muestreados, apareciendo lesiones en algunos ejemplares. Aunque dicho parásito no causaba mortalidad en el sargo, existía el riesgo de transmisión a la dorada de las jaulas experimentales y comerciales, por lo que se decidió, junto con el grupo de investigación de la Región de Murcia, cuyos sargos también estaban parasitados, proceder al sacrificio de todos los ejemplares, y dar por finalizado el ensayo.

3.8.2. Necesidades proteicas y energéticas del dentón

3.8.2.1. Pesos metabólicos.

Objetivo.

El objetivo del presente estudio fue determinar los coeficientes metabólicos tanto para la proteína como para la energía para posteriormente realizar una primera aproximación a las necesidades proteicas y energéticas del dentón siguiendo el modelo factorial de Lupatsch (1998, 2001, 2003).

Material y Métodos

Se llevó a cabo un ensayo de ayuno con dentones de diferente intervalo de peso (50-100, 100-150, 150-250 y 250-350 gramos) durante 51 días para determinar la pérdida de proteína y energía corporal y estimar los pesos metabólicos mediante regresiones logarítmicas. Los peces se mantuvieron en estanques de 1000 m³, y se analizó la composición corporal al principio y al final del ensayo.

Resultados y Discusión

La variación de la composición corporal del dentón en función del tamaño, se presenta en la Figura 2. Se observa una reducción de la humedad y un aumento de la grasa, mientras que la proteína y cenizas se mantienen constantes.

Las pérdidas de proteína y energía corporal del dentón durante el periodo de ayuno, en función del peso se presentan en las Figura 3 y Figura 4, respectivamente.

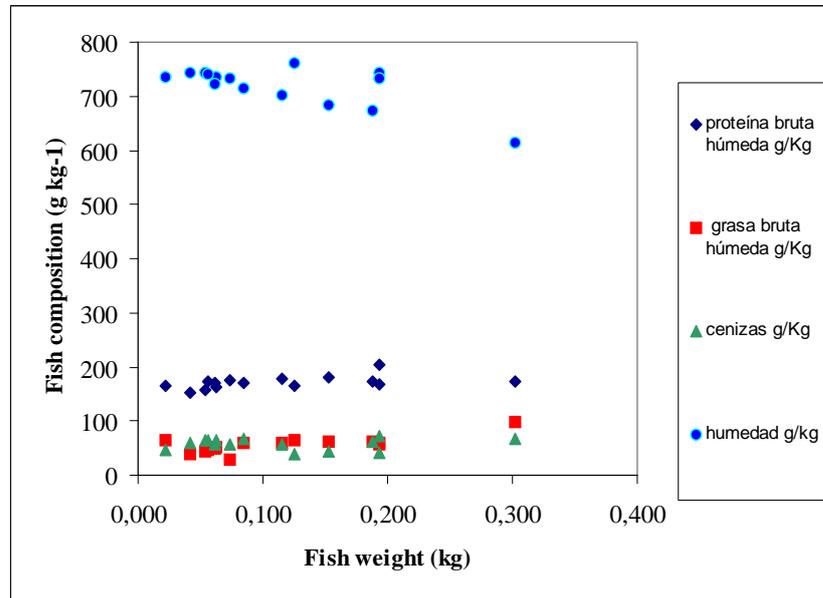


Figura 2: Composición corporal del dentón en función del peso.

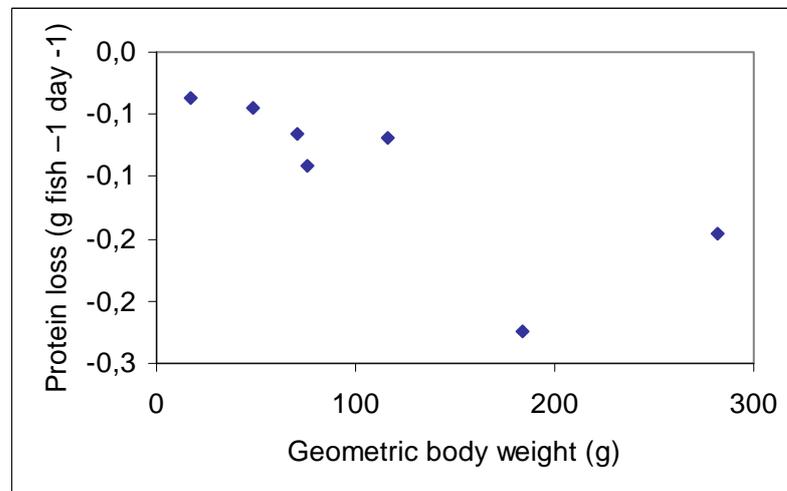


Figura 3 Pérdida de proteína corporal del dentón durante el ayuno.

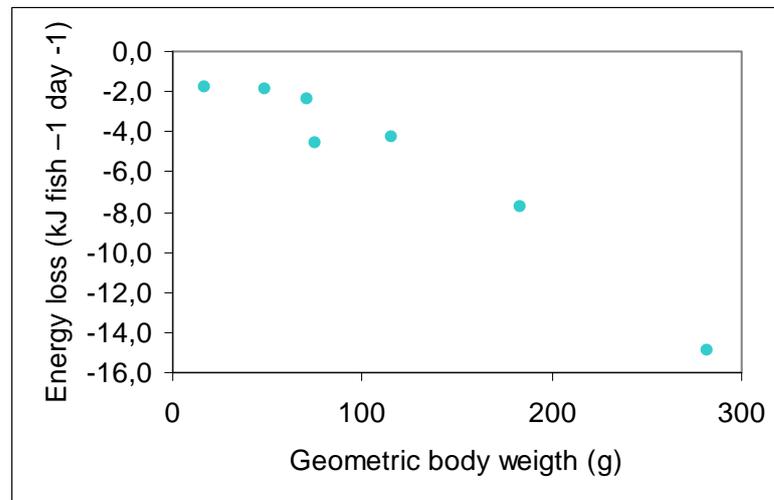


Figura 4: Pérdida de energía corporal del dentón durante el ayuno.

Las regresiones logarítmicas obtenidas fueron las siguientes:

$$\text{Ln Proteína retenida} = -1.009 + 0.619 \cdot \text{Ln Peso}$$

$$\text{Ln Energía retenida} = 3.333 + 0.792 \cdot \text{Ln Peso}$$

Por tanto, los pesos metabólicos del dentón para la proteína y energía son respectivamente 0.62 y 0.79. Ambos son algo inferiores a los obtenidos por Lupatsch (2001) en la dorada, de 0.70 y 0,82 respectivamente.

3.8.2.2. Crecimiento de juveniles de dentón con diferentes tasas de alimentación: necesidades nutritivas (60g).

Objetivo

El objetivo del ensayo consistió en estudiar las necesidades nutritivas (proteína y energía) del dentón siguiendo la "modelo factorial" de Lupatsch (2003), para lo cual es necesario alimentar los peces con diversas tasas de alimentación manteniendo un lote en ayuno, y determinar posteriormente la retención de proteína y energía a partir de la composición corporal.

Material y Métodos

Se distribuyeron 168 dentones de un peso medio inicial de 66 g en 9 tanques de 1500 litros situados en un sistema de recirculación en agua marina. Los peces fueron alimentados con tres tasas de alimentación (0, 1 y 2 g/100g/día) en dos tomas diarias durante 57 días (desde el 03/06/05 al 01/08/05) con un pienso extrusionado comercial (Dibaq – Ecoplus: 44% PB y 21% GB). Cada tasa de alimentación se ensayó por triplicado. La temperatura media de la prueba fue 24 ° C.

Los peces se pesaron quincenalmente para ajustar la ración de pienso, y diariamente se controló el alimento repartido para calcular las tasas reales de alimentación y el índice de conversión.

A partir de los resultados obtenidos con dentones alimentados con diferentes tasas de alimentación, se calculó la tasa de ingesta de proteína y energía ingerida diaria, obteniéndose la ingesta para mantenimiento en el punto de crecimiento nulo.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante análisis de la varianza con el paquete estadístico con Statgraphics.

Resultados y Discusión

En la Figura 5, se muestra la evolución de los pesos medios de los dentones a los 57 días. El lote sin alimentación perdió peso, mientras que los lotes alimentados con las tasas de 1 y 2 %/d, tuvieron un incremento de peso medio del orden de 50 y 100 % respectivamente.

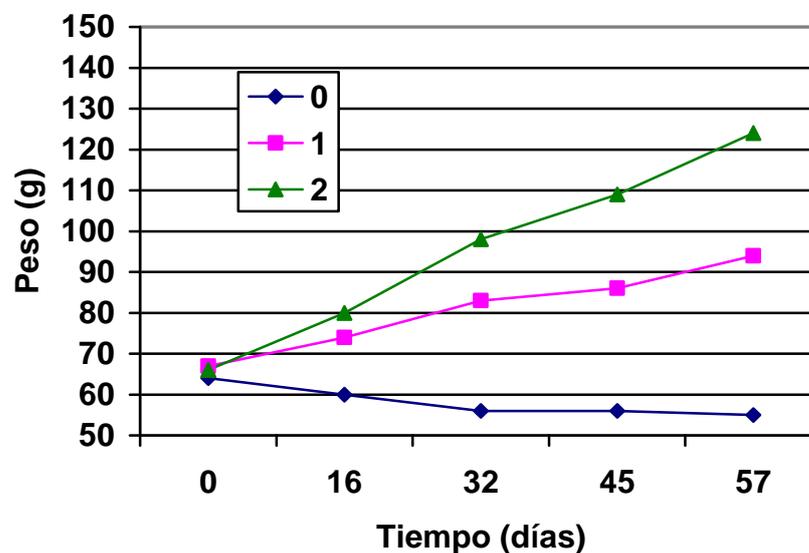


Figura 5: Evolución del peso medio de los dentones alimentados con las diferentes tasas.

El mejor crecimiento lo mostraron los dentones alimentados con la tasa alta, como se muestra en la Tabla 1 donde se presentan los resultados de crecimiento y aprovechamiento nutritivo. Puede comprobarse que el nivel más alto de alimentación no mejoró el índice de conversión respecto al nivel bajo.

En la Tabla 2, se muestra la relación entre el TCI y las tasas de alimentación reales (TAD, TIP y TIE), resultado ecuaciones de regresión lineales.

Para obtener la Tasa de alimentación real para mantenimiento, o crecimiento nulo (TCI=0), las ecuaciones que figuran en la Tabla 2, se igualan a 0 y se despejan las respectivas tasas, resultado que la tasa de alimentación real (TADr) para mantenimiento de los juveniles de dentón es 0.21 %/d, y la tasas de ingesta proteica y energética para mantenimiento resultaron 0.1 %/d y 4.78 MJ/100kg x d, respectivamente.

Tabla 1: Crecimiento e índice de conversión del dentón alimentado con diferentes niveles de alimentación.

Nivel Alimentación	Ayuno	Bajo	Alto
TAD (%/día)	0	1	2
Peso inicial (g)	64,1	67,4	66,1
Peso final (g)	56,6 ^a	92,2 ^b	124,3 ^c
TCl (%/d)	- 0.25 ^a	0.59 ^b	1,12 ^c
TAD real (%/d)	0.00 ^a	0.70 ^b	1.58 ^c
TIP real (%/d)	0.00 ^a	0.33 ^b	0.63 ^c
TIE real (MJ/100kg x d)	0.00 ^a	17 ^b	32 ^c
ICA	0.00 ^a	1.34 ^b	1.36 ^b

Media de 3 replicas por tratamiento.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05.

Covariable: Peso medio inicial: TCl, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCl= 100 x ln (peso final / peso inicial) / días.

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día. Índice de Conversión del Alimento.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

Tasa de Ingestión Proteica Diaria (g de proteína 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TIP = 100 x ingesta proteica (g) x / biomasa media (g) x día.

Tasa de Ingestión Energética Diaria (Mj 100 kg Pez⁻¹ día⁻¹), TIE = 100 x ingesta energía (Mj) x / biomasa media (kg) x día.

Tabla 2: Regresiones lineales TCl -Tasa alimentación real , Tasa de ingestión proteica y tasa de ingestión energética

Modelo	R ² (aj.g.l.)	TCl=0 Mto.
TCl = -0,2005 + 0,956*TADr	93 %	TADr=0.21 %/d
TCl = -0,1988 + 2,164*TIP	93.13%	TIP= 0.1 %/d
TCl = -0,2008 + 0,042*TIE	93.50%	TIE= 4.78 MJ/100kg x d

Las regresiones del TCl con la Tasa de alimentación proteica y energética se presentan en la Figura 24 y Figura 8.

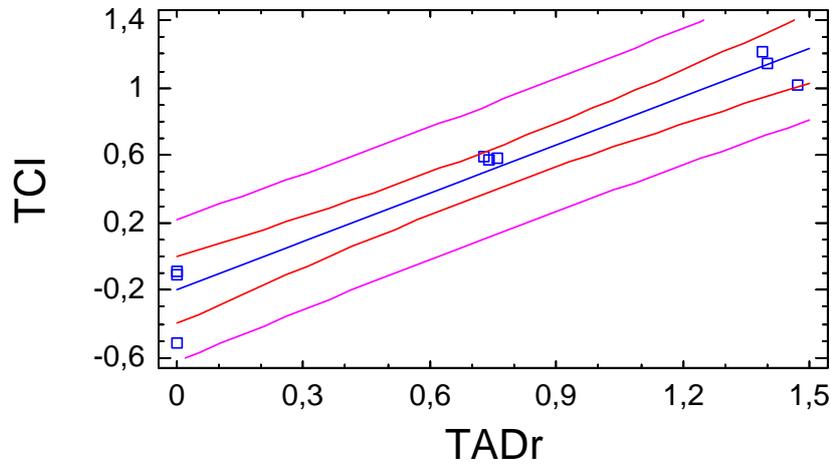


Figura 6: Relación entre el TCI (%/día) y la TAD real (%/día)

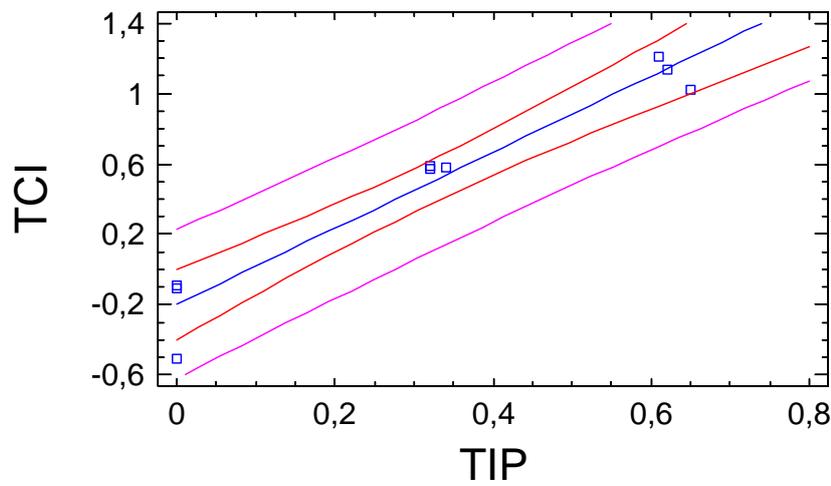


Figura 7: Relación entre el TCI (%/día) y la TIP real (%/día)

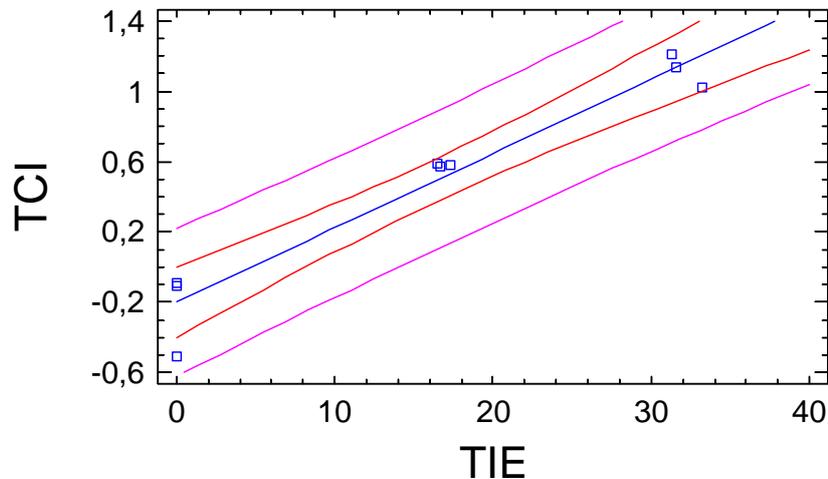


Figura 8: Relación entre el TCI (%/día) y la TIE real (Mj/100kg día)

Estos resultados son difíciles de comparar con los obtenidos por Lupatsch (2001, 2003), pues este autor considera la proteína y energía digestible en vez de la bruta, obteniendo valores mayores de eficiencia, 47 y 57 % respectivamente.

Los presentes resultados son los primeros obtenidos para juveniles de dentón, y por tanto deben considerarse como preliminares, siendo preciso realizar nuevos ensayos con otros tamaños y temperaturas. Los resultados de retenciones proteicas y energéticas están pendientes de realizar, ya que de momento faltan análisis de composición corporal

3.8.2.3. Crecimiento de alevines de dentón con diferentes tasas de alimentación: necesidades nutritivas (23 g).

Objetivo

El objetivo del ensayo consistió en estudiar las necesidades nutritivas (proteína y energía) del dentón siguiendo la "modelo factorial" de Lupatsch (2003), para lo cual es necesario alimentar los peces con diversas tasas de alimentación manteniendo un lote en ayuno, y determinar posteriormente la retención de proteína y energía a partir de la composición corporal.

Material y Métodos

Se distribuyeron 750 dentones de un peso medio inicial de 23 g en 10 tanques de 1500 litros situados en un sistema de recirculación en agua marina. Los peces fueron alimentados con 5 tasas de alimentación (0, 1, 2, 3 y 4 g/100g/día) en dos tomas diarias durante 50 días (desde el 22/11/04 al 14/01/05) con un pienso extrusionado comercial (Dibaq – Ecoplus: 44% PB y 21% GB). Cada tasa de alimentación se ensayó por duplicado. La temperatura media de la prueba fue 20 ° C.

Los peces se pesaron quincenalmente para ajustar la ración de pienso, y diariamente se controló el alimento repartido para calcular las tasas reales de alimentación y el índice de conversión.

A partir de los resultados obtenidos con dentones alimentados con diferentes tasas de alimentación, se estimaron las necesidades proteicas y energéticas de mantenimiento. Para ello, se representa el TCI en función de la proteína y energía ingerida, obteniéndose la ingestión para mantenimiento en el punto de crecimiento nulo.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante análisis de la varianza con el paquete estadístico con Statgraphics.

Resultados y Discusión

En la Figura 9, se muestra la evolución de los pesos medios de los dentones a los 50 días. El lote sin alimentación perdió peso, mientras que los lotes alimentados con las tasas de 1, 2, 3 y 4 %/d, tuvieron un incremento de peso medio del orden de 23 y 65 % respectivamente.

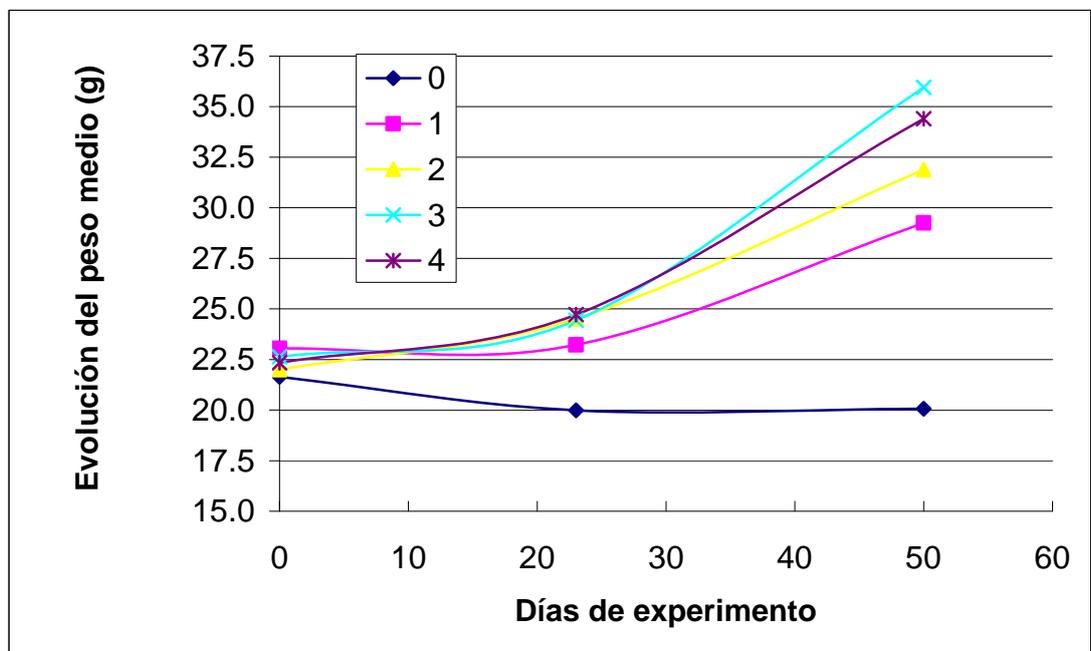


Figura 9: Evolución del peso medio de los dentones alimentados con las diferentes tasas.

Tabla 3: Crecimiento e índice de conversión del dentón alimentado con *diferentes niveles de alimentación*.

TAD (%/día)	0	1	2	3	4
Peso inicial (g)	21.6	23.1	22.0	22.6	22.3
Peso final (g)	20.1 ^a	29.2 ^b	31.9 ^c	35.9 ^d	34.4 ^d
Supervivencia (%)	-0.15	0.47	0.74	0.93	0.86
TCl (%/d)	- 0.15 ^a	0.47 ^b	0.74 ^c	0.93 ^c	0.86 ^c
TAD real (%/d)	0.00 ^a	0.72 ^b	1.23 ^c	1.73 ^d	2.30 ^e
TIP real (%/d)	0.00 ^a	0.32 ^b	0.57 ^c	0.76 ^d	1.01 ^e
TIE real (MJ/100kg x d)	0.00 ^a	16 ^b	29 ^c	39 ^d	52 ^e
ICA	0.00 ^a	1.95 ^b	2.23 ^b	2.28 ^b	3.17 ^c

Media de 3 replicas por tratamiento.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05.

Covariable: Peso medio inicial: TCl, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCI= 100 x ln (peso final / peso inicial) / días.

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día.

Índice de Conversión del Alimento.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

Tasa de Ingestión Proteica Diaria (g de proteína 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TIP = 100 x ingesta proteica (g) x / biomasa media (g) x día.

Tasa de Ingestión Energética Diaria (Mj 100 kg Pez⁻¹ día⁻¹), TIP = 100 x ingesta energía (Mj) x / biomasa media (kg) x día.

El mejor crecimiento lo mostraron los dentones alimentados con la tasa del 3% y 4%, sin presentar (Tabla 3) diferencias estadísticas entre ambas tasas, seguidos por los peces alimentados con la tasa 2% y 1%. Los dentones alimentados con el 3% de de tasa de alimentación obtuvieron un peso significativamente igual que los alimentados con el 4%, y el TCl de los alimentados con las tasas 2, 3 y 4 fue similar. Puede comprobarse que el nivel más alto (4%) de alimentación no mejoró el índice de conversión respecto al nivel del 3%.

Del mismo modo que la tasa de alimentación real (TADr), las tasas de ingestión proteica y energética aumentaron significativamente conforme aumenta la TAD teórica

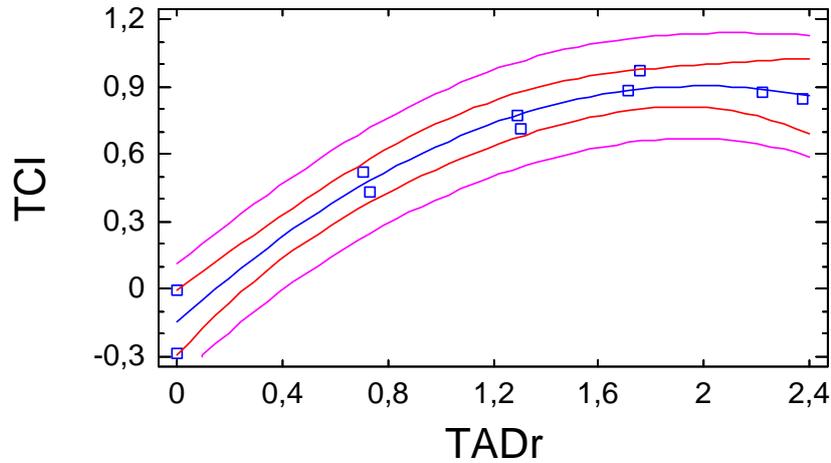


Figura 10: Relación entre el TCI (%/día) y la TAD real (%/día)

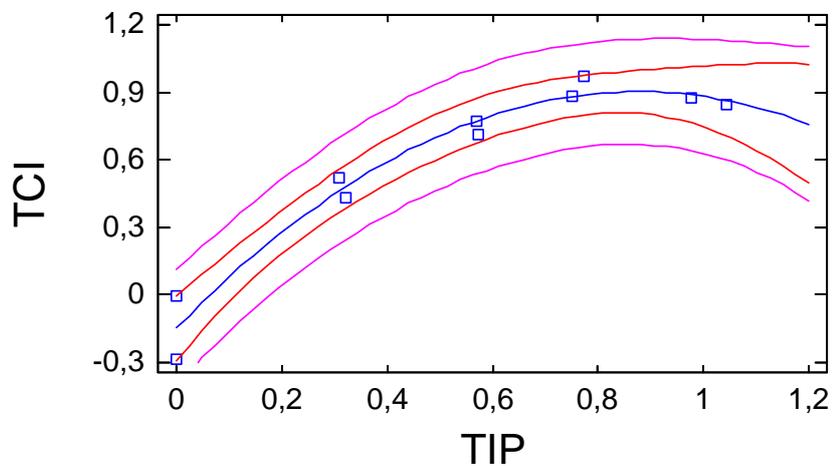


Figura 11: Relación entre el TCI (%/día) y la TIP real (%/día)

A partir de los datos se obtuvieron regresiones cuadráticas de TCI-TAD, TCI-TIP y TCI-TIE (Tabla 4 y Figura 10, Figura 11 y Figura 12), que resultaron significativas, con coeficientes de correlación superiores al 95%. Derivando las ecuaciones e igualando a cero se obtienen las tasas de alimentación óptimas para maximizar el crecimiento de los alevines.

Las tasas de mantenimiento se pueden obtener igualando a 0 la regresión polinomial de la Figura 10, Figura 11 y Figura 12, es decir el punto de crecimiento nulo y despejando la ecuación (Tabla 4)

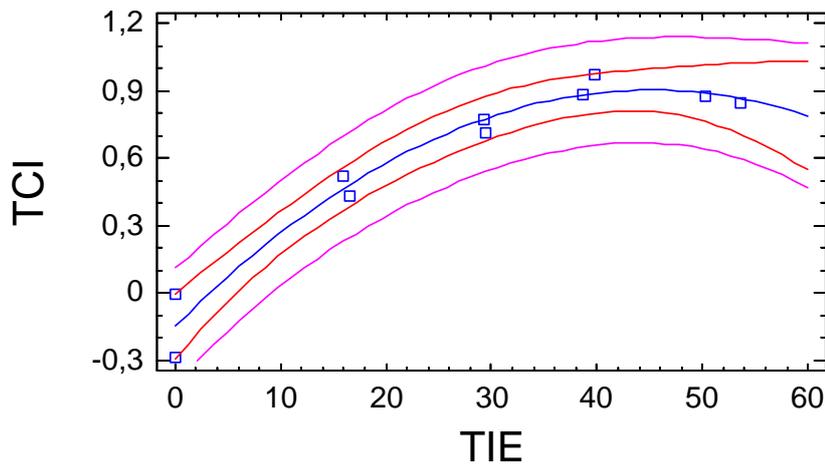


Figura 12: Relación entre el TCI (%/día) y la TIE real (Mj/100kg día)

Tabla 4: Regresiones lineales TCI -Tasa alimentación real , Tasa de ingestión proteica y tasa de ingestión energética

Modelo	R ² (aj.g.l.)	TCl=0 Mto.	TCl máx	TCl opt
$TCl = -0,148 + 1,054 \cdot TAD - 0,264 \cdot TAD^2$	95.3 %	TADr=0.14%/d	TADr=1.99%/d	TADr=0.75%/d
$TCl = -0,148 + 2,395 \cdot TIP - 1,36532 \cdot TIP^2$	95.3 %	TIP= 0.06%/d	TIP= 0.88%/d	TIP= 0.33 %/d
$TCl = -0,148 + 0,047 \cdot TIE - 0,00052 \cdot TIE^2$	95.3 %	TIE= 3.05 MJ/100kg x d	TIE= 45.2 MJ/100kg x d	TIE= 16.9 MJ/100kg x d

La tasa de alimentación óptima es aquella con la cual se obtiene máximo crecimiento con mínimo índice de conversión. Esta tasa de alimentación es el punto tangente a las curvas de la Figura 10, Figura 11 y Figura 12, respectivamente para cada variable, de una recta que pasa por el origen de coordenadas.

Las necesidades de mantenimiento son inferiores a las obtenidas en el ensayo anterior, realizado con dentones de mayor tamaño (60 gramos). Esto se puede explicar ya que el presente ensayo tuvo una temperatura considerablemente inferior (20°C) que en el ensayo realizado con dentones de 60 gramos (24 °C), debido a que en el laboratorio de la EPSG, no se dispone de bomba de calor y la temperatura del agua no es posible controlarla.

3.8.3. Necesidades proteicas y energéticas del sargo picudo.

3.8.3.1. Diferentes tasas de alimentación para optimizar el crecimiento y el índice de conversión del Sargo Picudo (*Diplodus puntazzo*) con un pienso comercial

Introducción

El establecimiento de una adecuada ración diaria de alimento para los peces de granja, puede tener un efecto beneficioso en el crecimiento y aprovechamiento nutritivo, y por tanto en el coste de producción. Aunque la determinación de las tasas de alimentación se realiza considerando el contenido energético de la dieta, la ingestión de energía y proteína varía de unos piensos a otros (Blanquer y col., 1999), lo que hace necesario reconsiderar dichas tasas. En los últimos años, Lupatsch y col. (2003) han desarrollado un modelo factorial para determinar las necesidades proteicas y energéticas de la dorada, los óptimos niveles de dichos nutrientes en el pienso, y las tasas de alimentación. En el presente trabajo se realiza una primera aproximación al modelo factorial determinando las tasas óptimas de alimentación para el sargo picudo.

Material y Métodos

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de Acuicultura del Departamento de Ciencia Animal de la Escuela Politécnica Superior de Gandia. Este laboratorio cuenta con una línea de experimentación basada en un sistema cerrado de recirculación de agua, donde tras la adecuada depuración, el agua es reutilizada de nuevo. La instalación cuenta con 10 tanques (Figura 13) fabricados en fibra de vidrio, de forma circular, con una capacidad de 850 litros, cada uno con 3 jaulas de plástico de 200 l.



Figura 13: Detalle de los tanques en la instalaciones de la EPSG (UPV)

Los sargos se trasladaron del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuicultura de Port D'Andratx (Mallorca) al laboratorio de Acuicultura de la Escuela Politécnica Superior de Gandia y tras un

periodo de adaptación a las condiciones del laboratorio de 40 días, se inició el experimento. Se repartieron 130 peces por jaula con un peso medio inicial de 3.06 ± 0.16 g.

Se ensayó un pienso comercial (Dibaq-diproteg, S.A.), cuya composición se muestra en la Tabla 5. Siguiendo la metodología propuesta por Lupatsch y col. (2003), se ensayaron por triplicado, 5 tasas de alimentación (0, 1, 2, 3 y 4%). Los peces se pesaron quincenalmente para ajustar la ración de pienso, y diariamente se controló el alimento repartido para calcular las tasas reales de alimentación y el índice de conversión.

Tabla 5: Composición del pienso comercial empleado en el experimento (Fuente: Dibaq-Diproteg, S. A.).

Pienso	Ecoplus
Materia seca (%)	90
Proteína bruta (%)	43
Extracto etéreo (%)	21
M. E. L. N. (%)	15
Fibra bruta (%)	2
Energía bruta (MJ/kg)	22.6
PB/EB (g/MJ)	19.0
Calcio (%)	2
Fósforo (%)	1.3

Resultados y Discusión

En la Tabla 6 se muestran los resultados de crecimiento y parámetros nutritivos a los 40 días de experimento.

Tabla 6: Crecimiento e índice de conversión de los sargos alimentadas con los diferentes niveles de alimentación.

TAD (%/día)	Ayuno	1	2	3	4	SEM
Peso inicial (g)	3.09	3.12	3.13	2.99	3.05	0.11
Peso final (g)	2.97 ^a	3.15 ^{ab}	3.92 ^{bc}	4.28 ^{cd}	4.82 ^d	0.17
TCI (%/d)	-0.78 ^a	0.19 ^{ab}	0.75 ^{bcd}	1.09 ^{cde}	1.47 ^e	0.16
TAD real (%/d)	0.00 ^a	0.87 ^b	1.76 ^c	2.53 ^d	3.32 ^e	0.07
ICA	0.00 ^a	7.61 ^b	2.48 ^c	2.52 ^c	2.38 ^c	1.03
CEC	-	0.57 ^b	1.00 ^b	0.93 ^b	0.99 ^b	0.15
TIP real (%/d)	0.00 ^a	0.38 ^b	0.76 ^c	1.09 ^e	1.43 ^g	0.03
TIE real (Mj/100kg x d)	0.00 ^a	19.79 ^b	39.80 ^c	57.27 ^e	74.93 ^g	1.62

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p -value < 0.05 (n=3)

Covariable: Peso medio inicial: TCI, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCI = $100 \times \ln(\text{peso final} / \text{peso inicial}) / \text{días}$.

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día. Índice de Conversión del Alimento.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

Coefficiente de eficacia del crecimiento, CEC = incremento de la biomasa (g) / ingesta proteica (g)

Tasa de Ingestión Proteica Diaria (g de proteína 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TIP = 100 x ingesta proteica (g) x / biomasa media (g) x día.

Tasa de Ingestión Energética Diaria (Mj 100 kg Pez⁻¹ día⁻¹), TIE = 100 x ingesta energía (Mj) x / biomasa media (kg) x día.

No se observaron diferencias estadísticas significativas en el CEC de los peces alimentados con diferentes tasas de alimentación

Los peces que se mantuvieron en ayuno disminuyeron ligeramente su peso. El crecimiento del resto aumentó considerablemente conforme aumentó la tasa de alimentación, aunque no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los peces alimentados con las tasas 3 y 4, con ambos piensos. Igualmente, se observa que la tasa de alimentación real aumenta conforme aumenta la teórica, lo que indica que se ha calculado correctamente.

Los índices de conversión del alimento fueron significativamente mayores en los peces alimentados con tasa 1, para ambos piensos, no habiendo diferencias estadísticas significativas entre el resto de tasas.

Tabla 7: Regresiones lineales TCA-Tasa alimentación para los sargos alimentados con Ecoplus.

$TCl = -0,44 + 0,587 x Tasa$
R ² (ajustado para g.l.) = 90 %
TADr mto.=0.75%/d
TIP mto.= 0.41 %/d
TIE mto.= 17 MJ/100kg x d

La tasa de crecimiento instantánea aumentó según el siguiente modelo de regresión lineal (Tabla 7) y se representa gráficamente en la Figura 14.

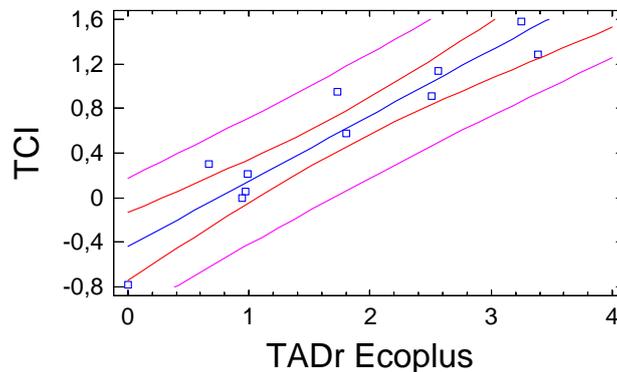


Figura 14: Relación entre el TCI y la Tasa de alimentación para los dos piensos ensayados

A partir de estos datos cuando se analice la composición corporal, se determinarán las necesidades proteicas y energéticas de mantenimiento del sargo, y las eficiencias de utilización de ambos, lo que permitirá avanzar en el establecimiento de las necesidades de proteína y energía, diseñar y formular piensos y establecer las tasas de alimentación.

3.8.3.2. Crecimiento e índice de conversión de alevines de sargo picudo de dos tamaños con diferentes tasas de alimentación

Material y Métodos

Los dos experimentos se realizaron en el laboratorio de Acuicultura del Departamento de Ciencia Animal de la Escuela Politécnica Superior de Gandía entre el 26 de Junio y el 29 de Julio. El ensayo con alevines de 6 gramos en la línea de 10 tanques circulares de fibra de vidrio, con una capacidad de 850 litros, cada uno con 3 jaulas de malla plástica de 200 l y el ensayo con juveniles de 12 gramos en 2 tanques de fibra de vidrio cuadrangulares de 2 metros de lado, y capacidad de 2000 litros, en los que se dispusieron 5 jaulas de malla plástica de 200 l.

Los sargos se trasladaron del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuicultura de Port D'Andratx (Mallorca) al laboratorio de Acuicultura de la E. P. S. de Gandía y tras un periodo de adaptación a las condiciones del laboratorio se iniciaron los experimentos con 73 y 20 alevines por jaula respectivamente.

Se utilizó el pienso comercial Ecoplús (Dibaq-diproteg, S.A.), cuya composición fue de 43 % proteína y 21 % lípidos. Los ensayos se desarrollaron siguiendo la metodología propuesta por Lupatsch y col. (2003) probándose 5 tasas de alimentación en ambas pruebas. Los peces se pesaron quincenalmente para ajustar la ración de pienso.

Resultados y Discusión

En la Tabla 8 y Tabla 9 se muestran los resultados de crecimiento de ambos ensayos.

Los sargos que se mantuvieron en ayuno disminuyeron ligeramente de peso, pero el crecimiento aumentó considerable y estadísticamente a medida que aumentó la tasa de alimentación.

En referencia a los sargos de 6 gramos, no se encontró una mejora significativa en el TCI de los peces alimentados con las tasas 2.5, 4 y 5.5. Sin embargo no hubo diferencias estadísticas significativas en el Coeficiente de Eficacia del Crecimiento (Tabla 8).

Tabla 8 Crecimiento de los alevines de sargos (6 g) alimentados con diferentes niveles de alimentación.

	TASA (%/día)				
	Ayuno	1	2,5	4	5,5
Peso inicial (g)	5,0	3,5	4,4	5,5	6,4
Peso final (g)	4,4 a	5,9 a	8,0 b	10,3 c	11,7 c
TCI (%/d)	-0,41a	0,59b	1,32c	1,90d	2,11d
TAD real (%/d)	0,00a	0,87b	1,91c	2,76d	3,67e
ICA	0,00a	0,86b	1,48c	1,56c	1,97c
CEC	0,00	1,18	1,49	2,21	1,63
TIP real (%/d)	0,00a	0,37b	0,82c	1,19d	1,58e
TIE real (Mj/100kg x d)	0,0a	19,7b	43,2c	62,4d	82,9e

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=3)

Covariable: Peso medio inicial: TCI, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCI= 100 x ln (peso final / peso inicial) / días.

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día. Índice de Conversión del Alimento.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

Coefficiente de eficacia del crecimiento, CEC = incremento de la biomasa (g)/ ingesta proteica (g)

Tasa de Ingestión Proteica Diaria (g de proteína 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TIP = 100 x ingesta proteica (g) x / biomasa media (g) x día.

Tasa de Ingestión Energética Diaria (Mj 100 kg Pez⁻¹ día⁻¹), TIP = 100 x ingesta energía (Mj) x / biomasa media (kg) x día.

Tabla 9: Crecimiento de los alevines de sargos (12 g) alimentados diferentes niveles de alimentación.

	TASA (%/día)				
	Ayuno	0,5	1,5	3	4,5
Peso inicial (g)	12,3	12,9	12,6	12,8	12,5
Peso final (g)	11,4 a	13,7 b	16,4 c	20,9 d	23,6 e
TCI (%/d)	-0,52 a	0,20 b	0,60 b	1,24 c	1,52 c
TAD real (%/d)	0,00a	0,48b	1,35c	2,39d	3,40e
ICA	0,00a	3,57b	2,64b	2,07b	2,50b
CEC	-	0,93	0,97	1,12	0,97
TIP real (%/d)	0,00a	0,21b	0,58c	1,03d	1,46e

TIE real (Mj/100kg x d)	0,0a	10,8b	30,5c	54,0d	76,8e
-------------------------	------	-------	-------	-------	-------

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=3)

Covariable: Peso medio inicial: TCI, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCI= 100 x ln (peso final / peso inicial) / días.

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día. Índice de Conversión del Alimento.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

Coefficiente de eficacia del crecimiento, CEC = incremento de la biomasa (g)/ ingesta proteica (g)

Tasa de Ingestión Proteica Diaria (g de proteína 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TIP = 100 x ingesta proteica (g) x / biomasa media (g) x día.

Tasa de Ingestión Energética Diaria (Mj 100 kg Pez⁻¹ día⁻¹), TIP = 100 x ingesta energía (Mj) x / biomasa media (kg) x día.

De la misma forma que los sargos de 6 gramos, el TCI de los sargos de 12 g (Tabla 9) no mejoró con la tasa de alimentación mayor. No se observaron diferencias estadísticas significativas en los sargos de 12 g alimentados con diferentes tasas de alimentación, e igualmente tampoco en el CEC.

A partir de los datos se obtuvieron regresiones cuadráticas de TCI-TAD (Tabla 10 y Figura 15), que resultaron significativas, con coeficientes de correlación superiores al 80%. Derivando las ecuaciones e igualando a cero se obtienen las tasas de alimentación óptimas para maximizar el crecimiento de los alevines.

Tabla 10: Regresiones cuadráticas TCI-Tasa alimentación para los sargos de 6 gramos

$TCI = -0,321 + 1.231 TAD - 0,168 TAD^2$		
R^2 (ajustado para g.l.) = 80,3 %		
TAD óptima = 1.38 %/d	TIP óptima = 0.59 %/d	TIE óptima = 31.24 MJ/100kg x d
TAD mant = 0.27 %/d	TIP mant = 0.12%/d	TIE mant = 6.11 MJ/100kg x d
TAD máxima = 3.67 %/d	TIP máxima = 1.58 %/d	TIE máxima = 82.8 MJ/100kg x d

La tasa de alimentación óptima es aquella con la cual se obtiene máximo crecimiento con mínimo índice de conversión. Esta tasa de alimentación es el punto tangente a las curvas de la Figura 15, de una recta que pasa por el origen de coordenadas.

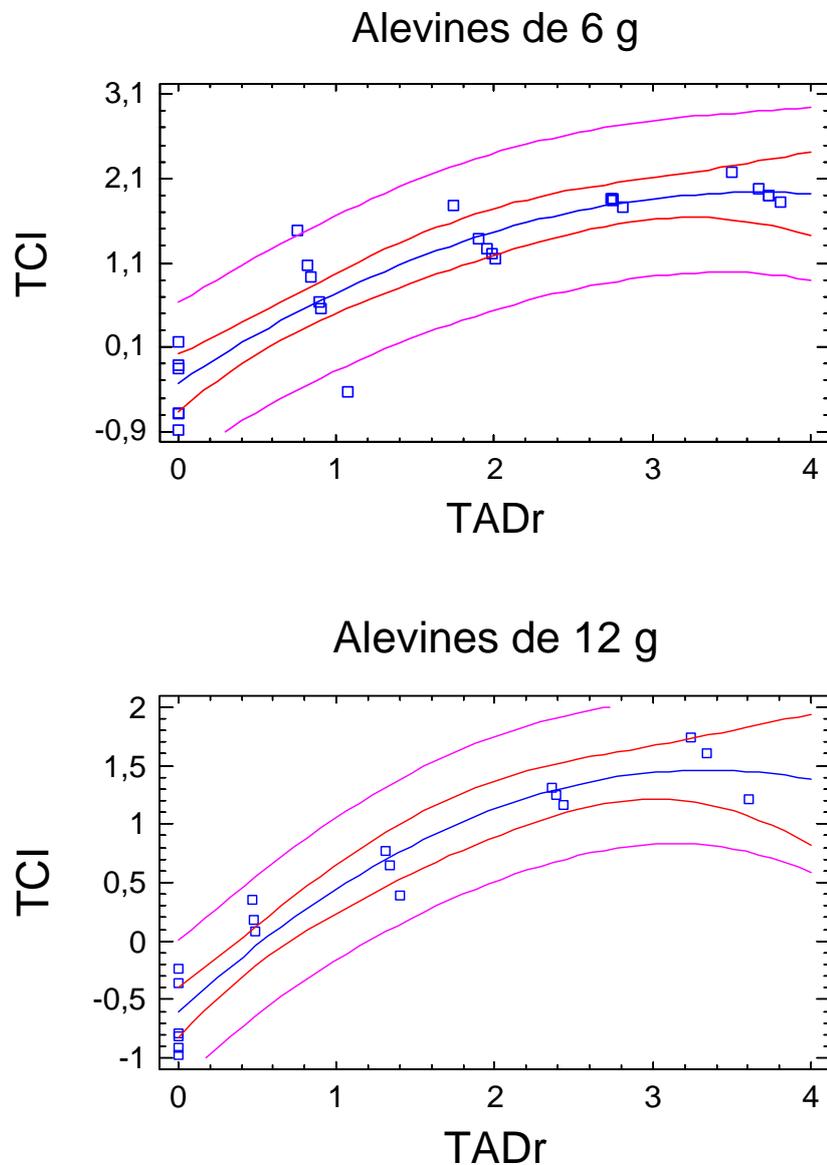


Figura 15: Relación entre el TCI y la Tasa de alimentación para los dos tamaños de alevines

Asimismo, a partir del punto de corte de las anteriores ecuaciones con el eje de abscisas (para TCI igual a cero) se estima la tasa de alimentación para mantenimiento de los peces (Tabla 11), para la cual no hay ni pérdida ni ganancia de peso, y en función del contenido de proteína (430 g/Kg) y energía (22,6 MJ/kg) del pienso se puede realizar una primera estimación las necesidades proteicas y energéticas de mantenimiento.

Tabla 11: Regresiones cuadráticas TCI-Tasa alimentación para los sargos de 12 gramos

$TCI = -0,607 + 1,238 * TAD - 0,186 * TAD^2$		
R^2 (ajustado para g.l.) = 91.2 %		
TAD óptima = 1.81 %/d	TIP óptima = 0.78 %/d	TIE óptima = 40,8 MJ/100kg x d
TAD mant = 0.53 %/d	TIP mant = 0.23%/d	TIE mant = 12.05 MJ/100kg x d
TAD máxima = 3.33 %/d	TIP máxima = 1.43 %/d	TIE máxima = 75.21 MJ/100kg x d

Todavía están pendientes los análisis corporales de los sargos para estimar la proteína y energía retenida, y poder así determinar con mayor exactitud las necesidades proteicas y energéticas.

3.8.3.3. Crecimiento del sargo con diferentes tasas de alimentación: necesidades nutritivas.

Objetivo

El objetivo del ensayo consistió en estudiar las necesidades nutritivas (proteína y energía) del sargo siguiendo el "modelo factorial" de Lupatsch (2003), para lo cual es necesario alimentar los peces con diversas tasas de alimentación manteniendo un lote en ayuno, y determinar posteriormente la retención de proteína y energía a partir de la composición corporal.

Material y Métodos

Se distribuyeron 90 sargos de peso medio inicial de 325 g en 3 tanques de 4000 litros situados en un sistema de recirculación en agua marina, con 3 jaulas de plástico de 600 l. Los peces fueron alimentados con 4 tasas de alimentación (0, 0.3, 1 y 1.75 g/100g/día) en dos tomas diarias durante 56 días (del 12/08/08 al 7/07/09) con un pienso extrusionado comercial (Dibaq – Acuaplus: 44% PB y 21% GB). Cada tasa de alimentación se ensayó por duplicado. La temperatura media de la prueba fue 24 ° C. Se tomaron muestras de cada peso al inicio y final del ayuno para determinar la composición corporal de los peces.

Los peces se pesaron mensualmente para ajustar la ración de pienso, aunque quincenalmente se reajustaba la ración con crecimientos obtenidos en esta especie en experimento anteriores en nuestras instalaciones. Diariamente se controló el alimento repartido para calcular las tasas reales de alimentación y el índice de conversión.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante análisis de la varianza con el paquete estadístico con Statgrafics.

Resultados y Discusión

En la Tabla 12 se muestran los resultados de crecimiento del ensayo.

Los sargos que se mantuvieron en ayuno disminuyeron ligeramente de peso, pero el crecimiento aumentó a medida que aumentó la tasa de alimentación.

Tabla 12 Crecimiento de los de sargos alimentados con diferentes niveles de alimentación.

	TASA (%/día)			
	Ayuno	0.3	1	1.75
Peso inicial (g)	314	317	334	332
Peso final (g)	293 a	318 a	361 b	397 b
TCI (%/d)	-0,20a	-0,04a	0.20b	0,36b
TADr (%/día)	0a	0.25ab	0.67bc	0.90c
TIP real (%/d)	0a	0.11ab	0.29bc	0.39c
TIE real (Mj/100kg x d)	0a	5.6ab	14.9bc	20.34
ICA	0a	0a	4.27c	2.65b

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=3)

Covariable: Peso medio inicial: TCI, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCI= 100 x ln (peso final / peso inicial) / días.

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día. Índice de Conversión del Alimento.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

Coefficiente de eficacia del crecimiento, CEC = incremento de la biomasa (g)/ ingesta proteica (g)

Tasa de Ingestión Proteica Diaria (g de proteína 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TIP = 100 x ingesta proteica (g) x / biomasa media (g) x día.

Tasa de Ingestión Energética Diaria (Mj 100 kg Pez⁻¹ día⁻¹), TIE = 100 x ingesta energía (Mj) x / biomasa media (kg) x día.

El TCI de los peces alimentados con la tasa 1.75 no mostró diferencias estadísticas significativas respecto a los alimentados con la tasa del 1% (Tabla 12).

A partir de los datos se obtuvieron regresiones cuadráticas de TCI-TAD (Tabla 13 y Figura 16), que resultaron significativas, con coeficientes de correlación superiores al 93%. Derivando la ecuación e igualando a cero se obtiene la tasa de alimentación óptima para maximizar el crecimiento de los sargos .

Tabla 13: Regresiones cuadráticas TCI-Tasa alimentación para los sargos en periodo de engorde

$$TCI = -0,21 + 0,780TAD - 0,201 TAD^2$$

R² (ajustado para g.l.) = 93 %

TAD óptima = 1.02 %/d	TIP óptima = 0.44%/d	TIE óptima = 23.05 MJ/100kg x d
TAD mant = 0,29 %/d	TIP mant = 0.12%/d	TIE mant = 6.55 MJ/100kg x d
TAD máxima = 1.94 %/d	TIP máxima = 0.83 %/d	TIE máxima = 43.8 MJ/100kg x d

A partir del punto de corte de las anteriores ecuaciones con el eje de abscisas (para TCI igual a cero) se estima la tasa de alimentación para mantenimiento de los peces (Tabla 13), para la cual no hay ni pérdida ni ganancia de peso, que resultó para los sargos en periodo de engorde de 0.29 %/día y la tasa de ingestión de proteína y energía resultaron 0.12%/día y 6.55 MJ/100kg x d, respectivamente.

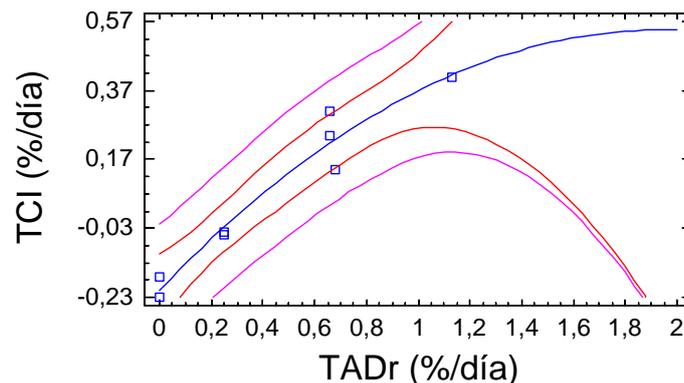


Figura 16: Relación entre el TCI y la Tasa de alimentación para los sargos en periodo de engorde

La tasa de alimentación óptima es aquella con la cual se obtiene máximo crecimiento con mínimo índice de conversión. Esta tasa de alimentación es el punto tangente a las curvas de la Figura 16, de una recta que pasa por el origen de coordenadas.

Todavía están pendientes los análisis corporales de los sargos para estimar la proteína y energía retenida, y poder así determinar con mayor las necesidades proteicas y energéticas.

3.8.3.4. Determinación del peso metabólico del sargo picudo.

Objetivo

El objetivo de la presente prueba fue determinar el peso metabólico del sargo picudo, tanto para la proteína como para la energía para posteriormente realizar una primera aproximación a las necesidades de proteína y energía del sargo siguiendo el modelo factorial de Lupatsch (1998, 2001, 2003).

Material y Métodos

Para ello se realizaron dos ensayos. El primer ensayo se realizó en el laboratorio de Acuicultura de la Escuela Politécnica Superior de Gandía. Los peces se mantuvieron en tanques de 1000 m³, fabricados en fibra de vidrio, de forma circular, con una capacidad de 850 litros, cada uno con 3 jaulas de plástico de 200 l. Para aumentar el número de réplicas se empleó también un tanque de fibra de vidrio cuadrangular de 2 metros de lado, y capacidad de 2000 litros, en el que se dispusieron 6 jaulas de malla plástica de 200 l. Alrededor de 550 sargos se clasificaron en un total de 33 jaulas según el peso, obteniendo 6 jaulas de sargos de 22 g, 6 jaulas de sargos de 14 g, 8 jaulas de sargos de 11 g, 6 jaulas de sargos de 7 g y 5 jaulas con sargos de 4 gramos de peso medio. El experimento tuvo una duración de 30 días (del 29/07/07 al 29/08/07) y se tomaron muestras de cada peso al inicio y final del ayuno para determinar la composición corporal de los peces.

Un segundo ensayo de ayuno con sargos en periodo de engorde y de diferente intervalo de peso se realizó en el laboratorio de Acuicultura de la Universidad Politécnica de Valencia. Los peces se mantuvieron

en 2 tanques de 4000 m³, con 5 jaulas de plástico de 600 l. El experimento tuvo una duración de 28 días (del 12/05/08 al 9/06/08) y se tomaron muestras de cada peso al inicio y a los 28 días para determinar la composición corporal de los peces. Se emplearon un total de 75 sargos de diferente intervalo de peso (65-70, 100-130 y 300-350 gramos).

Resultados y Discusión

En la Tabla 156, se muestra la evolución del peso de los sargos sometidos a ayuno en los 30 días que duró el primer ensayo.

Tabla 14: Evolución de los sargos de diferentes pesos sometido a ayuno durante los 30 días de experimento.

Peso inicial (g)	Peso 28 días (g)	Perdida Peso (g)	Pérdida Relativa (%)
4,50	3,89	0,6	13,6
6,84	5,56	1,3	18,7
11,18	8,72	2,5	22,0
13,53	11,02	2,5	18,6
22,45	18,47	4,0	17,7

La disminución del crecimiento expresada en gramos fue mayor para los peces pequeños, mientras que no se observa una clara tendencia en la pérdida relativa (%).

En la Tabla 17, se muestra la pérdida de peso absoluta (g) y la pérdida de peso relativa (%) de los sargos sometidos a un ayuno de 28 días en el segundo ensayo. Igualmente, la pérdida de peso absoluta tiende a aumentar con el peso de los sargos, mientras que la pérdida relativa tiende a disminuir.

Tabla 15: Evolución de los sargos de diferentes pesos sometido a ayuno durante los 28 días de experimento.

Peso inicial (g)	Peso 28 días (g)	Perdida Peso (g)	Pérdida Relativa (%)
68,3	60,0	8,3	12,1
187,7	169,6	18,1	9,6
314,1	285,0	29,1	9,2

Considerando las dos pruebas conjuntamente, al relacionar la pérdida de peso con el peso inicial, se obtuvo un modelo de regresión lineal para la pérdida absoluta (g) con un coeficiente de correlación del 98%, y un modelo cuadrático para la pérdida relativa (%) con un coeficiente de correlación del 70% (Figura):

$$\text{Pérdida peso (g)} = 1.498 + 0,00783 * \text{Peso (g)}$$

$$\text{Pérdida relativa (\%)} = 20,14 - 0,0974 * \text{Peso} + 0,000189 * \text{Peso}^2$$

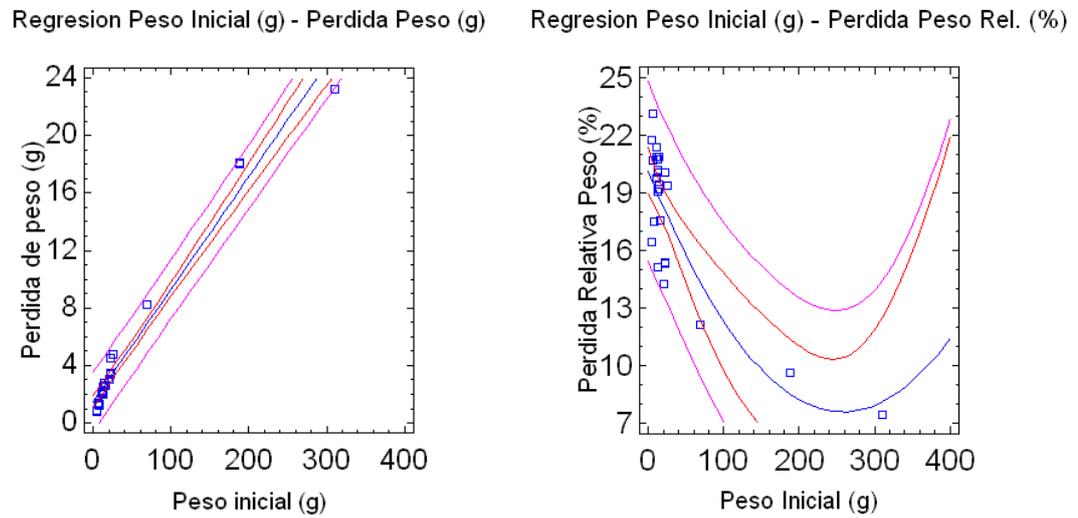


Figura 34 : Regresiones pérdida de peso en relación al peso inicial de los sargos en ayuno

Se confirma por tanto estadísticamente, que las pérdidas absolutas son mayores para los peces mayores, y que las pérdidas relativas son menores.

Los análisis corporales están pendientes, por lo que no se ha determinado la pérdida de proteína y energía corporal, y por lo tanto, tampoco los coeficientes metabólicos de la energía y de la proteína.

3.8.4. Estudio del crecimiento del sargo picudo alimentado con diferentes fuentes proteicas.

Introducción general.

Las principales especies de peces que se producen en España son de hábitos carnívoros. Éste es el caso de la dorada, lubina, rodaballo, trucha o atún, conjunto que representa cerca del 96% del total de la producción, actualmente dependientes del uso de harinas de pescado u otros recursos pesqueros como única fuente de proteína para la elaboración de sus piensos, lo que produce una sobreexplotación de los recursos marinos (FAO, 1995 y 1998).

Se estima que para producir un kilogramo de pescado alimentado con pienso se emplean de 2 a 5 kg. de pescado fresco (Beveridge, 2001; Scottish Executive, 2002). Si esta actividad continúa con la tasa de crecimiento que ha venido registrando, es evidente que la escasez de la principal fuente proteica de las dietas hará de la acuicultura una actividad no sostenible y poco rentable. Por ello, los esfuerzos van encaminados hacia la búsqueda de fuentes proteicas alternativas, fundamentalmente de origen vegetal, que puedan sustituir parcial o totalmente a la harina de pescado, sin afectar negativamente a parámetros de crecimiento, calidad y precio.

Dentro de los espáridos mediterráneos, el sargo picudo *Diplodus puntazzo* reúne una serie de características que lo hacen interesante para su producción: es una especie omnívora, es un producto de calidad que posee un cierto interés comercial, gran facilidad de adaptación y buenas tasas de crecimiento.

Por todo ello parece lógico el estudio de nuevas fuentes proteicas vegetales en sargo picudo, para ver como estas afectan al crecimiento, parámetros nutritivos y calidad del producto final.

Material y métodos generales.

En el presente estudio se prueban diferentes niveles de inclusión de concentrado proteico de guisante (20, 40 y 60%), torta de girasol (10, 20 y 30%) y la pulpa de naranja. Esta última, no como fuente proteica sustitutiva a la harina de pescado, ya que su nivel proteico es muy bajo, sino como fuente de carbohidratos, sustituyendo totalmente al trigo.

Todos los piensos experimentales utilizados en este trabajo fueron elaborados mediante un proceso de cocción-extrusión en la Fábrica de Piensos del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia. Para ello se empleó un extruder semi-industrial de la casa *Clextral* modelo BC45 (Figura 17).

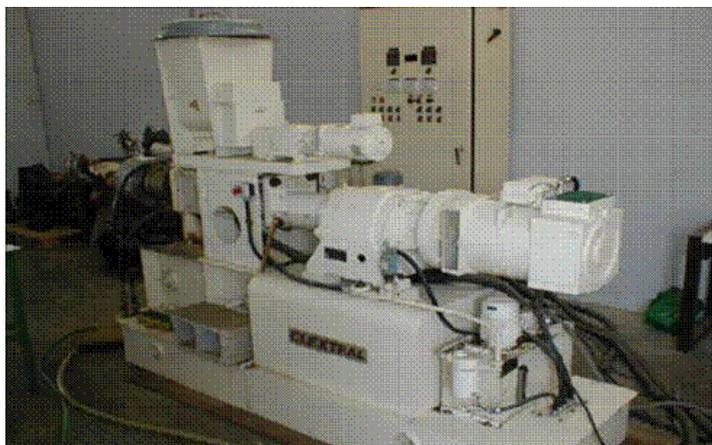


Figura 17: Extruder semi-industrial *Clextral* BC45.

Para la fabricación de los piensos se pesaron individualmente cada uno de los ingredientes secos (harinas, carbohidratos, vitaminas y aglutinante). Se realizó un premezclado de los mismos, exceptuando las vitaminas que se adicionaron posteriormente para evitar pérdidas. Seguidamente se procedió a la molienda con un molino de martillos y tras ésta, se introdujeron todos los ingredientes en la mezcladora, donde se adicionaron las vitaminas. El aceite de pescado se introdujo cuando el resto de ingredientes se habían mezclado adecuadamente. Por último, el pienso fue extrusionado a condiciones de velocidad, presión y temperatura determinadas.

Los alevines de *Diplodus puntazzo* procedían de una hatchery italiana y llegaron al Laboratorio de Acuicultura a finales de octubre de 2006 con un peso de 5 g.

Inicialmente fueron mantenidos en cuarentena en tanques y alimentados con un pienso comercial (Ecoplus 15, Dibaq, S.A.) con un 45% de proteína y 15% de lípidos. Al inicio de los experimentos los peces tenían un peso medio de 14 g siendo distribuidos al azar en los diferentes cestillos con una capacidad de 98 l.

Los tanques en los que están ubicados los cestillos se encuentran dentro de un sistema de circuito cerrado con aireación y temperatura constante para mantener las condiciones óptimas a lo largo de los experimentos.

La alimentación se realizó dos veces al día, una por la mañana y otra toma por la tarde, a saciedad, exceptuando los sábados, que se alimentó con una única toma por la mañana.

Cada 21 días se realizó un control de peso (muestreo) para conocer la evolución del crecimiento de los animales. Para ello, los peces ayunaron las 24 horas anteriores al control. Se extrajeron todos los peces correspondientes al mismo tanque (aprovechando el vacío para limpiarlos). Seguidamente se colocaron en cubas llenas de agua a las que se añade la esencia de clavo (anestésico) que facilita el manejo de los animales. Una vez pesados, los peces se devolvían a sus correspondientes tanques.

Los parámetros de crecimiento y eficiencia nutritiva expuestos en el presente trabajo se obtuvieron mediante las siguientes expresiones:

- Tasa de crecimiento instantáneo (%/día):

$$TCI = \frac{\ln(\text{peso medio final}) - \ln(\text{peso medio inicial})}{\text{tiempo}} \times 100$$

- Índice de conversión del alimento:

$$ICA = \frac{\text{Ingesta total}}{\text{Biomasa (final)} - \text{Biomasa (inicial)}}$$

- Tasa de alimentación diaria (%/d):

$$TAD = \frac{\text{Ingesta total}}{(\text{Biomasa final} + \text{Biomasa inicial})/2 * \text{tiempo}} \times 100$$

3.8.4.1. Efecto de la inclusión de pulpo de naranja sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo del sargo picudo.

Material y métodos

Esta prueba, como ya se ha comentado en el informe no es una prueba de fuentes proteicas como tal, puesto que la materia prima en cuestión, la pulpa de naranja, tiene un bajo contenido proteico, y por ello no se podía usar como sustitutiva a la harina de pescado. Debido al gran excedente que hay de este producto en la Comunidad Valenciana, se decidió probarla en piensos para peces, y estudiando su valor nutritivo se optó por sustituir todo el trigo de un pienso control (principal fuente de carbohidratos) por pulpa de naranja, y ver el efecto que esto tenía en el sargo picudo. Los dos piensos resultantes se pueden ver en la Tabla 16.

Tabla 16: Formulación y Composición de los piensos experimentales.

Ingredientes (g kg ⁻¹)	Control	Pulpa
Harina Pescado	571	567
Pulpa naranja	0	234
Trigo	226	0
Dextrina	50	50
Aceite de Soja	51	49
Ac. Pescado	92	90
Complejo vitamínico y mineral	10	10

Resultados y Discusión

En la Figura 18 se muestra la evolución del peso medio de los sargos, durante los 105 días que de momento lleva el experimento de pre-engorde de sargo con la pulpa de naranja.

Se observó un buen crecimiento en los sargos alimentados con pulpa de naranja, no apreciándose diferencias con los alimentados con el pienso control.

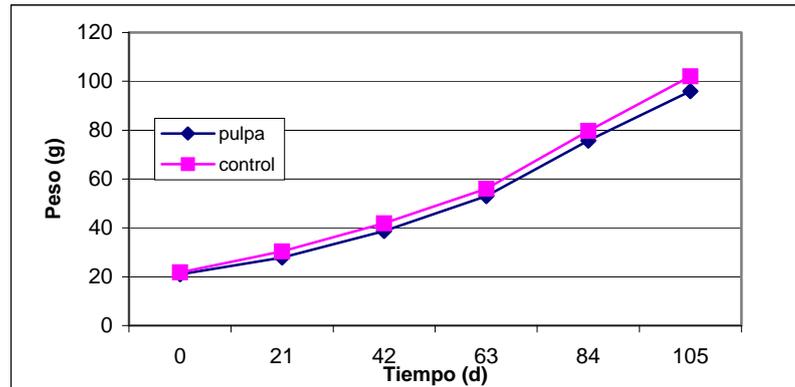


Figura 18: Peso medio de los sargos alimentados con pulpa de naranja.

Al estudiar el crecimiento y los parámetros nutritivos estadísticamente (Tabla 17), se puede ratificar lo dicho anteriormente, ya que tanto el peso final como el TCI son similares en los dos tratamientos, sin embargo hay que tener en cuenta un hecho muy importante y es que la tasa de alimentación diaria es significativamente mayor en los sargos alimentados con la pulpa, por lo que para obtener un crecimiento similar en sargos de pre-engorde es necesaria una mayor cantidad de pienso con pulpa de naranja, lo que obligará a realizar un estudio económico de estos piensos.

Tabla 17: Parámetros de crecimiento y de eficiencia nutritiva

<i>Tratamiento</i>	<i>Pulpa Naranja</i>	<i>Control</i>
Peso inicial (g)	21.0	21.9
Peso final (g)	95,9	102,6
TCI (%/d)	1.43	1.49
TAD (%/d)	2.67 ^a	2.20 ^b
ICA	2.31 ^a	1.93 ^b

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=3)

Covariable: Peso medio inicial: TCI, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCI= 100 x ln (peso final / peso inicial) / días.

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día. Índice de Conversión del Alimento.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

Los índices biométricos, los análisis corporales y el valor productivo de la proteína y de la energía se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18: Parámetros corporales y composición y eficacias

<i>Tratamiento</i>	<i>Iniciales</i>	<i>Pulpa Naranja</i>	<i>Control</i>
Factor Condición		1,97	1,91
IVS (%)		6,86	6,53
IHS (%)		1,17	0,96
IGV (%)		1,97	1,91
Humedad (%)	67,8	66,3 a	64,1 b
Proteína (%)	16,0	17,0	16,8
Grasa (%)	12,1	11,3 a	15,4 b
Cenizas (%)	4,6	3,7	3,6
VPP (%)		18,4 a	22,9 b
VPE (%)		18,5 a	26,5 b

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=3)

El porcentaje de humedad fue inferior y el de grasa superior en los peces alimentados con el pienso control. En esta se observa que la eficiencia tanto proteica como energética, fue significativamente mayor en los peces alimentados con el pienso control (22.9 y 26.5%, respectivamente), que el peces alimentados con pulpa de naranja (18.4 y 18.5%, respectivamente).

3.8.4.2. Efecto de la inclusión de concentrado proteico de guisante sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de alevines de sargo.

Material y Métodos

El peso medio inicial de los sargos fue de 14 g, distribuidos al azar a razón de 18 peces por cestillo (capacidad de 98 l) y tres cestillos por tanque de 600 litros. La alimentación se realizó a saciedad dos veces al día, mañana y tarde, excepto los sábados, que se alimentó una única vez por la mañana.

Cada 21 días se realizó un control de peso (muestreo) para conocer la evolución del crecimiento de los animales. Para ello, los peces ayunaron las 24 horas anteriores al control.

Se fabricaron 4 piensos con distintos niveles de sustitución de harina de pescado por concentrado proteico de guisante: 0, 20, 40 y 60 %, que se denominaron G-0, G-20, G-40 y G-60 (Tabla 19), respectivamente.

Tabla 19: Formulación y composición de los piensos experimentales con guisante

Ingredientes (g kg⁻¹)	G-0	G-20	G-40	G-60
Harina Pescado	550	442	333	225
Guisante	0	162	325	487
Trigo	239	180	120	61
Dextrina	50	50	50	50
Aceite de Soja	51	51	51	51
Ac. Pescado	100	104	108	112
Metionina	0	1	3	4
Complejo vitamínico y mineral	10	10	10	10

El pienso G-0, en el que no hubo sustitución, sirvió de dieta control como base de comparación de resultados frente al resto de ensayos. Todos tuvieron un contenido proteico de 42-43 % y lipídico de 18-19 %.

Resultados y Discusión

En la Figura 19 se muestra la evolución del peso medio de los sargos, durante los 125 días duró el experimento de pre-engorde de sargo con el concentrado proteico de guisante.

Durante los primeros meses no se observaron diferencias en el crecimiento de los sargos alimentados con los diferentes piensos, pero en los muestreos finales, parece que los piensos con un menor porcentaje de guisante produjeron un mayor crecimiento.

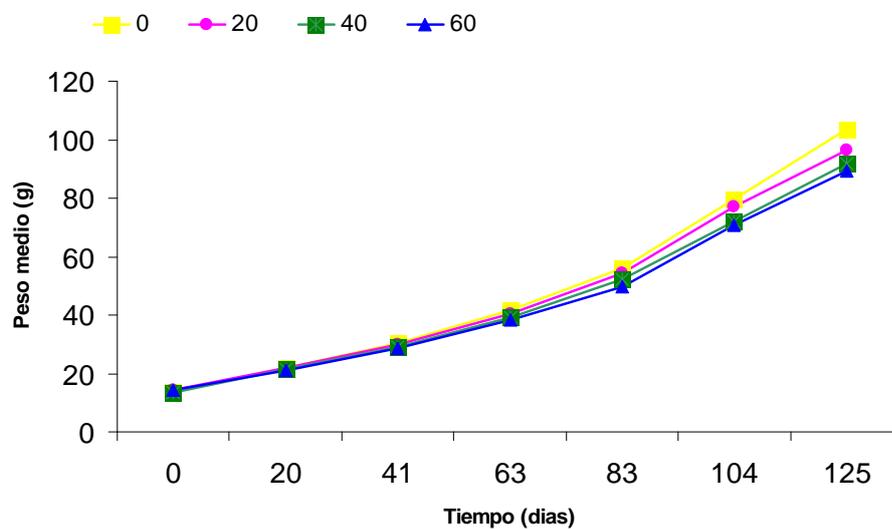


Figura 19: Evolución del peso medio de los sargos alimentados con guisante.

El estudio estadístico del crecimiento y de los parámetros nutritivos (Tabla 20), ratifica lo anterior, ya que tanto el peso final como el TCI disminuyen a medida que aumenta el nivel de concentrado de guisante. No aparecieron diferencias en la tasa de alimentación diaria (TAD) e índice de conversión (ICA).

Tabla 20: Parámetros de crecimiento y de eficiencia nutritiva de alevines de sargo alimentados con guisante

PIENSO	G-0	G-20	G-40	G-60
PESO INICIAL (g)	14.1	14.4	13.6	14.2
PESO FINAL (g)	103 ^c	96 ^b	92 ^{ab}	89 ^a
TCI (%/d)	1.59 ^c	1.54 ^b	1.50 ^{ab}	1.47 ^a
TAD (%/d)	2.16	2.06	2.11	1.94
ICA	1.91	1.84	1.90	1.78

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=3)
Covariable: Peso medio inicial: TCI, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCI= 100 x ln (peso final / peso inicial) / días.

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día. Índice de Conversión del Alimento.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

A la vista de los resultados, se puede concluir que la inclusión de guisante a niveles superiores a 20% tiene efectos negativos en los alevines del sargo picudo.

Al final del experimento, se sacrificaron 5 peces de cada cestillo para el análisis de parámetros y composición corporal (Tabla 21 y Tabla 22).

Tabla 21: Parámetros corporales de alevines de sargo alimentados con guisante

<i>PIENSO</i>	<i>G-0</i>	<i>G-20</i>	<i>G-40</i>	<i>G-60</i>
Factor de Condition	1.91	1.96	1.96	2.04
Índice Hepatosomático (%)	0.96 ^b	0.77 ^a	0.79 ^{ab}	0.66 ^a
Índice de grasa visceral (%)	1.17	1.23	1.42	1.32
Índice Viscerosomático (%)	6.53	6.22	6.45	7.12
Rendimiento de la canal (%)	78	79	78	78

Únicamente el índice hepatosomático presentó diferencias significativas, de forma que el peso del hígado fue mayor para los sargos alimentados con el pienso control.

Respecto a la composición corporal, el nivel lipídico fue mayor en los sargos del pienso control, y la humedad corporal menor.

Tabla 22: Composición corporal de alevines de sargo alimentados con guisante

<i>PIENSO</i>	<i>Initial</i>	<i>G-0</i>	<i>G-20</i>	<i>G-40</i>	<i>G-60</i>
Humedad (%)	69.57	63.58 ^c	64.81 ^{ab}	64.12 ^{bc}	65.26 ^a
Proteína (%)	15.10	17.22	17.19	17.47	17.53
Lípidos (%)	11.11	14.82 ^b	12.32 ^a	13.28 ^a	12.57 ^a
Cenizas ((%)	4.39	3.73	3.94	4.04	3.99
VPP (%)		24.0	24.0	23.5	25.0
VPE (%)		26.5	23.8	24.1	25.1

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=3)

En las eficiencias proteicas y energéticas no se observaron diferencias estadísticas significativas.

3.8.4.3. Efecto de la inclusión de girasol sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de alevines de sargo picudo.

Material y Métodos

El peso medio inicial de los sargos fue de 14 g, distribuidos al azar a razón de 18 peces por cestillo (capacidad de 98 l) y tres cestillos por tanque de 600 litros. La alimentación se realizó a saciedad dos veces al día, mañana y tarde, excepto los sábados, que se alimentó una única vez por la mañana. Aproximadamente, cada 21 días se realizó un control de peso (muestreo) para conocer la evolución del crecimiento de los animales. Para ello, los peces ayunaron las 24 horas anteriores al control. En este ensayo

se emplearon 4 piensos con distintos niveles de sustitución de harina de pescado por torta de girasol: 0, 10, 20 y 30 %, (Tabla 23).

Tabla 23: Formulación y Composición de los piensos experimentales

Ingredientes (g kg ⁻¹)	GI-0	GI-10	GI-20	GI-30
Harina Pescado	550	502	454	406
Torta de Girasol	0	117	235	352
Trigo	239	167	94	23
Dextrina	50	50	50	50
Aceite de Soja	51	51	51	51
Ac. Pescado	100	103	106	118
Complejo vitamínico y mineral	10	10	10	10

Resultados y Discusión

En la Figura 20 se muestra la evolución del peso medio de los sargos, durante los 125 días del ensayo. El crecimiento fue similar para todos los peces, sin que se observen diferencias entre los distintos niveles de esta fuente proteica.

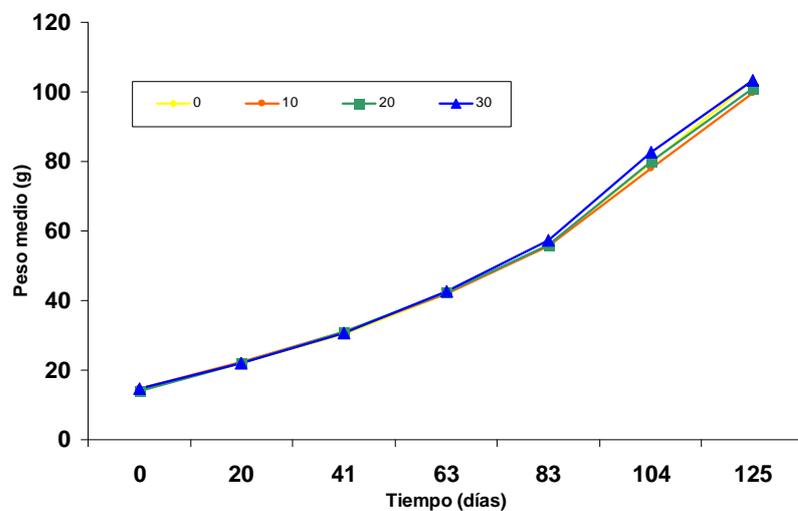


Figura 20: Evolución del peso medio de los sargos alimentados con girasol.

No aparecieron diferencias significativas en el crecimiento o en los parámetros nutritivos (Tabla 24), por lo que el empleo de un 30 % de girasol en el pienso de alevines de sargo no causa ningún efecto negativo.

Tabla 24: Parámetros de crecimiento y de eficiencia nutritiva de alevines de sargo alimentados con girasol

PIENSO	GI-0	GI-10	GI-20	GI-30
PESO INICIAL (g)	14.1	14.7	14.0	14.6
PESO FINAL (g)	103	100	100	104

TCl (%/d)	1.59	1.55	1.56	1.58
TAD (%/d)	2.16	2.20	2.27	2.11
ICA	1.91	1.93	1.98	1.85

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=3)

Covariable: Peso medio inicial: TCl, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCl= 100 x ln (peso final / peso inicial) / días.

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día. Índice de Conversión del Alimento.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

Al final del experimento, se sacrificaron 5 peces de cada cestillo para el análisis de parámetros y composición corporal (Tabla 25 y Tabla 26).

No aparecieron diferencias significativas en los parámetros corporales, tan solo parece que la grasa visceral tiende a aumentar en los sargos alimentados con mayores niveles de girasol.

Tabla 25: Parámetros corporales de alevines de sargo alimentados con girasol

<i>PIENSO</i>	<i>GI-0</i>	<i>GI-10</i>	<i>GI-20</i>	<i>GI-30</i>
Factor de Condition	1.91	1.83	1.90	2.02
Índice Hepatosomático (%)	0.96	1.01	0.80	0.96
Índice de grasa visceral (%)	1.17	1.33	1.26	1.44
Índice Viscerosomático (%)	6.53	6.90	6.93	6.96
Rendimiento de la canal (%)	78	77	77	78

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=15)

Respecto a la composición corporal, aparecieron diferencias significativas en el nivel lipídico, que fue ligeramente menor en los sargos alimentados con 20% de girasol, y su humedad corporal mayor.

Tabla 26: Composición corporal de alevines de sargo alimentados con girasol

<i>PIENSO</i>	<i>Inicial</i>	<i>GI-0</i>	<i>GI-10</i>	<i>GI-20</i>	<i>GI-30</i>
Humedad (%)	69.57	63.58 ^a	63.66 ^a	64.71 ^b	63.89 ^a
Proteína (%)	15.10	17.22	17.43	17.32	17.30
Lípidos (%)	11.11	14.82 ^b	13.39 ^{ab}	12.16 ^a	13.84 ^b
Cenizas (%)	4.39	3.72	3.85	3.83	3.90
Retención de proteína (%)		24.0	24.6	22.9	23.3
Retención de energía (%)		26.5	25.9	23.2	26.9

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=3)

3.8.4.4. Estudio del crecimiento del sargo picudo alimentado con girasol durante la fase de engorde.

Material y métodos

Tras la prueba de crecimiento de alevines de sargo picudo con diferentes contenidos en torta de girasol, en la que no aparecieron diferencias significativas, se plantea el presente ensayo para estudiar el efecto de esta fuente proteica en la fase de engorde, con el objetivo de evaluar la calidad sensorial de la carne de los sargos y estudiar la rentabilidad económica, para lo cual es necesario llegar al peso comercial.

El experimento comenzó el 30 de Julio del 2007 con 208 peces de un peso medio inicial de 106 g, que se distribuyeron a razón de 13 peces en 16 cestillos de malla plástica (capacidad de 350 l) dentro de 8 tanques de 600 l. Cada tratamiento contó con 4 repeticiones.

La composición de los piensos experimentales aparece en la Tabla 27.

Tabla 27: Ingredientes (g/Kg) y composición nutritiva de los piensos experimentales

<i>.Ingredientes</i>	<i>Nivel girasol (%)</i>			
	Gi-0	Gi-10	Gi-20	Gi-30
Harina Pescado	603	550	496	440
Turtó de Girasol	0	117	235	348
Trigo	200	132	64	3
Dextrina	50	50	50	50
Aceite Soja	46	46	46	46
Aceite Pescado	91	95	99	103
Vitaminas	10	10	10	10
Composición nutritiva				
MS (%)	92,43	92,89	93,37	94,26
PB (% ms)	45,48	45,48	44,99	44,42
GB (% ms)	20,84	20,92	21,53	21,02
CENIZAS (%)	11,64	11,45	11,22	11,23
ED (MJ/kg)	18668	18398	18121	17836
PD/ED (g(MJ)	20,54	20,83	21,12	21,3

Durante el experimento, los peces fueron alimentados a saciedad aparente dos veces al día de lunes a viernes, y el día sábado sólo una vez.

Se realizaron muestreos cada 3 semanas, para lo cual se procedía a mantener a los peces en ayuno durante 24 horas antes del muestreo. Los sargos eran anestesiados con aceite de clavo para facilitar el muestreo, para posteriormente ser pesados individualmente.

Resultados y Discusión

En la Figura 21 se observa la evolución del crecimiento de los sargos durante el experimento, observándose un crecimiento similar para todos los niveles de girasol.

En los últimos muestreos se observó un crecimiento menor de lo esperado debido en gran parte a las bajas temperaturas que se registraron como consecuencia de fallos en la bomba de calor.

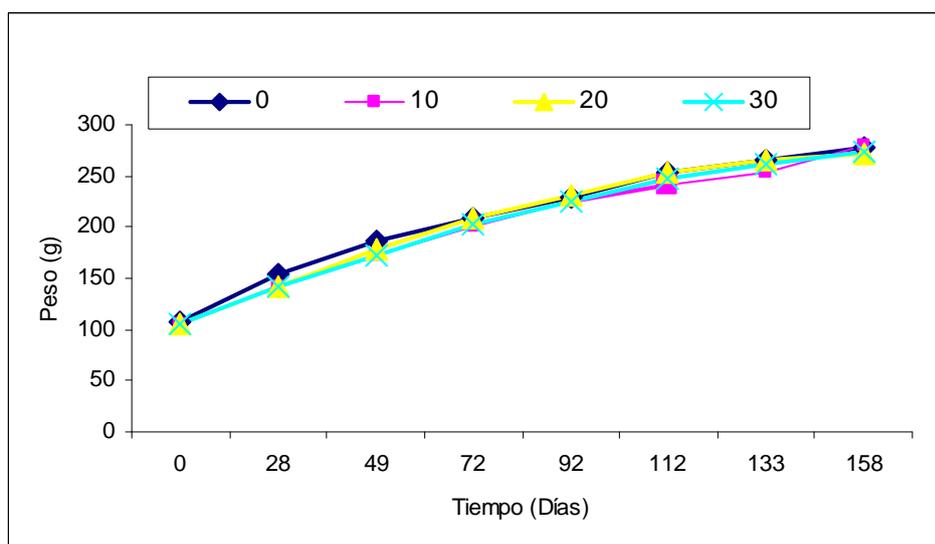


Figura 21: . Evolución del peso medio de los sargos alimentados con girasol durante el engorde

En la Tabla 28 se observa que tras los 133 días que duró el experimento el sargo picado alimentado con diferentes niveles de torta de girasol tiene diferencias de crecimiento independiente del nivel de sustitución entre tratamientos tanto en el peso final como en la TCI.

En cuanto a la eficiencia nutritiva no se observó diferencias estadísticas al final del experimento, es decir en el ICA y el coeficiente de eficacia de crecimiento (CEC).

Sin embargo en la tasa de la alimentación diaria (TAD) se observó que los peces alimentados con 30% de sustitución de torta de girasol tuvieron una menor tasa de alimentación.

Tabla 28: Efecto de los tratamientos utilizados en los parámetros de crecimiento y eficiencia nutritiva en el sargo al final del experimento

	<i>Gi-0</i>	<i>Gi-10</i>	<i>Gi-20</i>	<i>Gi-30</i>
PI	106	105	105	106
PF	275	286	272	272
TCI	0.59	0.61	0.59	0.58
ICA	3.42	3.25	3.04	3.10
TAD	1.74 ^b	1.68 ^b	1.65 ^b	1.52 ^a
CEC	0.78	0.82	0.91	0.96

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=4)

Covariable: Peso medio inicial: TCI, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCI= 100 x ln (peso final / peso inicial) / días.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día. Índice de Conversión del Alimento.

Coefficiente de eficacia de crecimiento, CEC= Incremento de biomasa (g)/ Proteína ingerida

En cuanto a parámetros biométricos (Tabla 29) de los sargos de engorde no se aprecian diferencias estadísticamente significativas en cuanto al Factor de Condición (FC), Índice Hepatosomático (IHP) e Índice Viscerosomático (IVS). En cuanto al índice de grasa visceral (IGV) observamos que los peces alimentados con un 20% de sustitución acumulan menos grasas dándonos diferencias estadísticas significativas.

Tabla 29: Parámetros biométricos del sargo picudo al final del experimento

<i>Parámetros</i>	<i>Gi-0</i>	<i>Gi-10</i>	<i>Gi-20</i>	<i>Gi-30</i>
Factor Condición	1,93	1,95	1,91	1,95
Índice Grasa Visceral	1,53 ^a	1,45 ^a	1,02 ^b	1,18 ^{a,b}
Índice Hepatosomático	1,24	2,33	1,08	0,98
Índice Viscerosomático	5,30	5,62	5,69	5,38

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=16)

En la composición corporal sólo hubo diferencias estadísticas en el % de humedad siendo los peces que se alimentaron con el pienso testigo los que obtuvieron el menor porcentaje de humedad.

En cuanto al contenido corporal de proteína bruta (PB%), grasa bruta (GB%) y cenizas no hubo diferencias entre tratamientos (Tabla 30).

Tabla 30: Datos composición índices corporales sargo picudo en la fase de engorde.

	<i>Inicial</i>	<i>Gi-0</i>	<i>Gi-10</i>	<i>Gi-20</i>	<i>Gi-30</i>
Humedad (%)	65	63.61 ^b	64.54 ^a	64.21 ^a	64.58 ^a
P.B (%)	17.44	18.40	17.79	18.16	18.15
G.B (%)	13.06	13.77	13.13	13.66	12.61
Cenizas (%)	4.28	4.22	4.10	3.89	3.98

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=4)

En la Tabla 33 se observa que en el Valor Productivo de la Proteína (VPP) no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, observando que los peces que consumen GI-30 tienen un VPP mayor.

En cuanto a la Valor Productivo de la Energía (VPE) tan solo es mayor la retención de energía en los peces alimentado con GI-20, pero sin diferencias estadísticas significativas.

Tabla 31: Eficiencias proteicas y energéticas obtenidas para cada uno de los piensos.

<i>Retenciones</i>	<i>Gi-0</i>	<i>Gi-10</i>	<i>Gi-20</i>	<i>Gi-30</i>
V.P.P	13.59	13.40	14.88	15.40
V.P.E	14.48	14.26	16.10	15.71

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=4)

Los Factores económicos son aquellos factores que determinan que pienso nos sale más económico y por lo tanto cual de ellos nos interesa más.

Claramente se observa en la Tabla 32 que cuando aumenta el contenido de torta de girasol en el pienso el precio del pienso disminuye como consecuencia del precio más elevado de la harina de pescado.

Según los datos de la Tabla 32 observamos que se encuentran diferencias estadísticas significativas, respecto al coste económico (ICE) donde el menor coste económico se obtuvo con los peces que fueron alimentados con un nivel de sustitución del 20 y 30 %.

En cuanto al índice de ganancia económico (IBE) no se encuentran diferencias estadísticas significativas.

Tabla 32: Efecto del nivel de torta de girasol sobre los parámetros económicos.

	0	Girasol 10	Girasol 20	Girasol 30
Precio pienso (€/Kg ⁻¹)	0.82	0.77	0.71	0.67
ICE (€/Kg ⁻¹) ^y	2.50 ^a	2.22 ^{ab}	1.90 ^{bc}	1.71 ^c
IBE (€/Kg ⁻¹) ^z	2.10	2.00	2.21	2.18

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=4)

^y Índice de conversión económico, ICE ((€/Kg pez⁻¹) = ICA x precio pienso

^z Índice de beneficio económico (€/pez), IBE = peso final (Kg/pez) x Precio pez(€/Kg) – ICE (€/Kg pez) x incremento del peso (Kg). El precio del *Diplodus puntazzo* es de 6.1€/Kg

www.mercamadrid.es/es/estadistica/mensuales01.asp.

3.8.5. Estudio del crecimiento y aprovechamiento nutritivo del sargo picudo alimentado con diferentes fuentes lipídicas.

3.8.5.1. Efecto de la inclusión de aceite de soja sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de juveniles de sargo.

Material y Métodos

El peso medio inicial de los sargos fue de 34 g, distribuidos al azar a razón de 10 peces por cestillo (capacidad de 98 l) y tres cestillos en cada uno de los 4 tanques de 600 litros, empleados para la prueba. La alimentación se realizó a saciedad dos veces al día, mañana y tarde, excepto los sábados, que se alimentó una única vez por la mañana. Mensualmente se realizó un control de peso (muestreo) para conocer la evolución del crecimiento de los animales. Para ello, los peces ayunaron las 24 horas anteriores al control. Se fabricaron 4 piensos con distintos niveles de sustitución de aceite de pescado por aceite de soja: 0, 25, 50 y 75 %, que se denominaron V-0, V-25, V-50 y V-75 (Tabla 33), respectivamente. El pienso V-0, en el que no hubo sustitución, sirvió de dieta control como base de comparación de resultados frente al resto de ensayos. Todos tuvieron un contenido proteico de 42-43 % y lipídico de 20%.

Tabla 33: Formulación y composición de los piensos experimentales con aceite de soja.

Ingredientes (g kg ⁻¹)	V-0	V-25	V-50	V-75
Harina Pescado	454	454	454	454
Harina de girasol	235	235	235	235
Trigo	94	94	94	94
Dextrina	50	50	50	50
Aceite de Soja	0	50	100	150
Ac. Pescado	157	107	57	7
Concentrado Vitaminas y minerales	10	10	10	10

Resultados y Discusión

En la Figura 22 se muestra la evolución del peso medio de los sargos, durante los 84 días que duró el experimento de pre-engorde con fuentes lipídicas.

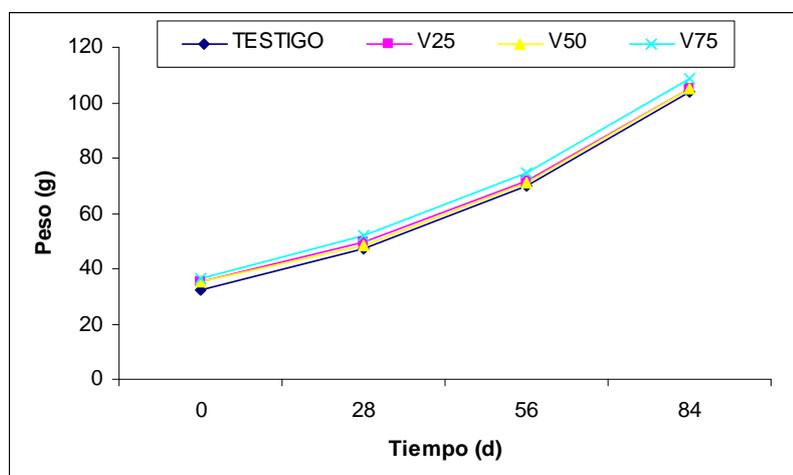


Figura 22: Evolución del peso medio de los sargos durante los 84 días que duró el experimento.

Como se observa en la anterior gráfica, durante todo el periodo de crecimiento de los sargos alimentados con los distintos niveles de sustitución de aceite de pescado por aceite de soja no hay diferencias en los pesos en función del tratamiento utilizado.

Lo observado en la figura anterior se ratifica al realizar el análisis estadístico de los parámetros de crecimiento (Tabla 34), ya que tanto el peso final como el TCI y el CTC de los peces alimentados con aceite de pescado es igual estadísticamente que los del control.

En cuanto a los parámetros nutritivos no se observan diferencias estadísticas entre piensos.

Tabla 34: Resultados de crecimiento y parámetros nutritivos del sargo alimentado con distintos niveles de sustitución de aceite de pescado por aceite de soja.

	<i>Control</i>	<i>V-25</i>	<i>V-50</i>	<i>V-75</i>
Pi	32.3	35.3	35.0	36.2
Pf	108.4	103.7	104.6	105.7
TCI	1.36	1.31	1.32	1.33
TAD	2.69	2.50	2.66	2.64
ICA	2.17	2.11	2.28	2.28
CEC	1.16	1.19	1.12	1.17

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=3)

Covariable: Peso medio inicial: TCI, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCI= 100 x ln (peso final / peso inicial) / días.

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día. Índice de Conversión del Alimento.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

Coefficiente de eficacia de crecimiento, CEC= Incremento de biomasa (g)/ Proteína ingerida

Están pendientes los análisis de composición corporal de los peces y los análisis de ácidos grasos del músculo, así como los cortes histológicos del hígado de los peces.

3.8.5.2. Efecto de la inclusión de sebo animal sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de juveniles de sargo picudo.

Material y Métodos

Se emplearon 120 sargos con un peso medio inicial de 34 g, distribuidos al azar a razón de 10 peces por cestillo (capacidad de 98 l) y tres cestillos por 4 tanques de 600 litros. La alimentación se realizó a saciedad dos veces al día, mañana y tarde, excepto los sábados, que se alimentó una única vez por la mañana.

Cada mes se realizó un control de peso (muestreo) para conocer la evolución del crecimiento de los animales. Para ello, los peces ayunaron las 24 horas anteriores al control.

Se fabricaron 4 piensos con distintos niveles de sustitución de aceite de pescado por Sebo: 0, 25, 50 y 75 %, que se denominaron 0, S-25, S-50 y S-75 (Tabla 35), respectivamente. El pienso 0, en el que no hubo sustitución, sirvió de dieta control como base de comparación de resultados frente al resto de ensayos. Todos tuvieron un contenido proteico de 42-43 % y lipídico de 20%.

Tabla 35: Formulación y composición de los piensos experimentales con sebo animal

Ingredientes (g kg ⁻¹)	0	S-25	S-50	S-75
Harina Pescado	454	454	454	454
Harina de girasol	235	235	235	235
Trigo	94	94	94	94
Dextrina	50	50	50	50
Sebo	0	50	100	150
Ac. Pescado	157	107	57	7
Concentrado Vitaminas y minerales	10	10	10	10

Resultados y Discusión

En la Figura 23 se muestra la evolución del peso medio de los sargos, durante los 84 días que duró el experimento de pre-engorde con fuentes lipídicas.

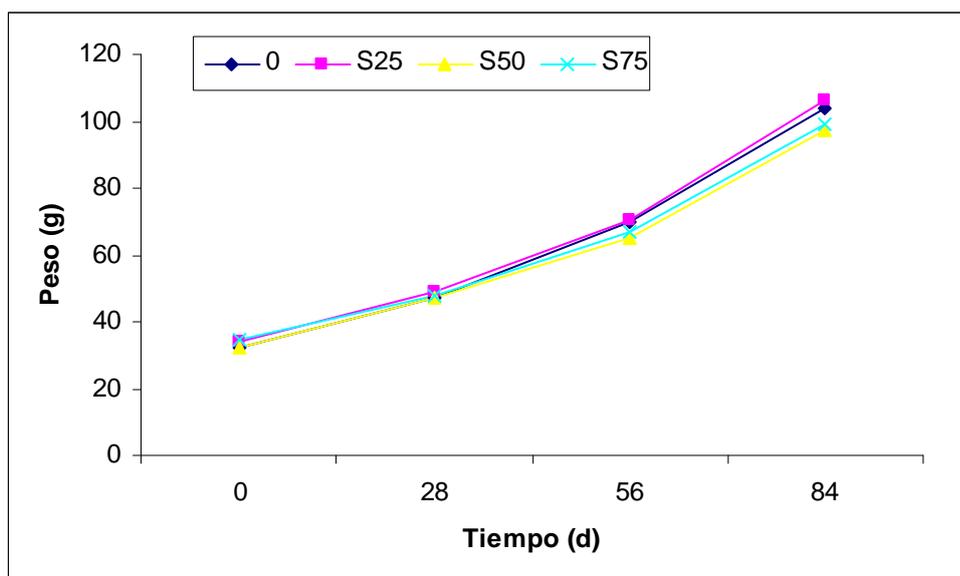


Figura 23: Evolución del peso medio de los sargos durante los 84 días que duró el experimento.

Como se observa en la anterior gráfica, durante todo el periodo de crecimiento de los sargos alimentados con los distintos niveles de sustitución de aceite de pescado por sebo animal no hay diferencias en los pesos en función del tratamiento utilizado.

Tabla 36: Resultados de crecimiento y parámetros nutritivos del sargo alimentado con distintos niveles de sustitución de aceite de pescado por sebo animal.

	0	S-25	S-50	S-75
Pi	32.3	34.0	32.5	34.8
Pf	105.7	105.2	98.6	96.8
TCI	1.37	1.37	1.29	1.27
CTC	0.0019	0.0019	0.0017	0.0017
TAD	2.7	2.5	2.5	2.5
ICA	2.17	2.05	2.13	2.21
CEC	1.19	1.21	1.17	1.19

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, p-value<0.05 (n=3)

Covariable: Peso medio inicial: TCI, Peso final.

Tasa de Crecimiento Instantáneo (% día⁻¹), TCI= 100 x ln (peso final / peso inicial) / días.

Tasa de Alimentación Diaria (g 100 g Pez⁻¹ día⁻¹), TAD = 100 x ingesta total (g) / biomasa media (g) x día. Índice de Conversión del Alimento.

Índice de conversión del Alimento, ICA = ingesta total del pienso (g) / incremento de la biomasa (g).

Coefficiente de eficacia de crecimiento, CEC= Incremento de biomasa (g)/ Proteína ingerida

Lo observado en la figura anterior se ratifica al realizar el análisis estadístico de los parámetros de crecimiento (Tabla 36), ya que tanto el peso final como el TCI y el CTC de los peces alimentados con sebo es igual estadísticamente que los del control.

En cuanto a los parámetros nutritivos no se hallaron diferencias estadísticas entre piensos.

Están pendientes los análisis de composición corporal de los peces y los análisis de ácidos grasos del músculo, así como los cortes histológicos del hígado de los peces.

Se está realizando un prueba de engorde de sargos con los piensos 0, V-50 y S-50, con el fin de poder realizar un análisis sensorial. Una vez finalizado el periodo de engorde se realizará una realimentación con el pienso 0, con el objetivo de evaluar el tiempo necesario para restaurar la composición de ácidos grasos del músculo.

3.8.6. Bases biológicas para el estudio de rentabilidad de granjas de dentón.

En base a los datos previos de crecimiento del dentón obtenidos en Baleares (Pastor y col., comunicación personal) se ha estimado un valor del Coeficiente Térmico de Crecimiento (CTC) del dentón de 0,00222, que ha permitido estimar el crecimiento de los diferentes lotes a la largo del año (Figura 24).

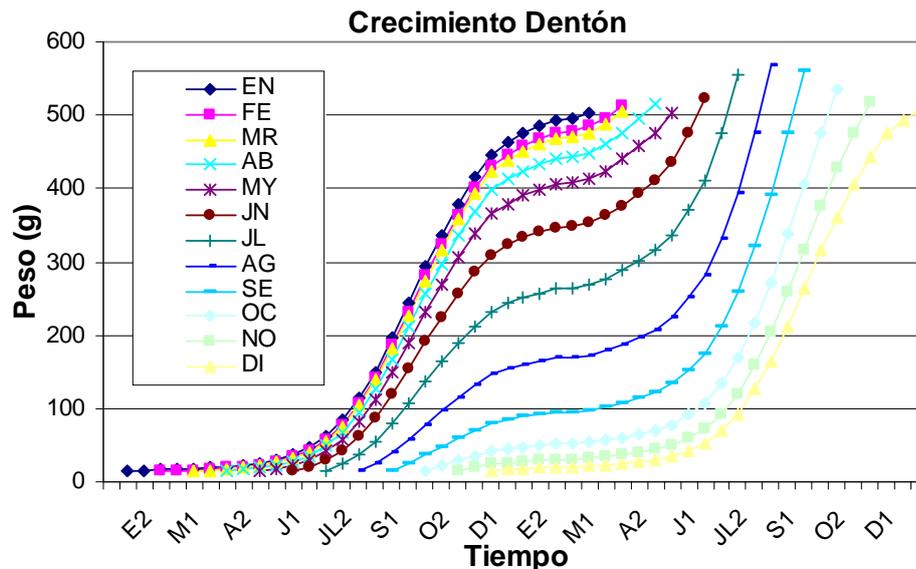


Figura 24: Curvas de crecimiento estimadas (CTC = 0,00222) de diferentes lotes de dentón

Asimismo, se han estimado los datos necesarios (Tabla 37) para el estudio de rentabilidad de la producción del dentón en jaulas marinas, desarrollado en colaboración de la Comunidad Autónoma de Murcia y cuyos resultados se presentan en otro apartado.

Entre las ventajas es posible destacar la mayor velocidad de crecimiento, 12-13 meses frente a los 16-18 de la dorada, y menor índice de conversión, 1,3 frente al 1.8-2.0 de la dorada, y el mayor precio de venta actual, en torno a los 7,5 euros/kg.

Tabla 37: Parámetros base para el estudio de rentabilidad de la producción del dentón en jaulas marinas

	DENTÓN
Peso medio inicial (gr)	15
Peso medio final (g)	500
Duración media ciclo (días)	388
Mortalidad (%)	15

Precio alevín (€/ud)	1
Índice de conversión	1,3
Precio pienso (€/kg)	1
Carga máxima (kg/m ³)	12
Precio venta (€/kg)	7,5

No obstante, existen unos serios inconvenientes, como son la menor densidad de producción, y sobre todo la elevada mortalidad larvaria, que origina un precio de venta del alevín muy elevado, 1 euros frente a 0,35 en la dorada.

BIBLIOGRAFÍA

- Blanquer, A.; Tomas, A.; Zegrari, S.; Moñino, A.; Asturiano, J.; Lázaro, R.; Pérez, L.; Espinós, F.J.; Blasco, J.; Tiana, A.; Jover, M. 2001 Estudio del efecto de la tasa de alimentación en el crecimiento y el aprovechamiento nutritivo de la dorada en jaulas marinas. VIII Congreso Nacional de Acuicultura, Cantabria 2001. Pag 97
- Lupatsch, I. G. Wm. Kissil, D. Sklan, E. Pfeffer, 2001. "Effects of varying dietary protein and energy supply on growth, body composition and protein utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.)." *Aquacult. Nutr.* 7: 71 – 80.
- Lupatsch, I. G. Wm. Kissil, 2003. "Defining energy and protein requirements of gilthead seabream (*Sparus aurata*) to optimise feeds and feeding regimes". *Isr J of Aquacult/ Bamidgeh.* 55: 243-257.
- Lupatsch, I.; Kissil, G. Wm.; Sklna D. 2003. Comparision of energy and protein efficiency among three fish species gilthead sea bream (*Sparus aurata*), European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and white grouper (*Epinephelus aeneus*): energy expenditure for protein and lipid deposition. *Aquaculture* 225 175-189.

4. CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL

4.1. VALOR NUTRICIONAL Y TERAPEUTICO

Coordina: IMIDA (Murcia).

Participan: IFAPA (Andalucía), LIMIA (Baleares), ICCM-ULPAC (Canarias), CIMA-IEO de Vigo (Galicia), IMIDA (Murcia), UPV (Valencia).

4.1.1. Introducción.

El pescado se compone preferentemente de agua, proteínas y grasa, y en menor proporción contiene algunas vitaminas y minerales. El pescado, no sólo presenta un elevado contenido en proteínas sino que además se trata de proteínas de elevado valor biológico, es decir, ricas en aminoácidos esenciales. Además su proteína es más fácil de digerir que la proteína de la carne.

En las últimas décadas, el interés por los lípidos en la nutrición humana se ha centrado en las evidencias de una relación entre la cantidad y calidad de la grasa ingerida y la incidencia de padecer determinadas enfermedades. Un exceso de grasa saturada en la dieta se ha asociado con unos niveles elevados de colesterol en plasma, y estos se correlacionan positivamente con un mayor riesgo de sufrir infarto, aterosclerosis, trombosis, etc. Por el contrario, otro tipo de grasa alimentaria, la grasa poliinsaturada, y especialmente la de la serie n-3, se ha considerado como un componente dietario cardioprotector.

La grasa marina, rica en ácidos grasos n-3, tiene la capacidad de disminuir el colesterol de la sangre (efecto hipocolesterolemiante), así como la de impedir la formación de trombos y aumentar la fluidez de la sangre (efecto antitrombótico). Ambos efectos hacen del pescado uno de los alimentos más eficaces en la prevención y el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares.

La calidad del pescado cultivado puede verse modificada por factores fisiológicos (edad, tasa de crecimiento, maduración sexual), medioambientales (temperatura del agua, salinidad, presión, flujo de agua, etc.) y alimenticios (ciclo de alimentación, ayuno, sobrealimentación, composición de la dieta). Para determinar la calidad de las especies de espáridos con las que se ha trabajado en este proyecto una vez alcanzado el tamaño comercial se han valorados dos aspectos: por una parte el estado nutritivo del pez, mediante la determinación de diversos índices biométricos y somáticos y por otra parte, su valor nutricional. Para ello se ha determinado, de una muestra significativa de los ejemplares en engorde, los porcentajes de minerales, proteína, grasa y humedad del músculo así como el perfil de ácidos grasos de su carne.

4.1.2. Material y métodos.

De una muestra de 15 ejemplares de cada especie se tomó su peso y longitud total. Con estas medidas se calculó el índice de condición = $\text{peso total} \times 100 / \text{longitud total}$. Se procedió a disección de cada pez y se determinó el peso de las gónadas, el hígado, la grasa perivisceral, el peso del animal eviscerado y la porción comestible (EP) (el pez eviscerado y desprovisto de cabeza, espinas y cola). Con los pesos de estos órganos se calculó el índice gonadosomático = $\text{peso de las gónadas} \times 100 / \text{peso total}$; el índice hepático = $\text{peso hígado} \times 100 / \text{peso total}$; el porcentaje comestible = $\text{peso filetes} \times 100 / \text{peso total}$, la relación peso eviscerado/peso total = $\text{peso eviscerado} \times 100 / \text{peso total}$ y el porcentaje de grasa mesentérica = $\text{peso grasa mesentérica} \times 100 / \text{peso total}$.

Una vez hechas todas las medidas, la parte comestible de cada ejemplar fue triturada y homogeneizada para la posterior determinación de su composición en macronutrientes según los métodos propuestos por la AOAC (1997).

Para la determinación del perfil de ácidos grasos se realizó la extracción de grasa mediante la técnica de Folch *et al.* (1957). La posterior metilación de sus ácidos grasos se realizó mediante el método de Stoffel *et al.* (1959).

Los valores de los índices aterogénico (IA) y trombogénico (IT) fueron calculados según las fórmulas propuestas por Ulbricht y Southgate (1991).

$$IA = \frac{12:0 + 4 \times (14:0) + 16:0}{AGPI_{n-3} + AGPI_{n-6} + 18:1 + \sum \text{otrosAGMI}}$$

$$IT = \frac{14:0 + 16:0 + 18:0}{0,5 \times (18:1) + 0,5 \times (\sum \text{otrosAGMI}) + 0,5 \times (AGPI_{n-6}) + 3 \times (AGPI_{n-3}) + \left(\frac{AGPI_{n-3}}{AGPI_{n-6}} \right)}$$

La procedencia de los alevines de cada especie, el sistema de cultivo utilizado para su crianza hasta tamaño comercial y la dieta administrada se detallan a continuación.

<i>Datos generales de los individuos utilizados para la valoración nutricional de 5 especies de espáridos en tamaño comercial.</i>			
Procedencia alevines	Sistema de cultivo	Dieta	Número de muestras
Besugo			
IEO- Vigo	Intensivo	SORGAL P/L: 50/12;	
Dentón			
LIMIA	Jaulas	Power (Skretting)	15
Hurta			
IFAPA "El Toruño"	Jaulas	Power (Skretting)	15
Pargo			
ICCM	Intensivo	Proaqua P/L: 50/12	15
Sargo picudo			
Salvajes	Tanques	Excel (Skretting)	15

4.1.3. Resultados y discusión.

Todas las especies estudiadas se encontraban en el tamaño comercial habitual (300-450 g) excepto el dentón que tenía un peso medio de 3000g (Tabla 1). Tanto el besugo como el dentón son especies que se consumen habitualmente con un tamaño mayor que otros espáridos, pero el besugo, debido a su lento crecimiento, se comercializan en el tamaño utilizado (350-400g).

Tabla. 1. Peso y talla de 5 espáridos en tamaño comercial.

	Peso total (gr)	Peso eviscerado (gr)	Longitud total (cm)
Besugo			
Media	331.83	303.31	26.80
Desv.estándar	52.35	47.60	1.54
Máximo	436.56	397.93	29
Mínimo	257.56	235.33	23.5
Dentón			
Media	3040.90	2822.76	55.77
Desv.estándar	682.27	618.90	2.86
Máximo	4730.00	4360.00	61.40
Mínimo	2153.66	2007.76	50
Hurta			
Media	332.6		25.6
Desv.estándar	59.7		1.7
Máximo	468		29
Mínimo	273		24
Pargo			
Media	402.18	365.14	24.76
Desv.estándar	55.58	56.10	1.89
Máximo	502.2	430	26.7
Mínimo	257.5	239.4	21.2
Sargo picudo			
Media	351.53	328.93	24.01
Desv.estándar	31.24	29.35	1.26
Máximo	392.00	366.00	27.30
Mínimo	285.00	264.00	22.20

El peso del hígado es bajo en el sargo picudo, más alto en hurta y pargo y, en proporción, mayor para besugo y dentón (Tabla 2). Sin embargo, el sargo picudo tiene bastante grasa mesentérica, como el besugo; en menor cantidad el dentón y la hurta, siendo inapreciable en el pargo.

El peso de las gónadas (Tabla2) fue escaso en todos los casos, siendo incluso difícilmente apreciable en el caso del pargo, con la excepción de los dentones que, al tratarse de animales de mayor edad, presentaron un desarrollo gonadal considerable. El peso de los filetes sólo se ha podido determinar en dentón y sargo picudo.

En la Tabla 3 se presentan los cálculos del factor de condición, el índice gonadosomático, el índice hepático, el porcentaje comestible, la relación peso eviscerado / peso total y el porcentaje de grasa mesentérica para las cinco especies de espáridos.

El índice de condición tiene un valor en torno a 1.7 para besugo y dentón y a 2.5 para pargo y sargo picudo.

El porcentaje comestible sólo se ha podido determinar en dos especies, pero se encuentra en los valores habituales (50-60%).

Tabla.2. Pesos de diversos órganos o fracciones de 5 espáridos en tamaño comercial.

	Peso hígado	Peso grasa mesentérica	Peso gónada	Peso filete
Besugo				
Media	5.53	6.71	0.81	
Desv.estándar	1.17	3.93	0.37	
Máximo	7.91	9.52	1.17	
Mínimo	3.68	2.3	0.58	
Dentón				
Media	60.52	35.35	34.37	1912.78
Desv.estándar	18.65	15.66	25.19	460.05
Máximo	100.67	63.41	96.60	3078.00
Mínimo	41.67	7.36	14.13	1335.60
Hurta				
Media	3.48	4.71		
Desv.estándar	0.93	4.30		
Máximo	4.34	15.18		
Mínimo	1.82	1.65		
Pargo				
Media	4.27	No apreciable	No apreciable	No determinado
Desv.estándar	0.97	n.a.	n.a.	n.d.
Máximo	5.9	n.a.	n.a.	n.d.
Mínimo	2.0	n.a.	n.a.	n.d.
Sargo picudo				
Media	2.74	7.51	1.06	186.93
Desv.estándar	0.85	1.70	0.71	17.87
Máximo	5.11	10.45	1.91	223.00
Mínimo	1.59	4.55	0.20	163.00

La relación peso eviscerado/peso total es alta en todas las especies estudiadas (90-95%).

El porcentaje de grasa mesentérica se encuentra en torno al 1% para dentón y hurta, y en torno al 2% para besugo y sargo picudo, siendo difícilmente apreciable en el pargo.

Los resultados de la composición en macronutrientes del músculo se presentan en la Tabla 4.

Como era de esperar todos los pescados analizados presentaron un elevado contenido en proteína (16-22%) encontrándose todos los valores en un rango estrecho.

El contenido en agua presentó una mayor variación (65-75%) encontrándose, en general, una relación inversa entre sus contenidos en grasa y humedad, de modo que el espárido con menor contenido acuoso (65,44%), el besugo, fue el que también el más rico en grasa (13,27%). Atendiendo al contenido en grasa muscular podemos formar tres grupos. Por un lado, dentón, hurta y pargo presentan contenidos en lípidos bajos (2.3, 2.3 y 2.9%, respectivamente). El sargo picudo presenta un contenido intermedio (5.7%) y el besugo alto (13.3%). Si bien, las variaciones en el contenido en agua tienen una repercusión nula o escasa sobre la calidad nutritiva de estos espáridos, no ocurre así con su contenido en grasa que repercute de forma directa y fundamental sobre su valor energético.

Tabla 3. Diversos índices biométricos y somatométricos de 5 espáridos en tamaño comercial.

	I.condición (%)	I.gonadosomático (%)	I. hepático (%)	Porcentaje comestible (%)	Relación peso eviscerado / peso total (%)	Porcentaje grasa mesentérica (%)
Besugo						
Media	1.72	0.24	1.67		91.41	1.97
Desv.estándar	0.13	0.11	0.26		1.30	1.14
Máximo	1.98	0.44	2.27		93.10	4.49
Mínimo	1.55	0.00	1.24		88.46	0.77
Dentón						
Media	1.73	1.07	1.97	62.76	92.91	1.17
Desv.estándar	0.18	0.50	0.27	2.18	0.76	0.53
Máximo	2.30	2.26	2.37	65.79	94.16	2.51
Mínimo	1.58	0.57	1.56	58.18	91.62	0.34
Hurta						
Media			1.06			1.28
Desv.estándar			0.28			0.89
Máximo			1.59			3.24
Mínimo			0.61			0.47
Pargo						
Media	2.68	No apreciable	1.09	No determinado	91.92	No apreciable
Desv.estándar	0.38	n.a.	0.18	n.d.	1.40	n.a.
Máximo	3.76	n.a.	1.40	n.d.	94.41	n.a.
Mínimo	1.86	n.a.	0.78	n.d.	89.43	n.a.
Sargo picudo						
Media	2.55	0.29	0.78	53.24	93.57	2.14
Desv.estándar	0.28	0.23	0.22	2.93	0.73	0.44
Máximo	2.96	0.58	1.39	57.47	95.11	2.74
Mínimo	1.93	0.00	0.54	48.33	92.63	1.30

Según la clasificación de los animales marinos en función de su contenido lipídico hecha por Castro González (2002) la cantidad de lípidos en los peces pueden variar de 0.5 a 25% así, hay: magros con menos de 2% de grasa (mariscos y bacalao), bajos en grasa, 2-4 % (mero) medio grasos, 4-8% (salmón) y altos, más de 8% (sardinas, anchoveta y arenque).

Con respecto al perfil de ácidos de los 5 espáridos estudiados (Tabla5) los sumatorios de saturados (25-42%), monoinsaturados (26-33%) y poliinsaturados (24-44%) se encuentran dentro de unos rangos bastante estrechos. Las mayores diferencias entre especies las encontramos en el porcentaje de ácidos grasos saturados que en el besugo suben a un 42% a costa de los poliinsaturados que bajan a un 24%.

Es muy difícil extraer conclusiones de las diferencias entre los peces analizados en relación a la calidad de sus grasas en función de sus contenidos individuales en ácidos grasos. Los SFA son los precursores del colesterol e inductores de la síntesis de lipoproteínas de baja densidad (LDL); mientras que los ácidos grasos poliinsaturados disminuyen los niveles plasmáticos de triglicéridos y de LDL. Por ello, se puede valorar la calidad de una grasa teniendo en cuenta sus contenidos totales en ácidos grasos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA). En este sentido, el besugo es el espárido que presenta un mayor contenido en ácidos grasos saturados y el sargo picudo el que presenta un mayor

contenido en poliinsaturados. También existen otros índices de calidad de la grasa, el índice aterogénico (IA) y el índice trombogénico (IT) que permiten determinar qué alimentos son más o menos aconsejables para mantener la salud. El IA define la capacidad potencial de las grasas para producir agresión al endotelio de los vasos sanguíneos (formación de ateromas) en personas especialmente susceptibles.

Tabla. 4. Composición en macronutrientes del músculo de 5 espáridos en tamaño comercial (porcentaje de sustancia fresca)

	Cenizas	Humedad	Grasa	Proteína
Besugo				
Media	4.18	65.44	13.27	16.34
Desv.estándar	0.17	1.51	1.64	0.77
Máximo	4.4	62.39	15.79	17.48
Mínimo	4.1	67.74	10.52	14.71
Dentón				
Media	1.29	74.42	2.28	21.39
Desv.estándar	0.07	0.88	0.61	1.03
Máximo	1.46	76.12	3.20	23.98
Mínimo	1.22	73.32	0.97	19.73
Hurta				
Media	2.77	73.57	2.26	22.60
Desv.estándar	0.02	0.03	0.03	0.06
Máximo				
Mínimo				
Pargo				
Media	1.51	75.75	2.9	22.44
Desv.estándar	0.03	0.10	0.03	0.06
Máximo	1.54	75.84	2.92	22.69
Mínimo	1.48	75.66	2.87	21.83
Sargo picudo				
Media	1.53	71.30	5.72	20.69
Desv.estándar	0.09	1.03	1.52	0.48
Máximo	1.70	73.17	9.52	21.60
Mínimo	1.39	69.11	3.33	19.99

La capacidad potencial de un alimento para producir trombosis o embolia en individuos especialmente sensibles, medida por el IT, dependerá de los contenidos en PUFA de las series n-3 y n-6. El sumatorio de ácidos grasos de la serie n-3 oscilan entre un 18% para el besugo y la hurta a un 30% en el pargo y el dentón, pasando por un 20% en el sargo picudo (Tabla 5). Mientras que el total de ácidos grasos de la serie n-6 se mueven de un 3% en el dentón a un 20% en el sargo picudo.

Los alimentos de origen marino presentan una clara ventaja frente a los terrestres. Las carnes, ricas en PUFA de la serie n-6, tienen mayor facilidad para favorecer el desarrollo de trombos, por la presencia de ácido araquidónico (C20:4n-6) y de los prostanoïdes de él derivados, sobre todo el tromboxano TXA2. Por el contrario, los pescados, con los valores más bajos de IT, son ricos en PUFA de la serie n-3, especialmente en ácido eicosapentaenoico (EPA, C20:5n-3) y ácido docosaenoico (DHA, C22:6n-3) que producen prostanoïdes de baja capacidad proagregante, como el tromboxano TXA3. El índice aterogénico (Tabla5) presenta un valor bajo (0.46-hurta, 0.86-besugo). Y el índice trombogénico (Tabla 5) también (0.25-dentón, 0.46-besugo).

Tabla 5. Perfil de ácidos grasos del músculo de 5 espáridos de tamaño comercial.

	Besugo	Dentón	Hurta	Pargo	Sargo picudo
ΣSaturados	42.38±0.99	30.53±1.96	25.94±0.29	31.61±4.54	29.95±1.11
ΣMonoinsaturados	33.37±2.37	33.43±2.13	28.70±0.06	28.14±1.25	26.00±0.86
EPA	5.31±0.36	5.81±0.33	6.12±0.09	6.20±0.25	8.45±0.28
DHA	8.70±1.41	23.80±1.59	8.36±0.23	15.82±2.45	10.15±0.93
ΣPoliinsaturados	24.25±1.84	34.34±1.87	34.74±0.34	40.25±3.52	44.05±1.20
Σn-3	18.25±1.69	32.32±1.76	18.48±0.38	30.99±3.40	20.87±1.19
Σn-6	5.17±1.74	3.24±0.10	16.26±0.04	8.68±3.74	20.52±0.39
Σn-9	20.48±1.67	23.31±1.74	18.48±0.14	0.87±.77	18.61±0.68
n-3/n-6	3.75±0.76	9.98±0.37	1.14±0.03	4.01±1.69	1.02±0.06
Índice aterogénico	0.86	0.52±0.03	0.46±0.01	0.64±0.14	0.64±0.05
Índice trombogénico	0.46	0.25±0.02	0.32±0.01	0.28±0.08	0.33±0.02

En la Figura 1 se muestran los índices aterogénico y trombogénicos de algunas carnes y pescados. Es de resaltar que el pescado presenta unos índices, especialmente el trombogénico, mucho más bajos que cualquier carne, incluidos el pollo y el pavo.

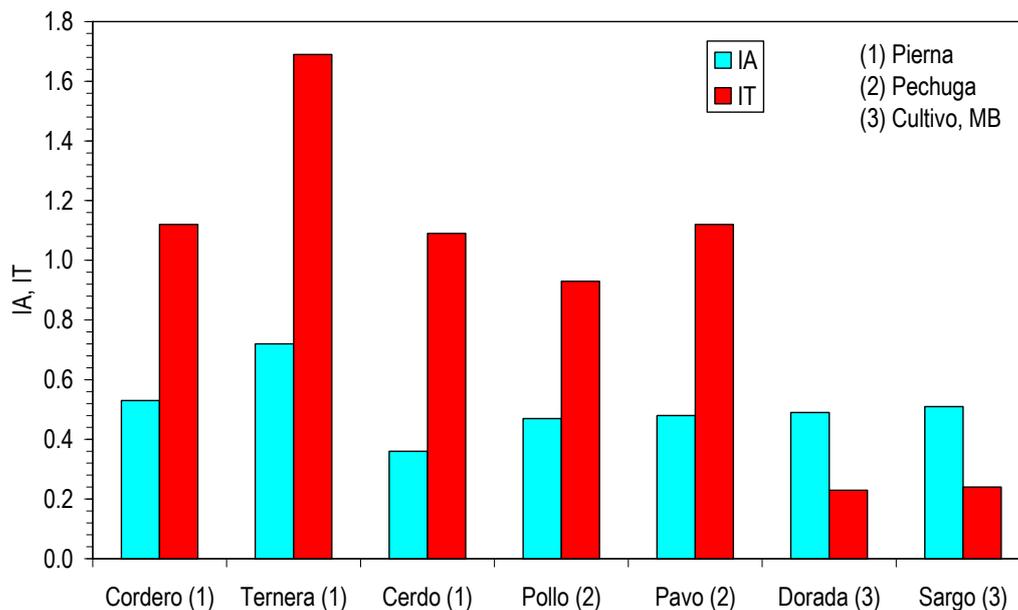


Figura 1. Índices aterogénico y trombogénico de algunas carnes y pescados.

Bibliografía.

AOAC, 1997. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington.

Castro González, M., (2002), "Ácidos grasos omega-3: Beneficios y fuentes", en: Interciencia (INCI), Vol, 27, No.3, Marzo, Caracas, Venezuela, 23 pp.

Folch J., Lees M., Sloane-Stanley, G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. Journal of Biological Chemistry 226: 497-509.

Stoffel W., Chu, F., Ahrens E.H. 1959. Analysis of long chain fatty acids by as-liquid chromatography. Analytical Chemistry 31, 307-308.

Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. Lancet 338, 985-992.

4.2. Marcadores genéticos y trazabilidad alimentaria.

Universidad de Oviedo (UO), Centro de Experimentación Pesquera (CEP).
Comunidad Autónoma de Asturias.

La trazabilidad es hoy día un instrumento importante para garantizar la seguridad de alimentaria y para la protección de los consumidores, Las medidas precautorias son necesarias debido a que la sustitución de especies ocurre con frecuencia, en particular para productos que se presentan en el mercado fileteados (frescos o congelados) lo que hace que no sean reconocibles a simple vista y son indistinguibles en la base a sus características morfológicas. En este contexto se hace necesario desarrollar tecnologías seguras que permitan la identificación inequívoca de especies y a partir de las que se puedan desarrollar pruebas de autenticidad.

Entre la variedad de métodos posibles, las técnicas basadas en el análisis de marcadores moleculares son las que actualmente más garantías presentan. Entre los distintos marcadores posibles, hemos seleccionado los denominados AFLPs (Amplified Fragment Length Polymorphisms). Esta técnica está basada en la amplificación mediante PCR de fragmentos específicos de ADN y genera cientos de bandas, lo que aumenta la probabilidad de encontrar polimorfismos especie-específicos. Estos marcadores son similares a otras técnicas de fingerprinting o detección de huella dactilar, en las que se obtiene un patrón de bandas característico en función del genoma analizado. La obtención de estos patrones de bandas se basa en un primer paso en la detección de variaciones en la longitud de los fragmentos obtenidos tras digerir el ADN con un enzima de restricción (RFLP :Restriction Fragment Length Polymorphism) para a continuación, mediante el diseño de unos iniciadores específicos, amplificar por medio de PCR un subconjunto del total de fragmentos obtenidos tras la digestión enzimática. por lo que el patrón de bandas será menos denso y más asequible a interpretar que los obtenidos por RFLPs,

Los AFLP se basan en la presencia-ausencia de fragmentos, y asumiendo que cada banda equivale a un locus sería un análisis multi-locus, cada uno di-alélico (presencia-ausencia) y generalmente considerado como dominante (presencia>ausencia), puesto que la presencia heredada de uno de los parentales enmascara la posible ausencia del otro parental.

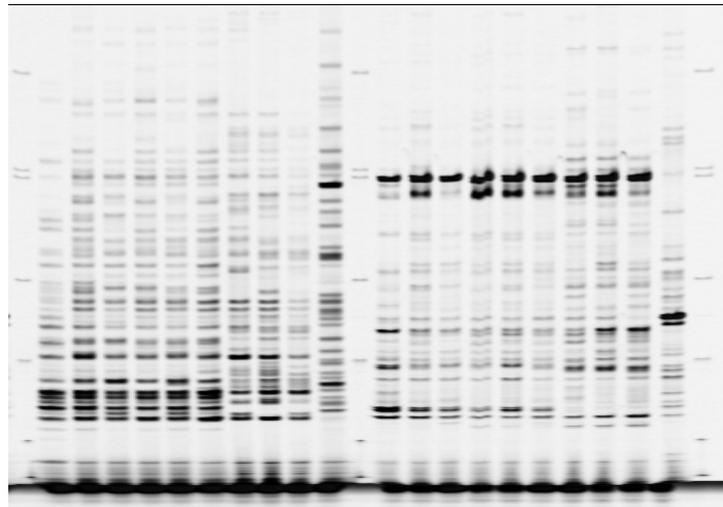
Los AFLP destacan frente a otras técnicas similares por su alta reproducibilidad. y la automatización de los métodos de análisis (Papa et al. 2005).

Su alto nivel de polimorfismos así como la no-necesidad de conocimientos previos de los genomas a estudiar los ha convertido en candidatos perfectos para estudio filogenéticos, en la diferenciación de especies cercanas, entre poblaciones de la misma especie o incluso para diferenciar líneas de cultivo (Mickett et al. 2003; Sullivan et al. 2004; Maldini et al. 2006; Sonstebø et al. 2007)

Siendo los espáridos, una de las familias con más atractivo en la actualidad de la acuicultura española, se incluyó un análisis de las principales especies en explotación actualmente, como son: dorada (*Sparus aurata*), lubina (*Dicentrarchus labrax*), sargo (*D. puntazzo*), dentón (*D. dentex*), pargo (*Pagrus pagrus*), breca (*P. erithynus*) y besugo (*P. bogaraveo*).

Para estos estudios previos hemos analizado 14 individuos de cada una de esas 7 especies utilizando cuatro combinaciones de iniciadores los cuales generaron un total de 522 bandas, con fragmentos que variaban entre los 50 y los 500 pb. (Figura 11) El número de bandas por combinación fue superior a 100 en todas las combinaciones.

FIGURA11 .- Ejemplo de un patrón de bandas obtenido en los análisis de AFLPs.



Se observa gran variación en la diversidad genética como indican los valores de heterocigosidad y porcentaje de alelos polimórficos (95 %) (Tabla 18). La mayor heterocigosidad (0,2209) se observó en el sargo, mientras que el mayor porcentaje de loci polimórficos (70,88) se encontró en pargo. La especie de menor porcentaje de polimorfismo (32,18) y menor heterocigosidad (0,1280) detectada fue la lubina.

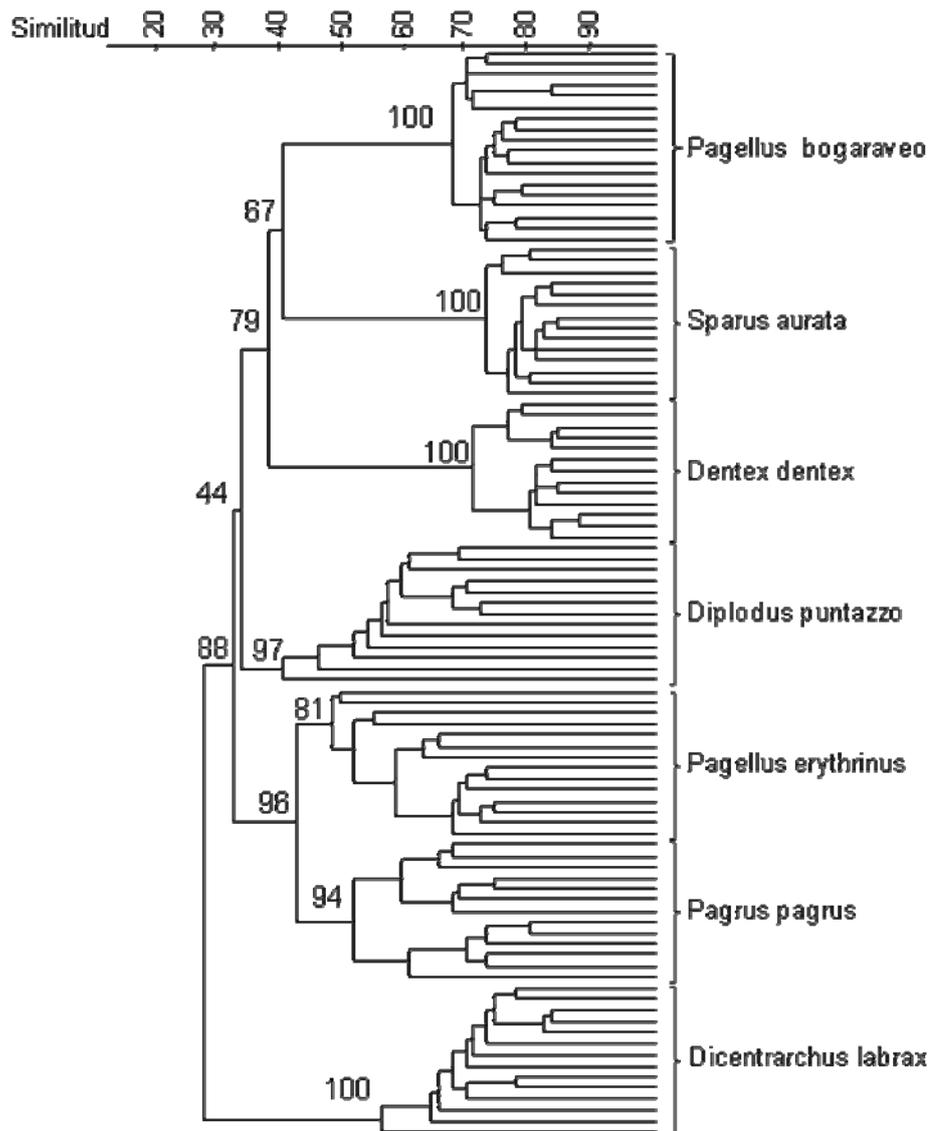
Tabla 18. Valores de heterocigosidad esperada y porcentaje de loci polimórficos (95%), por especie.

Especie	Heterocigosidad	Porcentaje polimorfismo
Dentón	0,1425	35,82
Breca	0,1819	48,47
Pargo	0,2029	70,88
Besugo	0,1680	48,66
Lubina	0,1280	32,18
Sargo	0,2209	66,09
Dorada	0,2024	53,63

La identificación de especies en función de los patrones de AFLP puede realizarse de dos maneras. La primera, con base estadística, se basaría en la similitud existente entre dos patrones de bandas a comparar. Dos individuos de la misma especie se espera que compartan mayor número de bandas que dos individuos de especies diferentes, e igualmente es esperable que la presencia de bandas comunes sea menor cuanto más alejada este una especie de otra. Esta similitud se mediría mediante diferentes coeficientes de similitud como los de Jaccard o Dice (Duarte. 1999). La segunda, se basa en la detección de bandas exclusivas de especie, para una vez detectadas, derivarse en marcadores tipo SCAR (sequence characterized amplified region). Este tipo de herramienta consiste en generar iniciadores específicos para la banda de interés de forma que desarrollo de un único SCAR para cada especie sería suficiente para su identificación inequívoca mediante una única PCR Multiplex.

El análisis de similitud de los patrones de bandas mediante el coeficiente Dice y el árbol UPGMA generado tras 1000 replicas (bootstrap) se muestra en la Figura 12.

FIGURA 12. Árbol UPGMA construido a partir del índice de similitud de Rice de los patrones AFLPs. Eje horizontal: similitud representada en porcentaje. Números en nodos, representan la proporción sobre 1000 replicas en las que semejante disposición fue encontrada.



En esta figura se puede observar como los individuos de cada especie se agrupan juntos en clusters con un porcentaje de confianza que oscila desde el 81% en el caso de breca hasta el 100% de besugo o dorada, entre otros, tal como se muestra en la tabla 2. Los menores valores de similitud detectados dentro de cada agrupamiento (especie) oscilaron entre el 40% presente en sargo hasta el 70-80% presente en besugo y dorada. Los porcentajes de similaridad entre los diferentes grupos (especie) fueron siempre inferiores al 40%. Por otro lado parece que existen dos grandes agrupamientos, uno que incluiría a besugo, dorada, sargo y dentón, y otro que incluiría a breca y pagro, separación que se observa en un 88% de las replicas, situándose la lubina fuera de esos dos agrupamientos como especie menos similar en el 100% de las replicas.

Esta disposición coincide en líneas generales con lo observado por De la Herran et al. (2001) a partir del análisis de dos satélites de ADN en diferentes espáridos. En dicho trabajo se definen dos grandes grupos, en uno de los cuales se encontrarían besugo, sargo picudo y dorada, mientras en el otro grupo aparecerían el pagro, la breca y el dentón. Similares resultados encuentra Orrell y Carpenter (2004) en su análisis mediante citocromo b y 16S, quienes observan dentro de un mismo grupo a dorada, sargo y besugo frente a otro grupo donde encontraríamos a dentón y pagro. En nuestro caso, los dos agrupamientos existen, pero

existe un conflicto en cuanto a la disposición de dentón. Según nuestros resultados este sería más semejante a besugo, dorada y sargo que a breca y pargo. La lubina por su parte es la especie más separada y quedaría fuera de esos grupos. Este conflicto en cuanto a la disposición del dentón podría quizás explicarse debido a la naturaleza de los marcadores utilizados. Mientras que tanto De la Herrán como Orrell y Carpenter han utilizado marcadores localizados en una única región, los AFLP analizan la variabilidad en una mayor amplitud del genoma (probablemente la totalidad del mismo). Sabiendo que no todo el genoma presenta la misma presión selectiva, y que ciertos lugares varían con tasas muy inferiores a otros, es posible pensar que la estimación de esta variación obtenida por los AFLP represente un promedio de la existente en el genoma, mientras los valores detectados por los citados autores puede estar representando ciertos valores característicos de la zona del genoma en la que se ubican o del tipo de marcadores que son. Así, sería posible que la combinación de iniciadores escogida haya detectado y puesto de manifiesto en dentón variaciones en algún punto del genoma que lo separan de pagro y breca, acercándolo a besugo, dorada y sargo.

Por otro lado, los patrones observados permiten identificar especies en función de su valor de similitud con gran precisión, con la única salvedad de sargo, donde los valores de similitud de alguno de sus individuos alcanzo un 40%, aunque se asignó a la especie en un 81% de las réplicas. El resto de individuos se agrupa en su especie correspondiente con al menos un 94% de confianza, siendo el 100% el valor más frecuente.

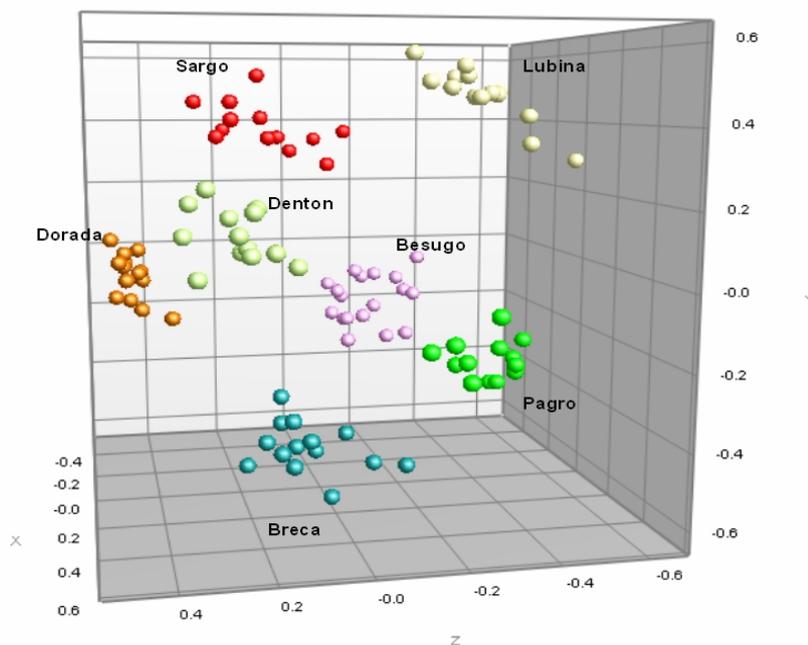
Este análisis por sí solo, sería capaz de discriminar entre las especies y por tanto sería plenamente útil para identificar como una de ellas una muestra problema de origen desconocido. Esto es fácilmente perceptible en el grafico muti-dimensional (Figura 13), donde se puede observar como los individuos se agrupan con aquellos de su misma especie, sin mezclarse nunca con los de las demás.

Tal como sugiere Maldini et al. 2006, la técnica de AFLP y su análisis mediante coeficientes de similitud, es un buen método, con base estadística, para la identificación de especies, por lo que la creación de bases de datos donde se aúnen los patrones obtenidos para diferentes especies siempre en base a una combinación de iniciadores común, es requisito indispensable para facilitar las herramientas que acoten el fraude mediante el seguimiento de los productos y la identificación a nivel de especie.

Este análisis estadístico, sería prescindible si encontrásemos bandeos característicos de especie. Es decir si encontrásemos un subconjunto de bandas dentro de las analizadas que sirviesen para reconocer sin ambigüedad la especie a la que pertenece. Con dicho objetivo, se busco de forma manual la presencia de bandas o patrones de bandas que permitieran diferenciar entre especies. En este análisis previo se utilizó el bandedo obtenido de una única combinación de iniciadores como se muestra en la Figura 14.

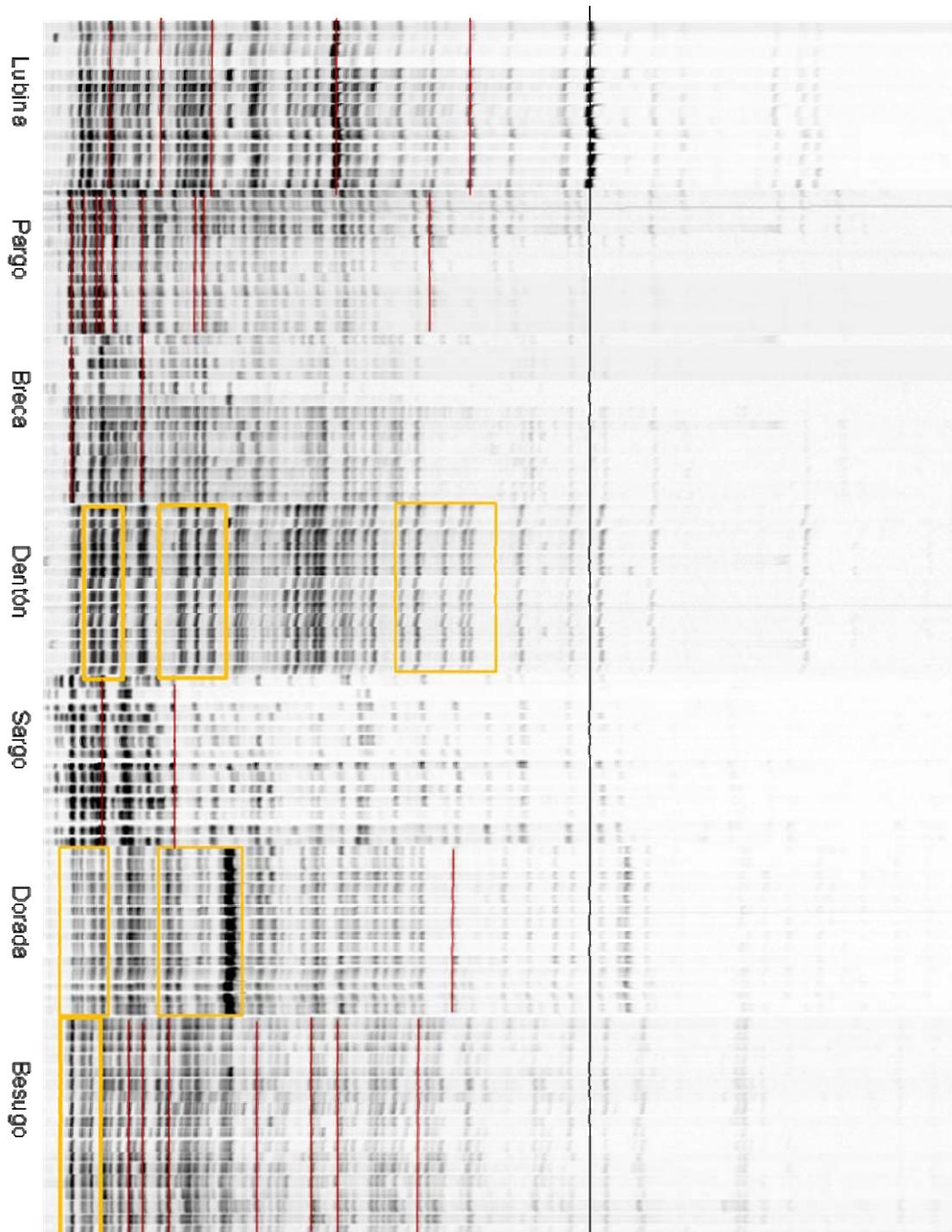
Como se puede observar en ella, solo se encontró sin ambigüedad una banda especie-especifica en la especie Lubina. Si se encontraron sin embargo patrones de bandas, enmarcados en amarillo, que se presentan de forma constante en una especie pero nunca en las otras. Igualmente se encontraron bandas monomórficas dentro de especie que aunque singularmente pueden presentarse en individuos de otra especie, el conjunto de todas las bandas monomórficas permite diferenciar entre las diferentes especies. De forma sencilla y como ejemplo la presencia de la banda A puede ser compartida por dos especies X y Z, pero no por una tercera Y, y además existe una banda B que es compartida por Y y Z, pero no por X, es posible distinguir las tres especies sin confusión con la combinación exclusiva de ambas bandas.

FIGURA 13. Representación multi-dimensional de los índices de similitud de Dice entre los diferentes individuos analizados.



De igual manera, en la Figura 14 podemos observar que aunque una banda pueda estar presente en otras especies, no lo está en la totalidad de ellas. Igualmente, otra banda puede presentarse en varias especies, difiriendo en alguna respecto a la banda anterior, mientras que no está presente en otras especies. Por lo que la combinación de este subconjunto de dichas bandas, así como de los patrones constantes (englobando conjuntos de tres o más bandas presentes en todos los individuos de la especie), permitiría generar un patrón de referencia para cada una de las especies. A partir de dicho patrón sería fácil identificar la especie por simple comparación del patrón de bandas de una muestra de origen desconocido frente a los patrones de las siete especies aquí analizadas. Este es un proceso similar al seguido por Maldini et al. 2006, y que le permitió la identificación correcta y sin ambigüedades de tres muestras desconocidas de cada una de las siete especies con las que realizó el trabajo por simple comparación frente a un patrón de referencia de cada una de las especies.

FIGURA 14.- Comparación del patrón de bandas obtenido para diferentes especies basándose en una única combinación de primers. En recuadro amarillo, patrones de bandas exclusivas de especie. Líneas rojas, bandas monomorfas presentes en una o más especies pero cuyo conjunto permite diferenciar entre las mismas. Línea negra, banda especie-específica de Lubina, y su proyección frente al resto de especies (no hay presencia de bandas equivalentes).



En nuestro estudio, caso muy particular es el observado para breca y sargo, donde apenas observamos bandas monomórficas dentro de la especie, y dichas bandas se observan en otras especies, por lo que su identificación se basaría más en la ausencia de bandas o patrones específicos de las otras especies, que en la presencia de bandas propias. Dado que este análisis se basa en una única combinación de iniciadores, es factible que en el resto de combinaciones podamos encontrar mayor número de bandas especie-específicas que permitan establecer patrones de bandas que aumenten la discriminación de especie, especialmente en caso de breca y sargo.

También es reseñable la presencia de una banda especie-específica en la lubina. La presencia de esta banda indicaría por sí sola la pertenencia a esta especie frente a las otras seis. Esto resulta especialmente útil en sí mismo, pero es también de gran interés como posible candidato al diseño de marcadores SCAR. El aislamiento y secuenciación de la banda en cuestión permitiría, mediante el diseño de iniciadores específicos para dicha secuencia, la obtención de una banda única, con alta fiabilidad y reproducibilidad. Aunque este aspecto debe de ser tomado con precaución, porque aunque ciertos trabajos realizados con AFLP encontraron que la homología en el tamaño en pares de bases de una banda compartida por dos individuos venía dada realmente por la homología en la secuencia de las mismas (revisado en Sullivan et al. 2004), recientes estudios han venido a demostrar que la simple adición de un nucleótido más a los iniciadores selectivos altera el patrón de bandas homólogas (migran a la misma altura del gel) observándose nuevos polimorfismos (Maldini et al. 2006). Serían por tanto fragmentos co-migrantes pero no homólogos. El diseño de SCAR a partir de una banda monomórfica especie-específica debe de tener en cuenta por tanto la posibilidad de que exista variación en la secuencia entre diferentes individuos, lo que dificultaría su uso como marcador de especie.

Además, el diseño de un único marcador SCAR no permite más que clarificar una especie. Es necesario disponer al menos de un marcador SCAR para cada especie lo que no es descartable dado que aun restan por analizar tres patrones de AFLP derivados de las respectivas combinaciones de iniciadores.

5. ACEPTACIÓN DE LAS ESPECIES DE ESPÁRIDOS POR PARTE DEL CONSUMIDOR.

“Análisis sensorial de cinco especies de espáridos (besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo) en ocho localidades costeras de España”.

Coordina: IMIDA (Murcia).

Participantes: IFAPA (Andalucía), CEP (Asturias), LIMIA (Baleares), ICCM-ULPGC (Canarias), IRTA (Cataluña), DGP (Galicia), UPV (Valencia).

5.1. Introducción.

Durante las últimas décadas se está prestando una atención especial a la conveniencia de seguir una dieta saludable. El pescado es un alimento muy nutritivo, presenta un porcentaje alto de proteínas con un elevado valor biológico para el ser humano. Los peces también contienen micronutrientes tales como yodo, selenio y vitaminas liposolubles (A y D) con efectos positivos en la salud humana. Además, son una fuente muy buena de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) de los que son conocidos sus efectos beneficiosos en la prevención de enfermedades cardiovasculares, el cáncer de mama y de colon, la psoriasis, etc (FAO, 2003). Todo esto ha llevado a que se genere una fuerte demanda de pescado por parte del consumidor español, que exige cada vez más calidad en su dieta. La aceptación de cualquier tipo de alimento no depende exclusivamente de las características del propio producto sino también de las opiniones, hábitos alimentarios y expectativas que sobre el mismo tienen sus potenciales consumidores. Es importante conocer los factores que limitan o promueven el consumo de pescado en los consumidores, con el objetivo de promover el consumo de pescado en general, y procedente de la acuicultura en particular.

A lo largo de los últimos años las líneas de investigación en el campo de los cultivos marinos están dirigidas, en gran medida, a diversificar el número de especies cultivables con el fin de poner a punto las técnicas de su cría en cautividad. Hasta el momento la acuicultura marina en el Mediterráneo y Canarias está prácticamente centrada en el cultivo de dos especies, la dorada y la lubina, y, el rodaballo en Galicia. Para estas especies existe una tecnología de cultivo totalmente consolidada, habiéndose alcanzado en prácticamente sólo una década niveles altos de producción, particularmente de dorada y rodaballo.

Sin embargo, el crecimiento espectacular del cultivo de dorada, se ve amenazado por problemas de comercialización que hacen prever un descenso en la producción si no se solventan los problemas de saturación de mercado existentes en la actualidad, ya que desde finales de los años 90 el precio de venta de la dorada se ha aproximado a su precio de coste (Gonzalez-Laxe, 2000; GIAUC, 2005). Frente a esta situación, una de las principales estrategias planteadas, además de la expansión de mercados y la reducción de costes productivos, ha sido la diversificación de especies de cría (Stephanis y Divanach, 1993) ya que esta estrategia permitiría una mayor flexibilidad ante un cambio de demanda del mercado (Sweetman, 1992). Además, la diversificación de la oferta de peces de crianza podría contribuir a la estabilización de precios y a la rentabilización de instalaciones, por lo que la investigación sobre nuevas especies se ha presentado desde hace años como línea de trabajo prioritaria en acuicultura. La diversificación permitiría fundamentalmente reducir el riesgo de las instalaciones. También permitiría una mayor expansión en el mercado al aumentar los sectores de venta actuales y la introducción en nuevos mercados ya sean nacionales o extranjeros. Además, el cultivo de nuevas especies aumenta la eficiencia de las instalaciones, en donde la utilización de los recursos se puede ampliar a prácticamente todo el año, repercutiendo directamente en los costes de producción. Sin embargo, no todo son ventajas en la diversificación. En nuevas especies de espáridos los mercados potenciales son de tamaño reducido. Existe una posible competencia con las especies ya cultivadas, con lo que la aparición de nuevas especies en el mercado puede ocasionar bajadas o desestabilizaciones en el precio de las especies ya cultivadas. Además para la puesta en el mercado de

nuevas especies es necesario invertir en estudios de mercado, de factibilidad de producción y de apertura de mercado.

Los criterios de selección de nuevas especies han sido descritos por diversos autores (Pillay, 1990), entre ellos destacan las características biológicas de la especie considerada: tasa de crecimiento, tamaño y edad en alcanzar la madurez sexual, facilidad de reproducción en cautividad, fecundidad y frecuencia de puestas, hábitos alimenticios y aceptabilidad de alimento artificial, eficiencia de conversión del alimento, resistencia a condiciones ambientales desfavorables, capacidad de estabulación, etc. Al mismo tiempo han de tenerse en cuenta consideraciones de consumo y mercado: aceptación por el consumidor, disponibilidad de mercado, valor comercial, etc.

De entre las especies que han sido objeto de estudio en nuestro país para diversificar los productos de la acuicultura marina destacan varias especies de espáridos. Así han despertado gran interés el besugo (*Pagellus bogaraveo*) fundamentalmente en el Cantábrico, el dentón (*Dentex dentex*) y el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en el Mediterráneo, el bocinegro o pargo (*Pagrus pagrus*) en Canarias y también el Mediterráneo y la hurta (*Pagrus auriga*) en la región Suratlántica. Como suele ocurrir con muchas especies litorales cuyas poblaciones son poco abundantes, todas estas especies por lo general son desconocidas, salvo quizás el besugo, en los grandes mercados, y se consumen localmente donde han sido pescado por pescadores de caña o con artes de pesca tradicionales características de determinadas zonas. No obstante, el desconocimiento que los grandes mercados tienen de ésta especie es prácticamente el mismo que, hace tan sólo 10 años, se tenía de la dorada. Los esfuerzos de comercialización que se han realizado, si embargo, han contribuido a que la dorada hoy sea una de las especies más demandadas en todos los mercados españoles.

Las pruebas sensoriales no son ni sustituyen a un estudio de mercado pero pueden servir como orientación previa, obteniendo una primera aproximación del mercado potencial de un producto. Para conocer la opinión del consumidor se utilizan, por tanto, personas no entrenadas como catador, es decir, consumidores habituales o potenciales de pescado.

El objetivo del presente estudio ha sido conocer la valoración de las nuevas especies de espáridos por el consumidor. Para ello, se realizó una prueba de aceptación sobre cinco especies de espáridos: besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo, y también sobre la dorada como especie control; y en ocho localidades pertenecientes a ocho Comunidades Autónomas costeras: Cádiz (Andalucía), Castropol (Asturias), Palma de Mallorca (Baleares), Las Palmas de Gran Canaria (Canarias), San Carlos de la Rápita (Cataluña), Santiago de Compostela (Galicia), Murcia (Murcia) y Valencia (Valencia).

5.2. Material y métodos.

Para realizar el análisis sensorial para todas las especies y en todas las localidades se siguió un protocolo previamente establecido en el que se definió el sacrificio de los peces, conservación, forma de preparar las muestras y su cocinado así como el formulario que debían cumplimentar los catadores.

5.2.1. Origen y preparación de las muestras.

Los ejemplares de las seis especies con los que se realizó el análisis sensorial habían sido criados hasta el tamaño comercial en estructuras de engorde experimentales, jaulas o tanques, y alimentados con piensos para peces marinos de casas comerciales (Tabla 1). Dichos ejemplares, por lo general, tenían el tamaño comercial de 350 a 500 g, salvo en el caso del dentón que tenían pesos comprendidos entre los 1600 y 2000 g.

Los ejemplares se sacrificaron en un recipiente (2 litros de volumen por cada kilogramo de pez) en el que se había preparado una mezcla con un 30% de hielo y un 10% de agua de mar (del volumen del tanque), permaneciendo en ésta durante aproximadamente una hora, de modo que la temperatura corporal interna de los peces fuera de 0-1°C. Seguidamente, se depositaban en una caja de poliestireno con hielo (separado de los peces por un plástico) para que se mantuviera a 4°C durante el transporte, desde la localidad que

suministraba los peces y el resto de las localidades donde se llevarían a cabo las pruebas sensoriales. El transporte se realizó por mensajería y tuvo una duración máxima de 24 horas.

Las muestras a degustar por los catadores se preparaban en cuanto eran recibidas en cada localidad (Cádiz: CAD; Castropol: CAST; Palma de Mallorca: PM; Las Palmas de Gran Canaria: LPGC; San Carlos de la Rápita: SCR; Santiago de Compostela: SC; Murcia: MUR; Valencia: VAL). De cada ejemplar se separaban los dos filetes del que se hacían tres o cuatro porciones de unos 30 gramos, siendo ésta la fracción que cada catador analizaría. A cada filete se le eliminó la parte de la ventresca y la zona más próxima a la cola ya que el contenido en grasa en estas zonas es más variable, siendo más alto en la ventresca y más bajo en la zona próxima a la cola. Las muestras se envolvían en papel de aluminio o en cajitas con tapadera también de aluminio y eran guardadas en el refrigerador hasta que se realizara la sesión de catas. Justo antes de la misma se cocinaron al vapor durante 10 minutos y se presentaban a los catadores calientes.

Tabla 1. Origen y características de los ejemplares de las seis especies analizadas.

	Fecha Sacrificio	Origen	Peso de los ejemplares (g)	Estructura de engorde	Alimentación (pienso)
Pargo	16/1/2006	ICCM-ULPGC (Canarias)	400-500	Tanques	PROAQUA
Hurta	13/2/2006	IFAPA "El Toruño" (Andalucía)	350-400	Jaula "Ocean Spar"	SKRETTING (dorada)
Besugo	13/3/2006	DGRP (Galicia)	350-400	Jaulas	SKRETTING (besugo)
Dentón	15/5/2006	LIMIA (Baleares)	1600-2000	Jaulas	SKRETTING (rodaballo)
Sargo	12/6/2006	IMIDA (Murcia)	350-400	Tanques	SKRETTING (dorada)
Dorada	3/7/2006	UPV (Valencia)	350-400	Jaulas	SKRETTING (dorada)

5.2.2. Sesión de catas.

Por lo general, el análisis sensorial o sesión de catas se llevaba a cabo 2 días después del sacrificio, realizando la sesión entre las 11 y las 13 horas de la mañana. En Murcia, no obstante, para todas las especies se realizaron dos sesiones: a los 2 y a los 3 días, para analizar si esta variable (TIEMPO_M) tenía influencia sobre la valoración de los atributos. En otros lugares, ocasionalmente, por razones ajenas al estudio en alguna ocasión se realizó también 1, 3 y 4 días después del sacrificio (TIEMPO_{TL}). No obstante, el 78% de los análisis se realizaron a los dos días desde el sacrificio.

Como el análisis sensorial consistiría en una prueba de aceptación, se trabajó con jueces consumidores no entrenados, ya que nos informarían de la opinión del consumidor medio. En todos los casos la sesión de catas se efectuó en un local tranquilo, donde los catadores disponían de un lugar para sentarse y una mesa para rellenar el formulario y realizar la degustación de la muestra que se les ofrecía, y agua para enjuagar la boca. Primero se les informaba sobre lo que tenían que hacer, y mientras rellenaban la primera parte del formulario se distribuían las muestras. En la sala se disponía de un ejemplar completo de la especie que se iba a analizar sobre una bandeja con hielo para que valoraran también el aspecto.

5.2.3. Encuesta.

La encuesta que tenían que cumplimentar comprendía una primera parte con unos datos generales, después se hacían una serie de cuestiones en relación a los hábitos de consumo de pescado, y, por último, unas cuestiones en relación con la muestra que tenían que degustar.

Datos generales:

- Sexo: mujer u hombre (SEXO).
- Fumador: Si o No (FUMADOR).
- Edad. Escala del 1 al 5 (EDAD). 1: $X < 20$; 2: $20 \geq X < 30$; 3: $30 \geq X < 40$; 4: $40 \geq X < 50$; 5: $X \geq 50$.
- Estudios. Escala del 1 al 4 (ESTUDIOS). 1: Primaria; 2: Secundaria; 3: FP/Bachillerato; 4: Universidad.
- ¿Con cuantas personas convive?. Escala del 1 al 5 (PERSONAS). 1: 0; 2: 1-2; 3: 3-4; 4: 5-6; 5: más de 6.
- ¿Es responsable de la compra?: Si o No (RESPCOMP).

Hábitos de consumo:

- ¿Con que frecuencia come usted pescado? (FCP); fresco (FCPF); congelado (FCPC); acuicultura (FCPA). Escala: en todos los casos del 1 al 6. 1: nunca; 2: casualmente; 3: mensualmente; 4: una vez a la semana; 5: varias veces a la semana; 6: todos los días.
- Cite los tres pescados (sólo pescados) que consume habitualmente por orden de preferencia. Especie 1: 0,5; Especie 2: 0,3; Especie 3: 0,2.
- ¿Qué opinión tiene sobre la calidad del pescado de acuicultura?. Escala: NS/NC y 1 al 3 (OPINIONPA). 1: mala; 2: ni buena ni mala; 3: buena.
- De los siguientes pescados de acuicultura ¿Con qué frecuencia consume: dorada, lubina, rodaballo, salmón y trucha?. Escala del 1 al 4. 1: nunca; 2: casualmente; 3: mensualmente; 4: semanalmente.
- En el momento de la compra ¿Qué importancia tienen los siguientes factores?: precio, tamaño, aspecto, frescura, origen, beneficios para la salud. Escala: NS/NC, del 1 al 3. 1: poco importante; 2: Importante; 3: muy importante.

Hoja de degustación de pescado:

- Atributos: sabor, jugosidad y textura. Escala del 1 al 5 (SABOR, JUGOSIDAD, TEXTURA). 1: me disgusta mucho; 2: me disgusta; 3: ni me gusta, ni me disgusta; 4: me gusta; 5: me gusta mucho.
- Atributos: nivel de grasa y persistencia del sabor. Escala del 1 al 5 (GRASA, PERSISTENCIA). 1: poco; 2: entre poco y adecuado; 3: adecuado; 4: entre adecuado y mucho; 5: mucho.
- Considerando todas las características indique su opinión. Escala del 1 al 5 (GLOBAL). 1: me disgusta mucho; 2: me disgusta; 3: ni me gusta, ni me disgusta; 4: me gusta; 5: me gusta mucho.
- ¿Le parece agradable el aspecto del pescado que se le presenta? (ASPECTO). Si o No.
- ¿Consumiría este pescado si tuviera un precio razonable?. Escala del 1 al 5 (CONSUMO). 1: definitivamente no lo compraría; 2: probablemente no lo compraría; 3: quizá; 4: probablemente lo compraría; 5: definitivamente lo compraría.

El número de encuestas recomendado para este tipo de análisis sensorial realizado con jueces no entrenados es de cómo mínimo 30 a 40 por localidad y especie. A partir de la primera cata que se realizó con pargo se realizó un análisis gráfico en el que se representó la media y el error relativo acumulado, lo que nos confirmó que este era, efectivamente, el número mínimo para que la media se estabilizara y para conseguir un error relativo menor al 10 %, para cada especie y en cada localidad.

5.2.4. Tratamiento de los datos.

De los atributos y CONSUMO se calculó la media y los estadísticos que miden la dispersión o variabilidad de los datos (desviación estándar y coeficiente de variación) y los que nos indican la precisión del muestreo (error estándar, absoluto y relativo). Las variables utilizadas se agrupan en dos tipos:

-Categorías: ESPECIE, LOCALIDAD, TIEMPO_M (Murcia), SEXO, FUMADOR y RESPCOMP.

-Cualitativas numéricas: SABOR, JUGOSIDAD, TEXTURA, GRASA, PERSISTENCIA, CONSUMO, TIEMPO_{TL} (todas las localidades), EDAD, ESTUDIOS, PERSONAS, FCP y OPINIONPA.

La normalidad de todas las variables cualitativas numéricas se confirmó con los tests de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk's siendo en todos los casos significativa la distribución normal.

Para analizar y estimar las causas de variación de los resultados del análisis sensorial (atributos y CONSUMO) se realizaron distintos análisis estadísticos: ANOVA factorial, ANOVA de una vía, análisis de correlación de Pearson, y análisis multivariante (análisis factorial).

Los datos obtenidos de los atributos considerados en el análisis sensorial y CONSUMO fueron tratados mediante un modelo factorial de análisis de la varianza (ANOVA):

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + L_j + A_iL_j + e_{ijk}$$

donde Y es cada uno de los atributos, "E" es la especie (5 niveles) y "L" es la localidad (8 niveles), y "e" es el error residual. Este tipo de modelo factorial permite determinar si las diferencias que se observan son debidas bien a la interacción de los dos factores considerados o bien por los factores aislados. La significación de las diferencias de los valores medios de los atributos entre especies y localidades se analizó con el test de Tukey HSD para números desiguales de muestras.

Los datos obtenidos en Murcia fueron también tratados con un modelo factorial de análisis de la varianza, siendo en este caso:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + T_j + A_iT_j + e_{ijk}$$

donde Y es cada uno de los atributos, "E" es la especie (5 niveles) y "T" es el tiempo en el que se realiza el análisis sensorial (2 y 3 días, 2 niveles), y "e" es el error residual.

La influencia del resto de variables independientes sobre las dependientes se analizó con el ANOVA de una vía. Para las variables cualitativas numéricas se utilizó también el coeficiente de correlación de Pearson.

Con el análisis factorial se estudió qué variables numéricas, tanto independientes como dependientes, tenían una mayor carga o ponderación factorial (coeficiente de correlación entre la variable original y su factor; el cuadrado de la carga es la cuantía de la varianza total de la variable de la que da cuenta el factor). Los factores se extrajeron por el método de componentes principales y para facilitar la interpretación de los resultados se rotaron los ejes mediante el método VARIMAX. Para determinar la significación de la carga factorial de las variables se han seguido dos criterios: significación práctica y estadística (Hair, 1999). Para la primera, las cargas factoriales mayores de $\pm 0,30$ se considera que están en el nivel mínimo, las cargas de $\pm 0,40$ se consideran más importantes; y las cargas de $\pm 0,50$ o mayores se consideran prácticamente significativas. La significación estadística es función del número de muestras, así para un tamaño muestral superior a 350, valores de carga factorial superiores a 0,3 serían significativos para un nivel de significación de 0,05, un nivel de potencia del 80% y los errores estándar supuestamente dos veces mayores que los coeficientes convencionales de correlación (Hair, 1999). También se calculó la comunalidad que representa la proporción de varianza con la que contribuye cada variable a la solución final.

El análisis cluster se utilizó para agrupar las distintas localidades en función de la distribución de frecuencias de la variable GLOBAL para cada una de las especies. Para determinar la similitud se utilizó la distancia euclídea. El análisis cluster se utilizó igualmente para agrupar las localidades en función de las especies que prefieren consumir los encuestados. También se utilizó el ANOVA de una vía para analizar el efecto de las localidad sobre los hábitos de consumo en relación a tipo de pescado que se consume (FCP, FCPF, FCPC y FCPA), especies de acuicultura (dorada, lubina, rodaballo, salmón y trucha) y los factores que determinan la compra de pescado (PRECIO, TAMAÑO, ASPECTO, FRESCURA, ORIGEN Y SALUD).

5.3. Resultados y discusión.

5.3.1. Número de encuestas y características generales de la población encuestada.

El número de encuestas que se realizó por especie y localidad en general ha superado las 30-40 establecidas previamente como número mínimo, obteniéndose para cada especie entre 417 y 557 y un total de 3032 encuestas (Tabla 2). No obstante, para describir los hábitos de consumo de pescado no se han utilizado las encuestas de aquellas personas que repetían el análisis sensorial ya que proporcionarían una información redundante. Por ello, el número de encuestas en este caso es de 1655.

Tabla 2. Número de encuestas realizadas por localidad y especie.

	Besugo	Dentón	Hurta	Pargo	Sargo picudo	Dorada	Total
1 CAD	41	48	51	32	63	43	278
2 CAST	50	50	50	35	35	33	253
3 PM	44	32	42	36	46	41	241
4 LPGC	75	51	62	90	60	45	383
5 SCR	61	36	60	52	59	51	319
6 SC	94	88	89	101	52	19	443
7 MUR	106	106	88	103	97	95	595
8 VAL	86	80	84	85	95	90	520
TOTAL	557	491	526	534	507	417	3032

CAD: Cádiz (Andalucía); CAST: Castropol (Asturias); PM: Palma de Mallorca (Baleares); LPGC: Las Palmas de Gran Canaria; SCR: San Carlos de la Rápita (Cataluña); SC: Santiago de Compostela (Galicia); MUR: Murcia (Murcia); VAL: Valencia (Valencia).

De la población encuestada el 53% eran mujeres y el 47% hombres (Figura 1), y sólo el 28% eran fumadores (Figura 2). La mayor parte de la población, el 60%, tenía edades comprendidas entre los 20 y 40 años (Figura 3). La mayoría, el 84%, formaban parte de familias compuestas por 3 y 4 personas (Figura 4), y el 57 % tenían estudios universitarios (Figura 5).

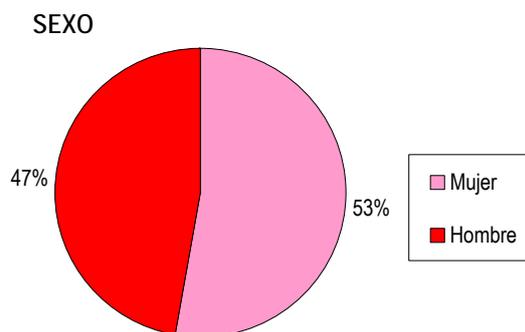


Figura 1. Distribución de sexos de la población encuestada.

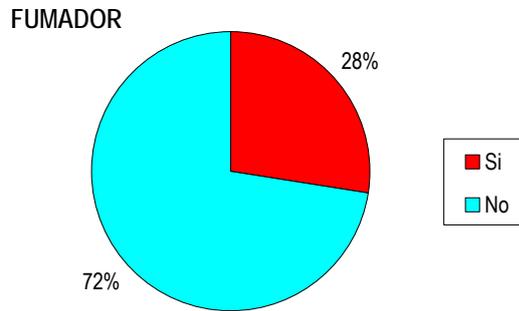


Figura 2. Distribución de fumadores y no fumadores de la población encuestada.

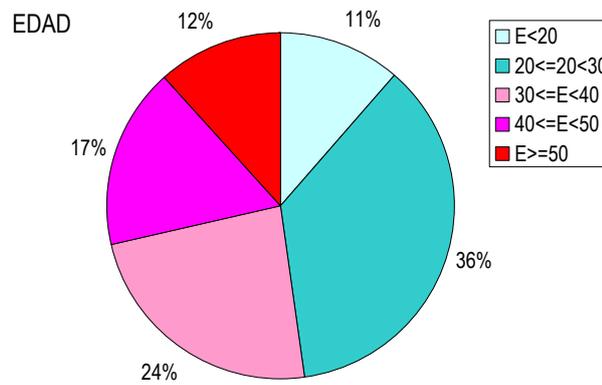


Figura 3. Distribución de clases de edad de la población encuestada.

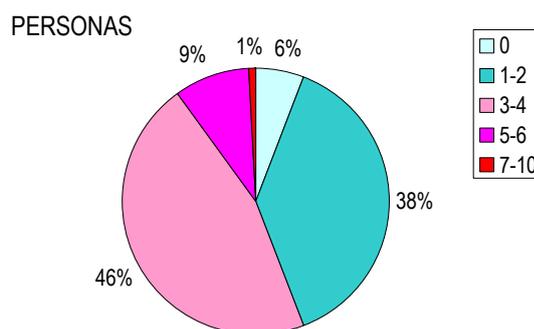


Figura 4. Distribución del número de personas con el que convive el encuestado.

ESTUDIOS

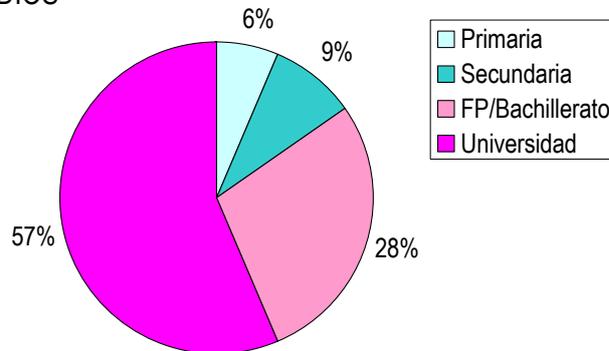


Figura 5. Distribución de estudios que tenía la población encuestada.

Como cabía esperar, al haberse desarrollado el estudio en localidades costeras, la población encuestada es consumidora habitual de pescado (Figura 6), representado el 83 % aquellos que consumen pescado una o varias veces a la semana, y siendo el 51% responsables en su unidad familiar de la compra de pescado (Figura 7).

FCP

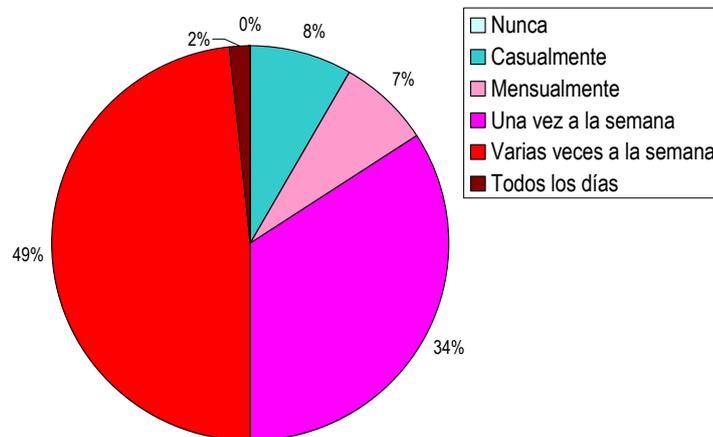


Figura 6. Distribución de la frecuencia con que consumen pescado la población encuestada.

RESCOMP

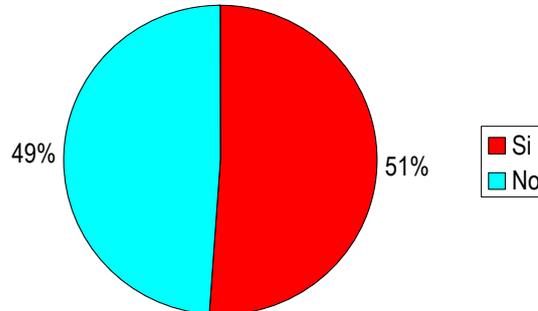


Figura 7. Distribución de la frecuencia de los encuestados que son responsables de la compra en su unidad familiar.

5.3.2. Hábitos de consumo.

5.3.2.1. Origen del pescado

Para cada origen (fresco, congelado o piscifactoria), existen diferencias significativas en el consumo en función de la localidad (Figura 8). No obstante, para todas las localidades la mayor causa de las diferencias es el propio origen. Así, el pescado fresco se sitúa en torno a un nivel de consumo de “una vez a la semana”, el congelado entre “mensualmente” y “una vez a la semana” y finalmente el pescado de acuicultura que en función de las localidades varía entre “casualmente” (CAD, CAST, LPGC, SCR y SC) a “mensualmente” (PM, MUR y VAL).

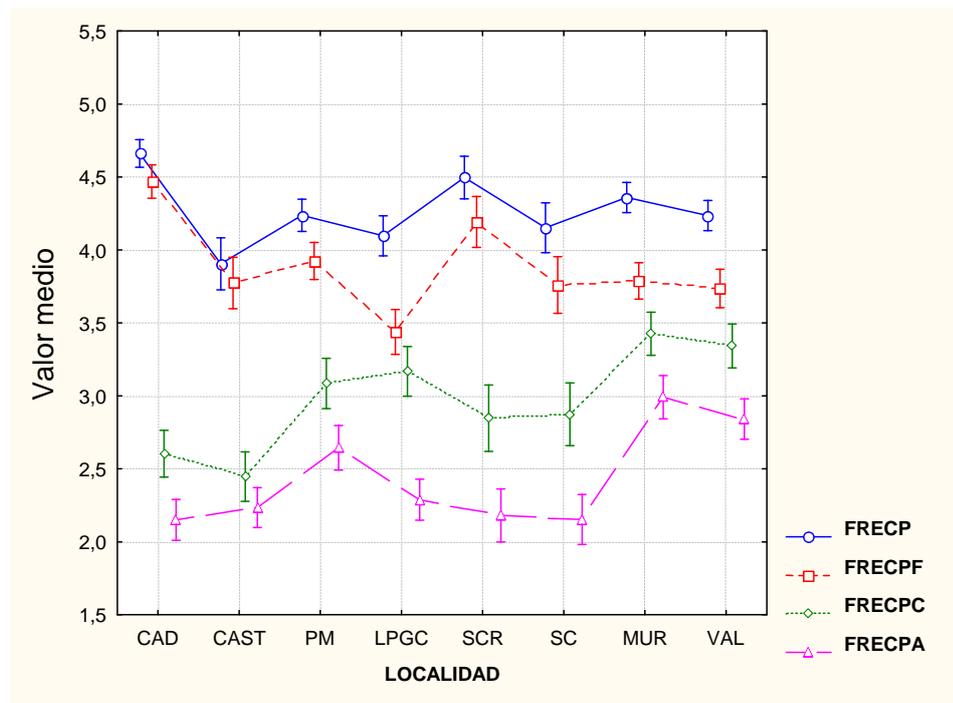


Figura 8. Distribución por localidades de los valores medios de la frecuencia con se consume pescado (FRECP: pescado fresco; FRECPF: pescado fresco; FREPC: pescado congelado; FRECPA: pescado de acuicultura).

5.3.2.2. Opinión sobre el pescado de acuicultura.

En relación al pescado de acuicultura, un 40% de los encuestados tiene una buena opinión y sólo es mala en el 6%. Sin embargo, el porcentaje de los que no tienen una opinión ni buena ni mala y los que NS/NC es demasiado alto, 35 y 19% respectivamente (Figura 9). En cualquier caso, la opinión del consumidor de los peces de crianza se correlaciona positiva y significativamente con la edad y el nivel de estudios, coincidiendo con lo encontrado por GIAUC (2004).

Las diferencias observadas en el consumo de las distintas especies de acuicultura (dorada, lubina, rodaballo, salmón y trucha) dependen significativamente de la localidad (Figura 10), aunque en general las mayores diferencias se observan según la especie. La dorada, salvo en Santiago de Compostela y Castropol, los valores medios se sitúan entre “casualmente” y “mensualmente”. En este rango, pero con valores inferiores, se encuentra salmón y lubina. Y en el rango entre “nunca” y “casualmente” se encuentra la trucha y el rodaballo, que, por otro lado, tienen los valores más altos en Castropol y Santiago de Compostela.

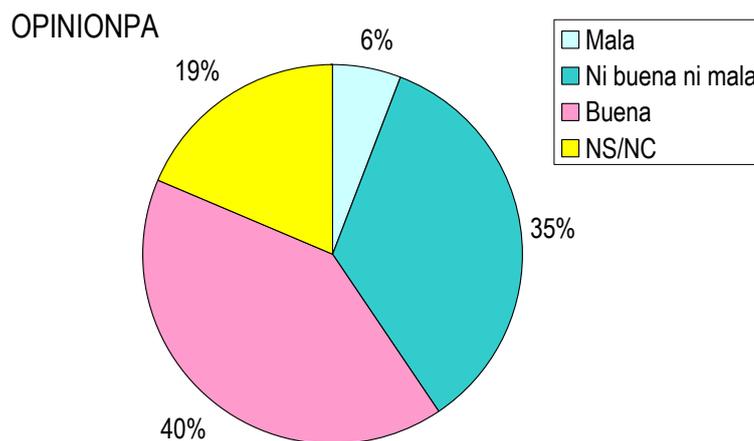


Figura 9. Distribución de la opinión que tienen los encuestados sobre el pescado de acuicultura.

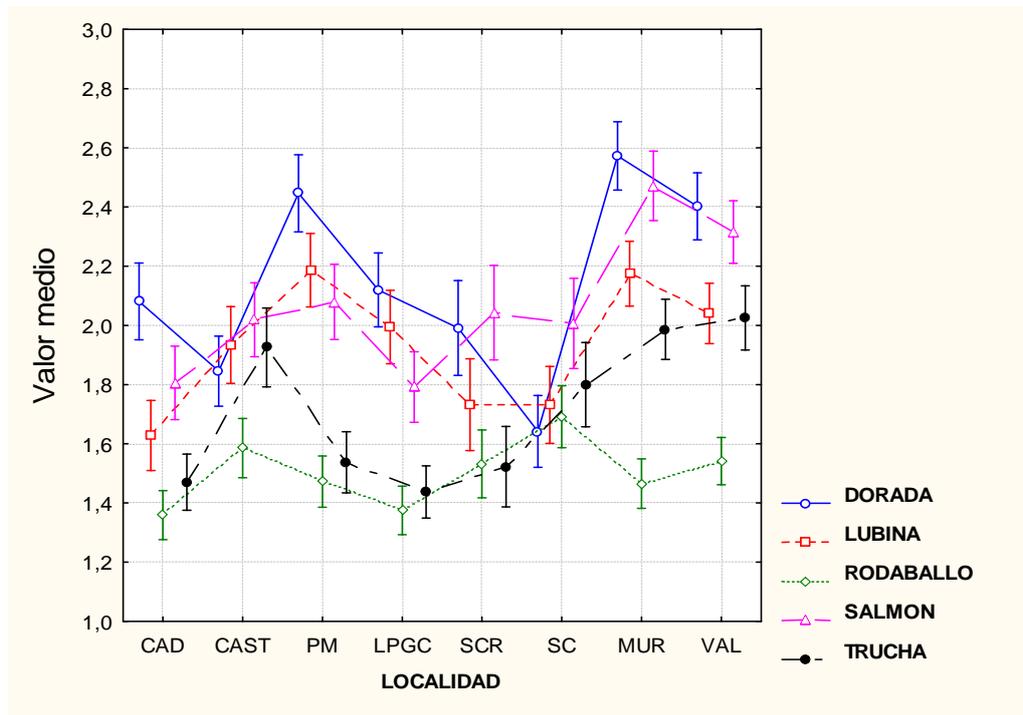


Figura 10. Distribución por localidades de los valores medios de la frecuencia con se consumen las distintas especies de acuicultura.

5.3.2.3. Factores que influyen a la hora de hacer la compra.

En cuanto a la importancia que tienen los factores precio, tamaño, aspecto, origen y beneficios para la salud a la hora de hacer la compra de pescado, las diferencias observadas son significativas para las distintas localidades, salvo el precio. También aquí, las mayores diferencias se observan entre los distintos factores (Figura 11). Los factores cuyos valores medios se encuentran más próximos a “muy importante” son frescura y aspecto; más próximo a “importante” se encuentran salud y precio, y finalmente, y con valores por debajo de “importante”, origen y tamaño. El análisis factorial nos permite agrupar primero a frescura y aspecto que tienen las mayores cargas factoriales para el factor 1, después precio y tamaño que las tendrían para el factor 2 y, finalmente, origen y salud que tendrían cargas muy bajas para ambos factores (Figura 12).

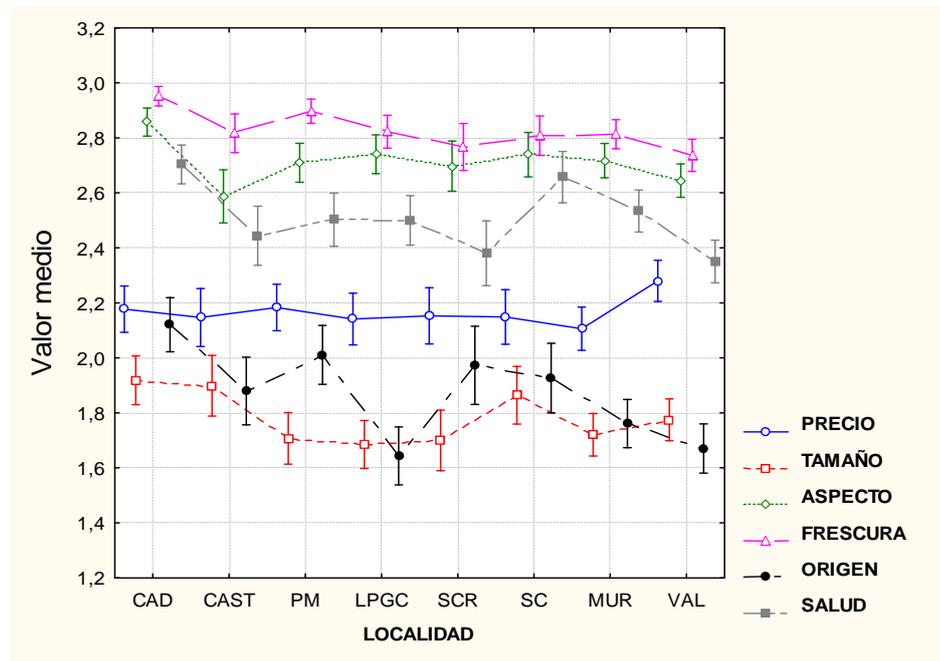


Figura 11. Distribución por localidades de los valores medios de la importancia que dan los encuestados a distintas variables a la hora de hacer la compra de pescado.

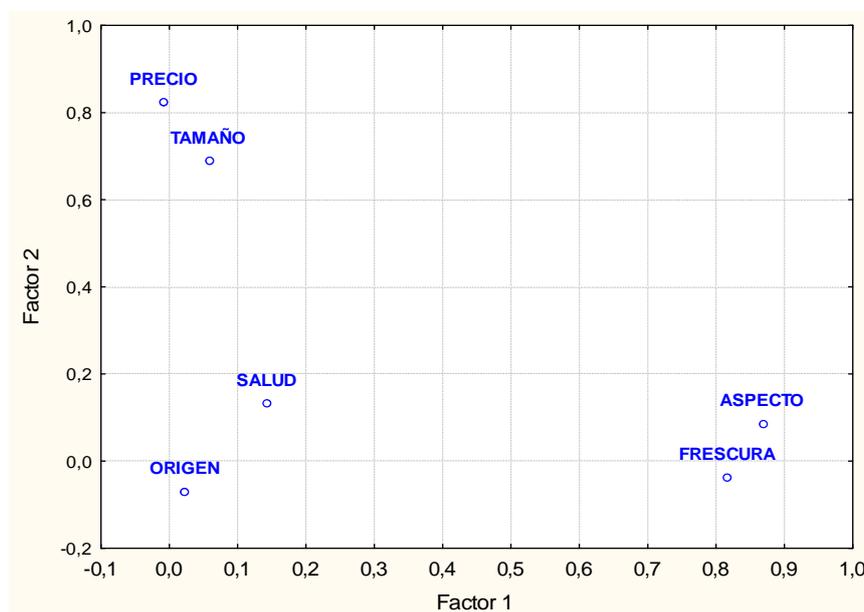


Figura 12. Análisis factorial de la importancia que dan los encuestados a distintas variables a la hora de hacer la compra de pescado.

5.3.2.4. Especies de pescados que se consumen habitualmente.

La especie que se consume con mayor frecuencia por los encuestados, coincidiendo con los datos observados por el FROM (2005) es la merluza, cuyo valor promedio para todas las localidades, es del 20,6% (Figuras 13 a 21 y Tabla 3). También es la merluza la especie que mayoritariamente prefieren tomar los

consumidores en cada una de las localidades; los valores más bajos se obtienen en Las Palmas de Gran Canaria (13,5%), y los valores más altos en Santiago de Compostela (29,6%) y en Castropol (25,5%), en el resto de localidades tienen valores en torno al 20% (Tabla 3). La dorada es la segunda especie más consumida, con un valor promedio para todas las localidades del 9,8%. Sin embargo, este hecho no se produce en todas las localidades. Así, es la segunda especie en todas las localidades Mediterráneas (Tabla 3), donde, además, tiene los valores más altos (12,5-16,7%); los valores más bajos se registran en Santiago de Compostela (2,2) y en Castropol (3,1). En Las Palmas de Gan Canaria (7%) y en Cádiz (9,4%) tiene valores intermedios. Con valores promedio de entre el 7 y el 3%, se encuentra por orden descendente, el lenguado, salmón, sardina, atún, lubina, bacalao, rape, boquerón y pez espada.

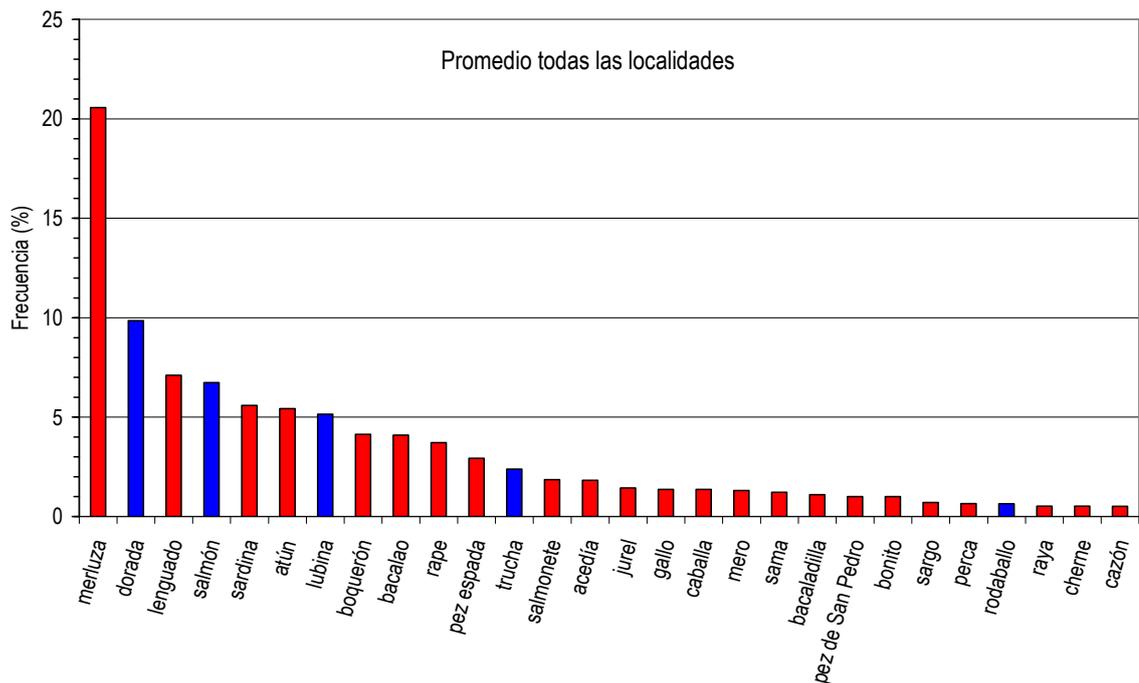


Figura 13. Distribución de frecuencias de las especies que prefieren consumir la población de encuestados (valores promedio de todas las localidades).

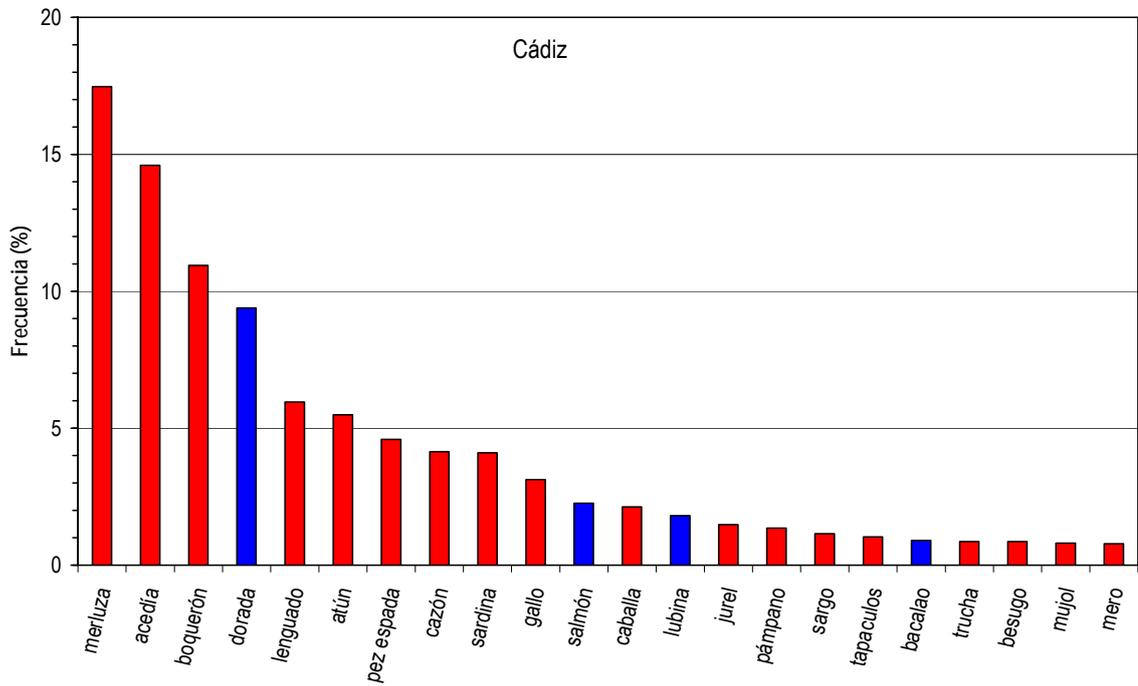


Figura 14. Distribución de frecuencias de las especies que prefieren consumir la población de encuestados en Cádiz.

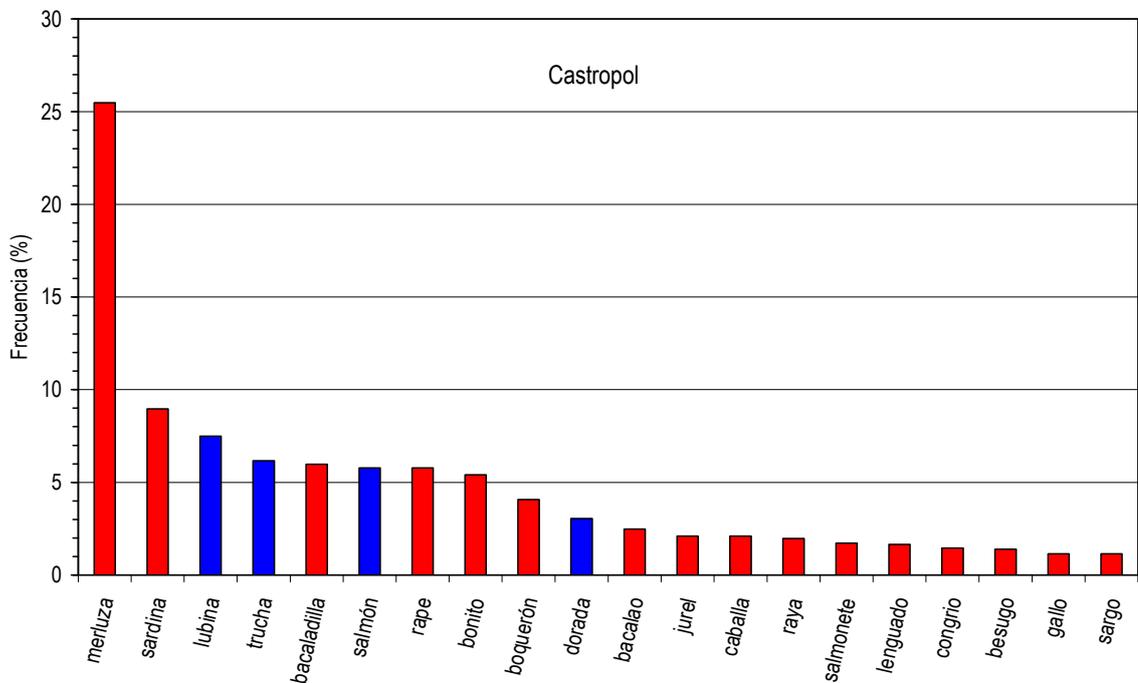


Figura 15. Distribución de frecuencias de las especies que prefieren consumir la población de encuestados en Castropol.

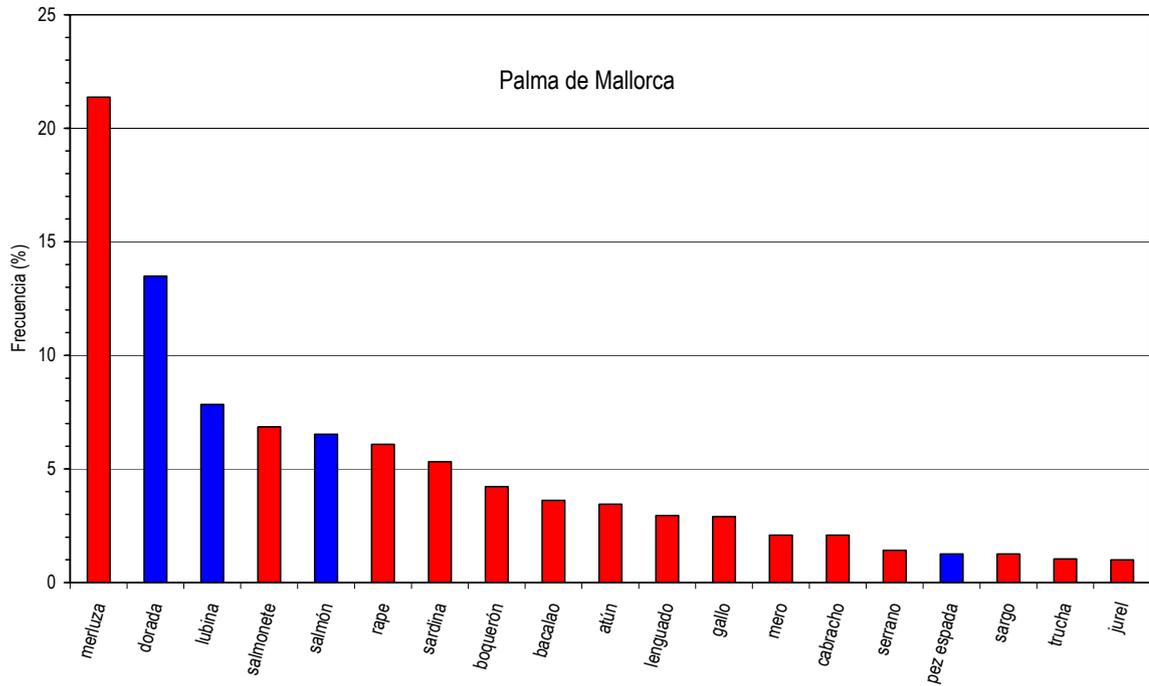


Figura 16. Distribución de frecuencias de las especies que prefieren consumir la población de encuestados en Palma de Mallorca.

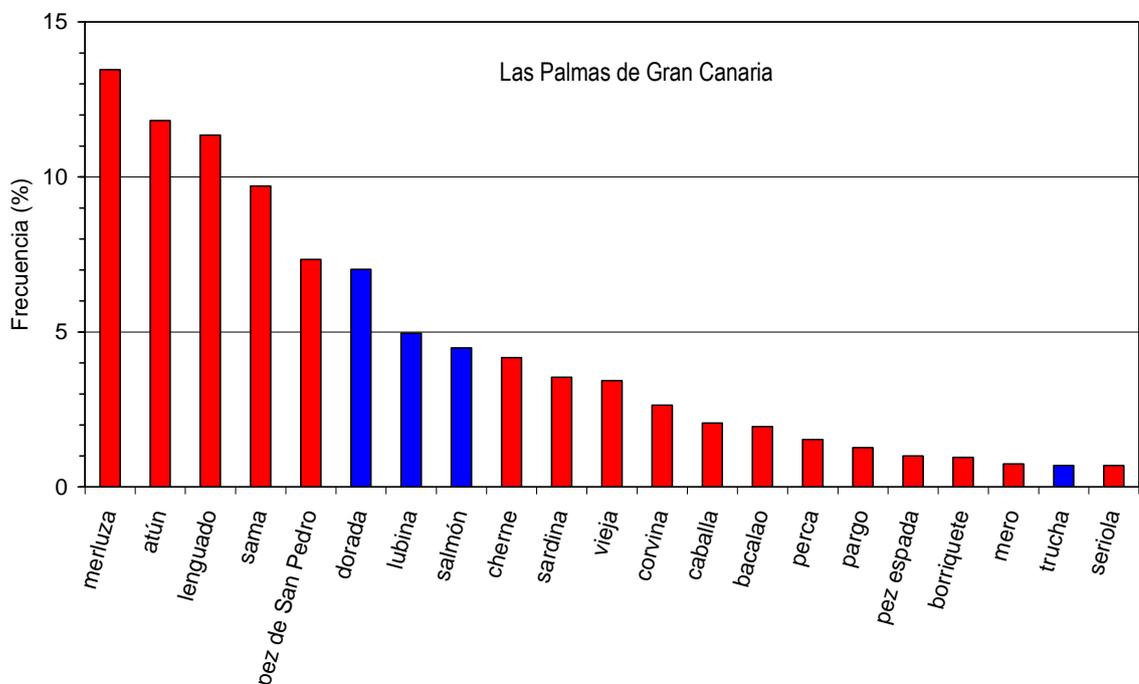


Figura 17. Distribución de frecuencias de las especies que prefieren consumir la población de encuestados en Las Palmas de Gran Canaria.

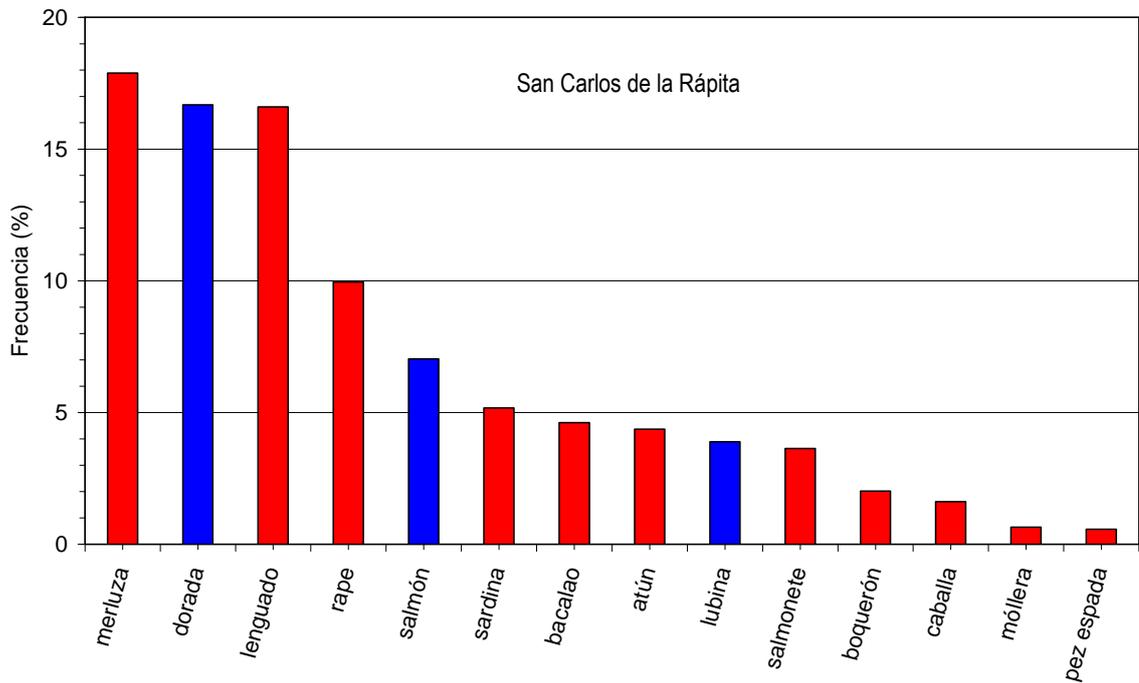


Figura 18. Distribución de frecuencias de las especies que prefieren consumir la población de encuestados en San Carlos de la Rápita.

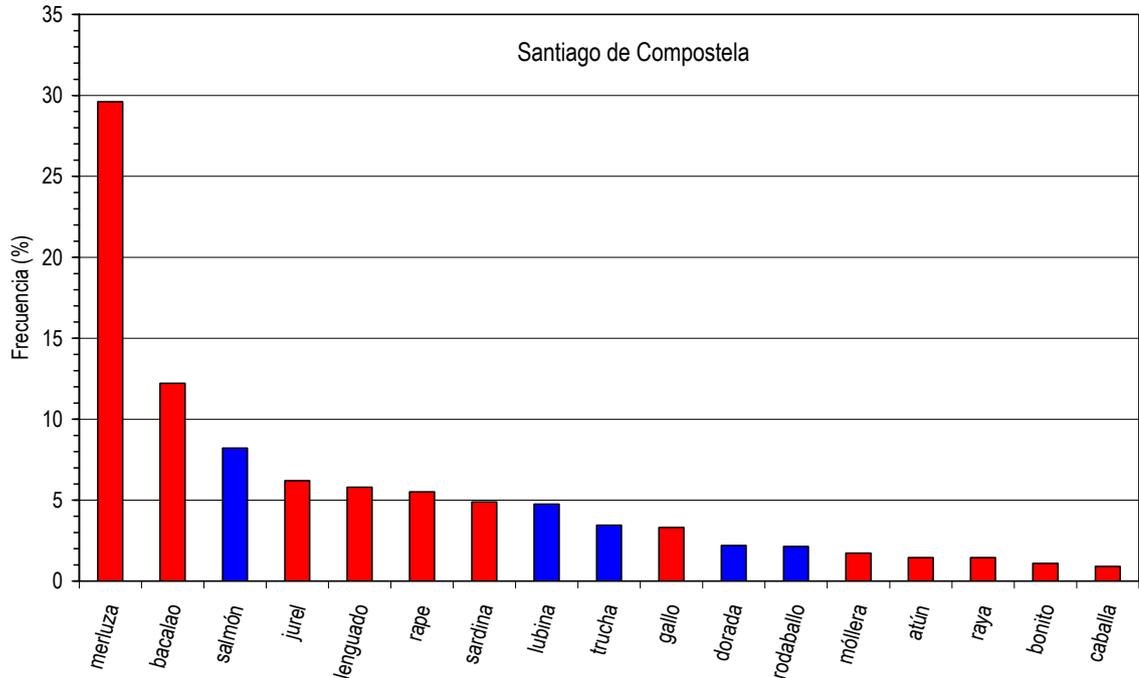


Figura 19. Distribución de frecuencias de las especies que prefieren consumir la población de encuestados en Santiago de Compostela.

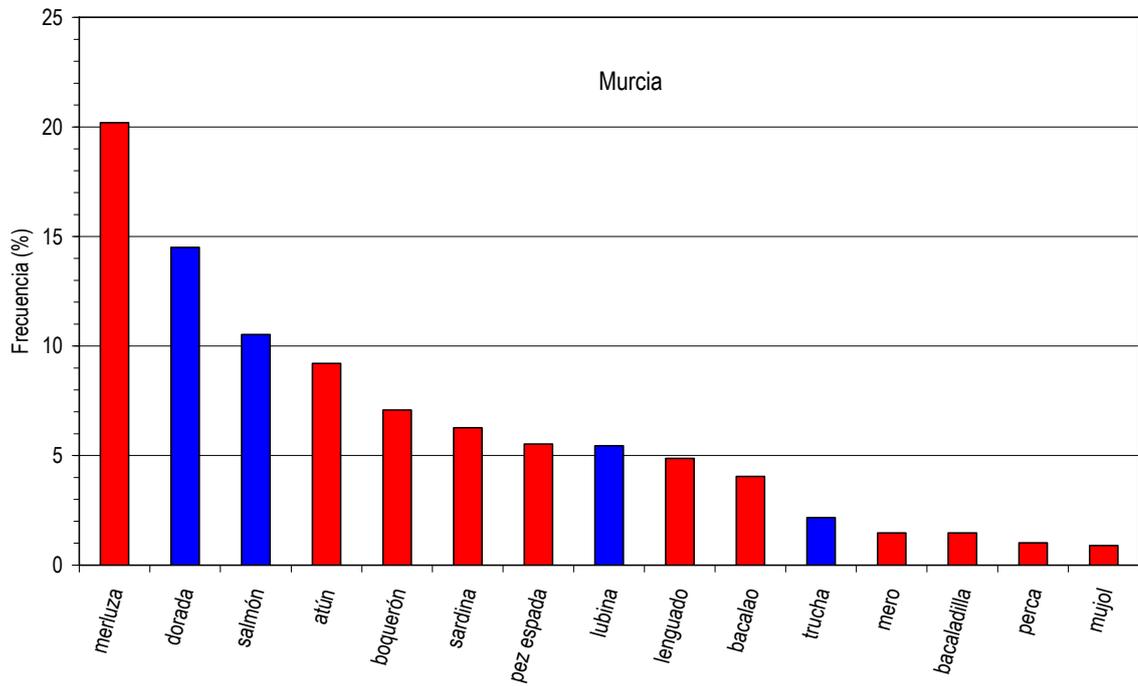


Figura 20. Distribución de frecuencias de las especies que prefieren consumir la población de encuestados en Murcia.

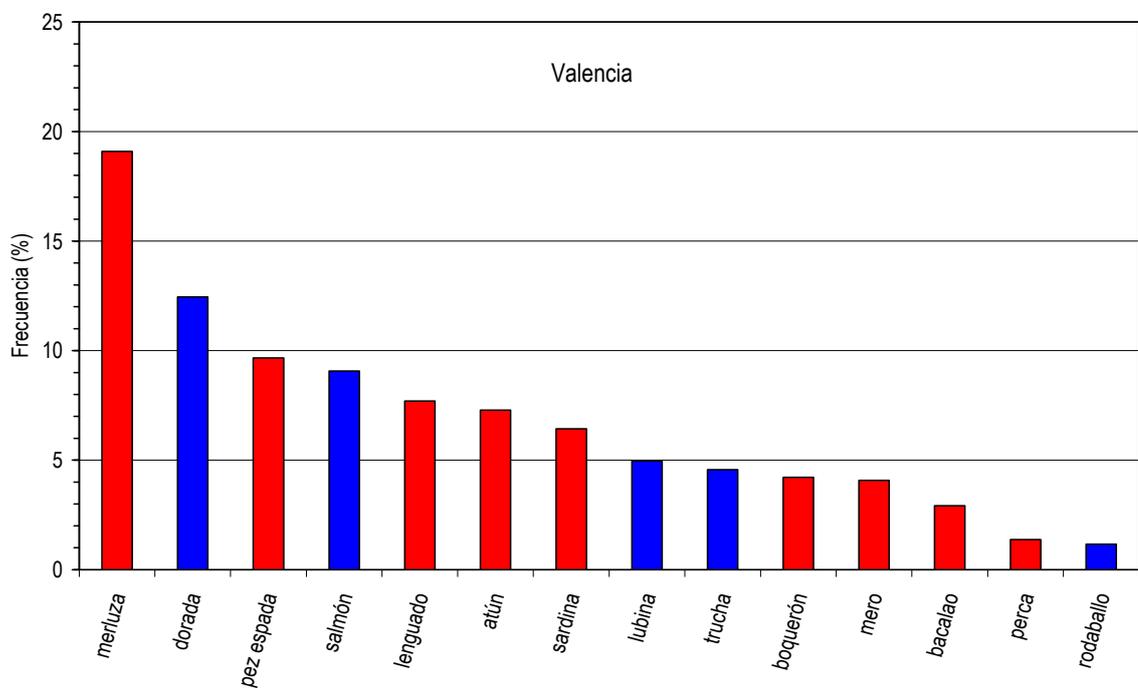


Figura 21. Distribución de frecuencias de las especies que prefieren consumir la población de encuestados en Valencia.

5.3.2.4.1. Singularidades de las localidades.

Como singularidades nos referimos a aquellas especies que sólo aparecen en una localidad pero la frecuencia es superior al 1%. El caso más significativo es el de la acedía que solo es citada en Cádiz, donde es la segunda especie tras la merluza y representa el 14,6% (Figura 14). También es singular de esta localidad el cazón (4,1 %), el pámpano (1,4 %) y el tapacubos (1,0 %). En Las Palmas de Gran Canaria destaca la sama, que es la cuarta especie por orden de preferencia, y que representa el 9,7 % del total (Figura 17). No obstante, en Canarias con sama se designan a varias especies de espáridos (*Dentex gibbosus*, *D. maroccanus* y *D. macrophthalmus*). Son también singulares de esta localidad el cherne (4,2 %), la vieja (3,4 %) y el burro o borriquete (1 %). En Palma de Mallorca (Figura 16) destacan el cabracho (2,1 %) y el serrano (1,4 %). En la Tabla 4 se muestran los nombres vulgares y científicos de las especies preferidas por los consumidores.

5.3.2.4.2. Especies que mayoritaria o exclusivamente proceden de la acuicultura.

Es importante destacar que dorada, lubina, rodaballo, salmón y trucha, mayoritaria o incluso, totalmente, deben proceder de acuicultura y en conjunto represente el 25%. Por localidades el peso de estas especies de acuicultura varía (Tabla 3), siendo más alto en las localidades Mediterráneas con valores del 28,1 (San Carlos de la Rápita) al 32,8% (Murcia), intermedias en las Cantábricas con valores del 20,8 (Santiago de Compostela) y 23,4% (Castropol), y las más bajas en Cádiz (14,5%) y Las Palmas de Gran Canaria (17,2%). La dorada es la especie más importante y, como se comentaba anteriormente, representa el 9,8%. En el rodaballo, por el contrario, los valores son muy bajos (promedio 0,6%), obteniéndose los más significativos en Valencia (1,2%) y Santiago de Compostela (2,1 %). Es interesante, también, que el salmón es preferido fundamentalmente en las localidades mediterráneas donde representa del 6,5 % (Palma de Mallorca) al 10,5 % (Murcia), aunque también es importante en Santiago de Compostela (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentajes por localidades de pescados que consumen habitualmente los encuestados, para la merluza, las especies que mayoritariamente proceden de acuicultura y las nuevas especies de espáridos objeto del estudio.

	CAD	CAST	PM	LPGC	SCR	SC	MUR	VAL	Promedio
Merluza	17,5	25,5	21,4	13,5	17,9	29,6	20,2	19,1	20,6
Dorada	9,4	3,1	13,5	7,0	16,7	2,2	14,5	12,5	9,8
Lubina	1,8	7,5	7,8	5,0	3,9	4,8	5,5	5,0	5,1
Rodaballo	0,1	0,8	0,6	0,0	0,3	2,1	0,1	1,2	0,6
Salmón	2,3	5,8	6,5	4,5	7,0	8,2	10,5	9,1	6,7
Trucha	0,9	6,16	1,0	0,7	0,0	3,5	2,27	4,6	2,4
Total	14,5	23,4	29,4	17,2	28,1	20,8	32,8	32,4	24,8
Besugo	0,9	1,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,4
Dentón	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1
Hurta	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pargo	0,0	0,0	0,4	1,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
Sargo	0,7	1,1	1,3	0,6	0,0	0,6	0,2	0,0	0,5
Total	1,8	2,5	1,8	1,9	0,2	1,0	0,6	0,0	1,2

Este alto consumo de especies procedentes de acuicultura que se detecta aquí, contrasta de manera destacable con el hecho de que los encuestados dicen realizar un bajo consumo del pescado de acuicultura, que se sitúa entre “casual” y “mensualmente”. Obviamente, esto sugiere que los consumidores no identifican claramente el origen del pescado que consumen, necesitando, por tanto, más información sobre que productos son de acuicultura y, en relación a estos, los procesos de producción implicados y la calidad del producto. El estudio de GIAUC (2004) en sus conclusiones destaca el desconocimiento de gran parte de los consumidores de cómo identificar el origen de crianza de las especies y, también, que la

deficiente calidad es el motivo más utilizado para rechazar el consumo de pescado de crianza. Por ello, dichos autores, sugieren la necesidad que los productores y comercializadores realicen un esfuerzo a la hora de comunicar al mercado la calidad del producto y, sobre todo, por evitar incertidumbres sobre la garantía sanitaria del mismo.

Tabla 4. Nombres vulgares y científicos de las especies de peces preferidas por los consumidores.

Abadejo	<i>Mycteroperca fusca</i>	Lubina	<i>Dicentrarchus labrax</i>
Acedía	<i>Dicologlossa cuneata</i>	Maragota	<i>Labrus bergylla</i>
Aguja	<i>Sphyaena spp.</i>	Marrajo	<i>Isurus oxyrinchus</i>
Anguila	<i>Anguila anguila</i>	Melva	<i>Auxis rochei</i>
Antoñito	<i>Dentex maroccanus</i>	Merluza	<i>Merluccius merluccius</i>
Atún	<i>Thunnus spp.</i>	Mero	<i>Epinephelus spp.</i>
Bacaladilla	<i>Micromesistius poutassou</i>	Móllera	<i>Trisopterus luscus</i>
Bacalao	<i>Gadus morhua</i>	Mujol	<i>Mugil spp.</i>
Besugo	<i>Pagellus bogaraveo</i>	Palometa	<i>Trachynotus ovatus</i>
Betas	<i>Cepola rubescens</i>	Pámpano (1)	<i>Stromateus fiatola</i>
Bonito	<i>Thunnus alalunga</i>	Pámpano (2)	<i>Schedophilus ovalis</i>
Bquerón	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Panga	<i>Megalaspis cordyla</i>
Borriquete	<i>Plectorhinchus mediterraneus</i>	Pargo	<i>Pagrus pagrus</i>
Breca	<i>Pagellus erythrinus</i>	Pejines	<i>Atherina presbyter</i>
Brótola	<i>Phycis blennoides</i>	Perca	<i>Lutjanus bidens</i>
Caballa	<i>Scomber spp.</i>	Pez de San Pedro	<i>Zeus faber</i>
Cabracho	<i>Scorpaena scrofa</i>	Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>
Cabut	<i>Anthias anthias</i>	Rape	<i>Lophius spp.</i>
Caramel	<i>Spicara smaris</i>	Rascacio	<i>Scorpaena porcus</i>
Cazón	<i>Galeorhinus galeus</i>	Rata	<i>Uranoscopus scaber</i>
Chanquete	<i>Aphia minuta</i>	Raya	<i>Raja sp.</i>
Cherne	<i>Polyprion americanus</i>	Rodaballo	<i>Scophthalmus maximus</i>
Chopa	<i>Spondyllosoma cantharus</i>	Rojizos	<i>Bodianus rufus</i>
Chova	<i>Pomatomus saltator</i>	Rosada	<i>Genypterus spp.</i>
Congrio	<i>Conger conger</i>	Salema	<i>Salpa salpa</i>
Corvina	<i>Argyrosomus regius</i>	Salmón	<i>Salmo salar</i>
Dentón	<i>Dentex dentex</i>	Salmonete	<i>Mullus surmuletus</i>
Doncella	<i>Coris julis</i>	Sama	<i>Dentex spp.</i>
Dorada	<i>Sparus aurata</i>	Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>
Fletán	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Sargo	<i>Diplodus spp.</i>
Gallineta	<i>Scorpaena sp.</i>	Seriola	<i>Seriola spp.</i>
Gallo	<i>Lepidorhombus spp.</i>	Serrano	<i>Serranus spp.</i>
Gatu	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Solla	<i>Pleuronectes platessa</i>
Herrera	<i>Lithognatus mormyrus</i>	Tapaculos	<i>Citharus linguatula</i>
Hurta	<i>Pagrus auriga</i>	Tintorera	<i>Carcharhinus plumbeus</i>
Jurel	<i>Trachurus spp.</i>	Trucha	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Lenguado	<i>Solea spp.</i>	Vieja	<i>Sparisoma cretense</i>
Llampuga	<i>Coryphaena hippurus</i>		

5.3.2.4.3. Especies de espáridos.

En cuanto a las especies de espáridos objeto de este estudio, en conjunto representan el 1,2% (Tabla 3), obteniéndose los valores más altos en Castropol (2,5%), Cádiz (1,8%) y Las Palmas de Gran Canaria (1,9%) y los más bajos en Murcia (0,6%) y Valencia (0,0%). La especie que representa el porcentaje más alto es el sargo (0,5%), aunque bajo esta denominación los encuestados se están, obviamente, refiriendo a varias especies (*Diplodus puntazzo*, *D. vulgaris*, *D. annularis*, etc.), y la segunda es el besugo

(0,4%). Los valores más bajos los presenta el dentón (0,1%) que se cita en Palma de Mallorca y Murcia, y la hurta que tan sólo es registrada en Cádiz. Este resultado, no obstante, era de esperar, ya que sus poblaciones naturales y consiguientemente sus capturas son muy locales y reducidas y no son realmente conocidas.

5.3.3. Análisis y estimación de las causas de variación del análisis sensorial.

5.3.3.1. Variables categóricas. Análisis de la varianza factorial.

Las diferencias observadas entre los valores medios de los distintos atributos y CONSUMO han dependido significativamente de la localidad y de la especie (Tabla 5). La interacción de los dos factores también es responsable significativamente de las diferencias salvo para los atributos TEXTURA y PERSISTENCIA. En Murcia el factor TIEMPO_M no influye significativamente sobre los valores medios de los atributos y tampoco la interacción entre ESPECIE y TIEMPO_M (Tabla 6). El factor ESPECIE si tiene una influencia significativa sobre los atributos salvo para JUGOSIDAD Y TEXTURA.

Tabla 5. Resultados del ANOVA factorial para analizar si las diferencias observadas de los atributos del análisis sensorial y CONSUMO dependen de los factores LOCALIDAD y ESPECIE y de la interacción entre ambos.

		SABOR	JUGOSIDAD	TEXTURA	GRASA	PERSISTENCIA	GLOBAL	CONSUMO
LOCALIDAD	F	24,66	17,21	13,82	3,81	4,47	22,05	33,40
	p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
ESPECIE	F	4,83	5,28	2,71	7,16	6,38	7,35	13,56
	p	0,001	0,0001	0,05	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
L*E	F	2,67	1,45	0,98	1,45	1,05	1,90	2,43
	p	0,0001	0,05	ns	0,05	ns	0,01	0,0001

ns: no significativo para $p > 0,05$.

Tabla 6. Resultado del ANOVA factorial para analizar si las diferencias observadas de los atributos del análisis sensorial y CONSUMO en Murcia dependen de los factores ESPECIE y TIEMPO y de la interacción entre ambos.

		SABOR	JUGOSIDAD	TEXTURA	GRASA	PERSISTENCIA	GLOBAL	CONSUMO
ESPECIE	F	5,40	2,04	0,72	4,91	3,05	5,01	3,73
	P	0,0001	ns	ns	0,0001	0,01	0,001	0,01
TIEMPO	F	0,00	2,48	0,05	0,09	3,68	0,48	2,78
	P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E*T	F	0,67	1,08	0,63	0,56	1,33	1,83	2,42
	p	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,05

ns: no significativo para $p > 0,05$.

5.3.3.2. Variables categóricas. ANOVA de una vía

De las variables categóricas (Tabla 7), FUMADOR no influye significativamente sobre los atributos y CONSUMO. Por el contrario, SEXO y RESPCOMPRA, influyen sobre todos los atributos (Figuras 22 y 23), salvo GRASA y PERSISTENCIA; por lo general las mujeres y los encuestados que son responsables de la compra de pescado valoran significativamente mejor todos los atributos. Sin embargo, para estas dos variables las dos categorías (hombre o mujer, o ser o no ser el responsable) se distribuyen aproximadamente al 50% (Figuras 1 y 7), por lo que no contribuyen a que los valores medios de los atributos y CONSUMO estén sesgados. No obstante, de los responsables de la compra de pescado el 60% eran mujeres y el 40% hombres, por lo que cabría esperar que este hecho pudiera tener una influencia. Sin embargo, al aplicar un ANOVA factorial el efecto de la interacción de los dos factores, SEXO Y RESPCOMPRA, no es significativo.

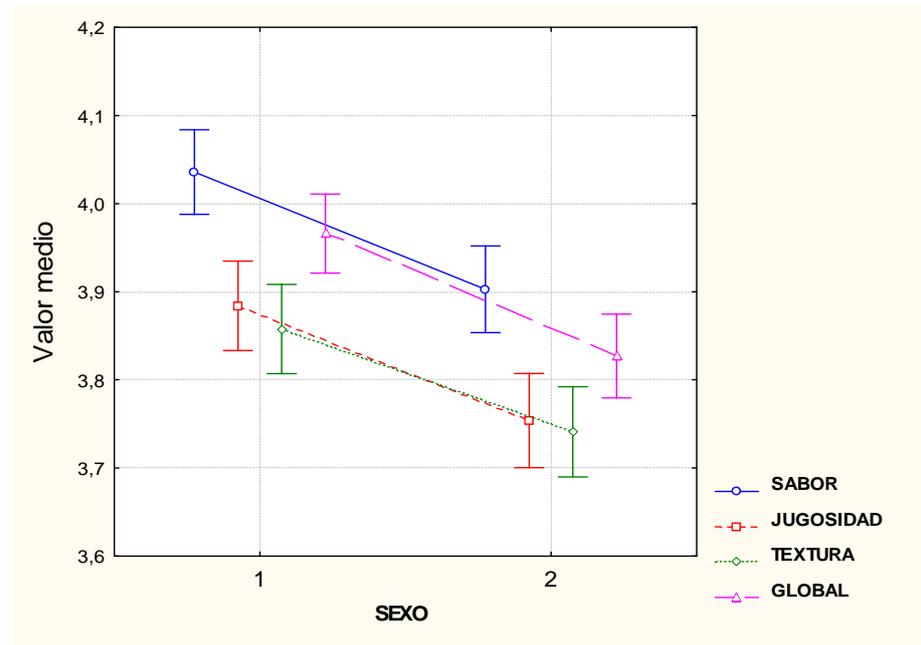


Figura 22. Puntuaciones medias de mujeres (1) y hombres de los atributos en los que las diferencias son significativas ($P < 0,05$), para todas las localidades y especies.

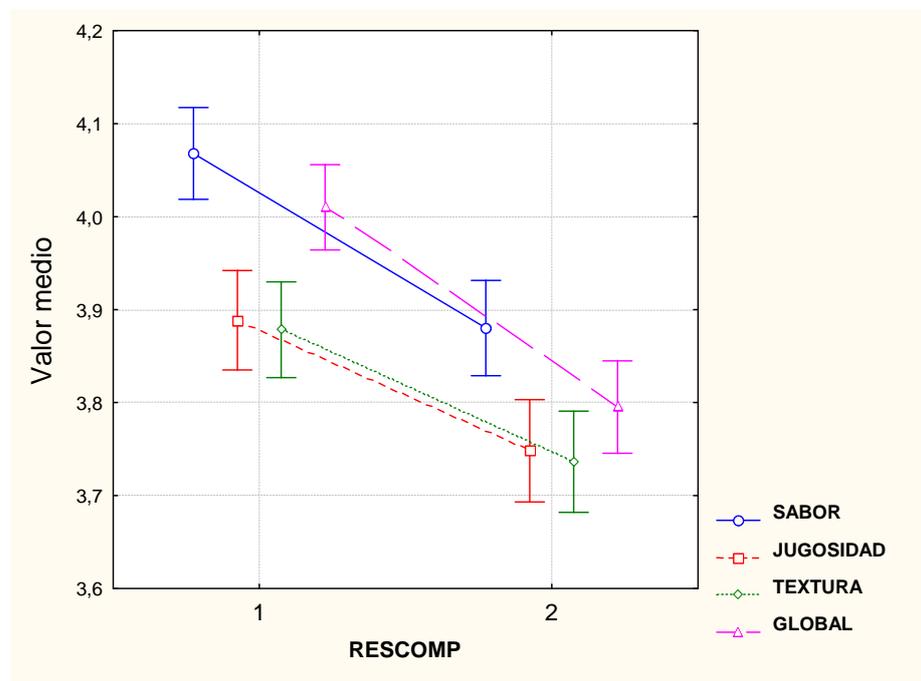


Figura 23. Puntuaciones medias de responsables de la compra de pescado (1: Si, 2: No) de los atributos en los que las diferencias son significativas ($P < 0,05$), para todas las localidades y especies.

5.3.3.3. Variables numéricas. ANOVA de una vía y análisis de correlación.

De las variables numéricas (Tabla 7), TIEMPO_{TL} influye significativamente (menos en GRASA), aunque los coeficientes de correlación son muy bajos y para algunos atributos no son significativos. EDAD influye significativamente (menos en PERSISTENCIA), pero también aquí los coeficientes de correlación son muy bajos aunque significativos (menos en PERSISTENCIA). ESTUDIOS influye significativamente sólo sobre SABOR, GLOBAL y CONSUMO para las que también son significativos los coeficientes de correlación. PERSONAS influye significativamente sólo para CONSUMO y FCP para SABOR y CONSUMO. Por el contrario, OPINIONPA afecta significativamente sobre todos los atributos (salvo en GRASA) y se obtienen los coeficientes de correlación más altos con los atributos.

En la Tabla 8, se muestran los coeficientes de correlación entre los distintos atributos y CONSUMO. Todos los coeficientes son significativos. GLOBAL y CONSUMO, que tienen un coeficiente alto, tienen la mayor correlación con sabor, jugosidad y textura. Los atributos que presentan los coeficientes más bajos entre sí y con el resto son GRASA y PERSISTENCIA.

Tabla 7. Resultados del análisis de correlación y del ANOVA de una vía.

		SABOR	JUGOSIDAD	TEXTURA	GRASA	PERSISTENCIA	GLOBAL	CONSUMO
SEXO	ANOVA	0,0001	0,0001	0,001	ns	ns	0,0001	ns
FUMADOR	ANOVA	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
RESCOMPRA	ANOVA	0,0001	0,0001	0,0001	ns	ns	0,0001	0,0001
TIEMPO	ANOVA	0,0001	0,05	0,0001	ns	0,01	0,0001	0,0001
	r	0,12*	0,04	0,06*	0,00	0,04	0,11*	0,10*
EDAD	ANOVA	0,0001	0,0001	0,0001	0,05	ns	0,0001	0,0001
	r	0,12*	0,10*	0,11*	0,04*	0,03	0,13*	0,20
ESTUDIOS	ANOVA	0,0001	ns	ns	ns	ns	0,0001	0,0001
	r	0,13*	0,02	0,02	0,02	0,02	0,09*	0,10
PERSONAS	ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,05
	r	-0,02	0,04*	0,02	0,05*	0,01	-0,01	0,01
FCP	ANOVA	0,01	ns	ns	ns	ns	ns	0,0001
	r	0,03	0,01	0,01	-0,02	0,02	0,02	0,06*
OPINIONPA	ANOVA	0,0001	0,0001	0,0001	ns	0,0001	0,0001	0,0001
	r	0,22*	0,11*	0,14*	0,04	0,09*	0,23*	0,29*

ns: no significativo para $P > 0,05$. (*) Coeficiente de correlación significativo para $p < 0,05$

Tabla 8. Coeficientes de correlación entre los atributos del análisis sensorial y CONSUMO.

	SABOR	JUGOSIDAD	TEXTURA	GRASA	PERSISTENCIA	GLOBAL	CONSUMO
SABOR	1,00						
JUGOSIDAD	0,50	1,00					
TEXTURA	0,47	0,50	1,00				
GRASA	0,08	0,14	0,07	1,00			
PERSISTENCIA	0,18	0,18	0,15	0,13	1,00		
GLOBAL	0,69	0,52	0,52	0,08	0,22	1,00	
CONSUMO	0,50	0,35	0,38	0,08	0,19	0,54	1,00

Todos los coeficientes de correlación son significativos para $p < 0,05$.

5.3.3.4. Variables numéricas. Análisis Factorial.

El análisis de componentes principales aplicado a las variables cualitativas numéricas consideradas establece cuatro factores que explican el 26, 10, 9 y 8% de la varianza (Tabla 9 y Figura 24). Para facilitar la interpretación de los resultados estadísticos iniciales se han rotado los factores mediante el método

VARIMAX, con el fin de que las cargas en unos factores sean máximas y mínimas en otros. En el factor 1 las variables GLOBAL, SABOR, TEXTURA, JUGOSIDAD y CONSUMO tienen cargas o ponderaciones factoriales significativas, el resto de variables presenta valores muy bajos no significativos. En el factor 2 las variables que tienen cargas significativas son ESTUDIOS, OPINIONPA y TIEMPO_{TL}. Las variables EDAD y FCP, y, GRASA y PERSISTENCIA, tienen cargas significativas para los factores 3 y 4 respectivamente. En la Tabla 10 se muestran los valores de comunalidad (R²). Las variables que tienen valores significativos son los atributos del análisis sensorial. GLOBAL Y SABOR explican más del 50% de la varianza, y después les siguen JUGOSIDAD, TEXTURA Y CONSUMO, que explican entre el 39 y el 37% de la varianza. El resto de variables, incluidos los atributos PERSISTENCIA y GRASA, tienen valores muy bajos. No obstante, de entre éstas destaca OPINIONPA a pesar de que sólo explicaría el 15% de la varianza.

Tabla 9. Análisis factorial. Extracción de factores mediante el análisis de componentes principales. Factores rotados mediante el método Varimax normalizado. Carga o ponderación factorial marcada >0,5 (Hair et al., 1999).

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor	Valor propio	% de la varianza	% varianza acumulado
TIEMPO _{TL}	0,0995	0,5069	-0,3959	0,1057	1	3,3218	25,55	25,55
EDAD	0,1229	0,0963	0,7381	0,0892	2	1,3223	10,17	35,72
ESTUDIOS	0,0076	0,7217	0,0337	0,0394	3	1,1630	8,95	44,67
PERSONAS	0,0242	-0,4463	0,0336	0,2912	4	1,0417	8,01	52,68
FRECP	-0,0051	-0,0296	0,5903	-0,0600				
OPINIONPA	0,2050	0,5667	0,3294	0,1267				
SABOR	0,8169	0,1518	0,0159	0,0406				
JUGOSIDAD	0,7393	-0,1007	-0,0193	0,1753				
TEXTURA	0,7581	-0,0551	-0,0091	0,0498				
GRASA	-0,0052	-0,0123	0,0078	0,8464				
PERSISTENCIA	0,2328	0,0415	-0,0193	0,5236				
GLOBAL	0,8503	0,1107	0,0239	0,0595				
CONSUMO	0,6638	0,2027	0,2286	0,0776				

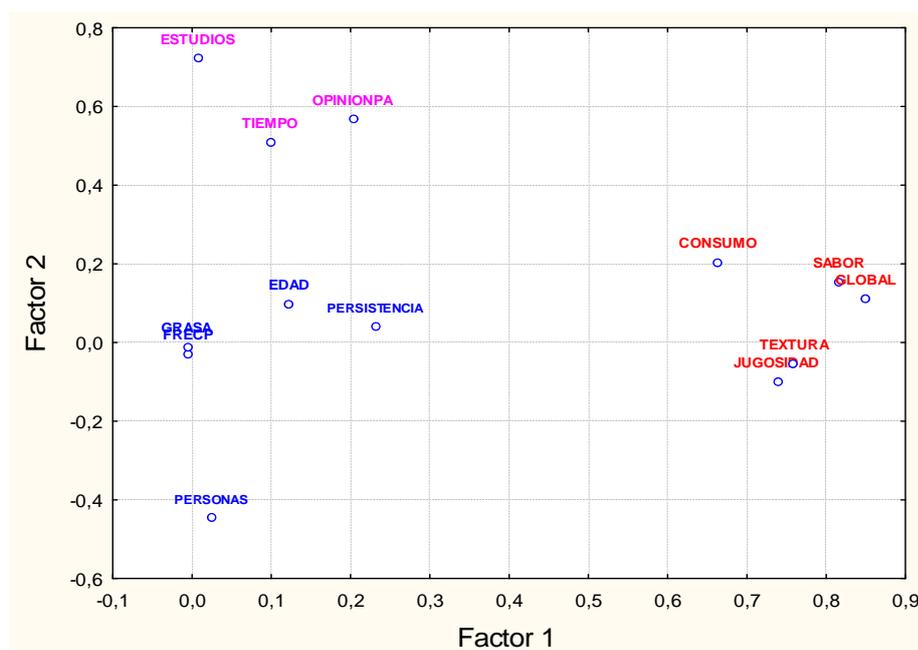


Figura 24. Análisis factorial de las variables cualitativas numéricas (discretas).

Tabla 10. Valores de comunalidad.

	R ²
GLOBAL	0,585
SABOR	0,541
JUGOSIDAD	0,391
TEXTURA	0,375
CONSUMO	0,369
OPINIONPA	0,149
EDAD	0,085
ESTUDIOS	0,082
PERSISTENCIA	0,072
TIEMPO	0,049
GRASA	0,039
PERSONAS	0,028
FRECP	0,018

5.3.3.5. Causas de variación: Conclusión.

Las diferencias observadas en los valores de los atributos y CONSUMO han dependido fundamentalmente de la especie analizada y de la localidad donde se hizo el análisis, siendo también significativa la interacción entre ambos factores. Tanto las mujeres como los responsables de la compra de pescado en la unidad familiar, puntúan significativamente mejor los atributos. No obstante, en el presente trabajo se han distribuido en torno al 50%, por lo que no han implicado un sesgo de los valores medios. Así pues, parece importante a la hora de diseñar un estudio de este tipo tener en cuenta estos dos factores, siendo recomendable que lo realizaran o unos u otros o que se distribuya a un 50% para evitar sesgos.

De las variables independientes, quizás habría que destacar, por el sesgo que pudiera implicar a la valoración de los atributos del análisis sensorial, la opinión que tiene el encuestado de los peces de acuicultura (OPINIONPA). Efectivamente, los coeficientes de correlación que se establecen entre esta variable y los atributos y CONSUMO, han sido bajos, pero han sido los más altos de los observados para todas las variables independientes; la comunalidad, que también ha sido baja, pero también es la más alta. Por tanto, este factor también puede suponer un sesgo, de tal forma que según sea la opinión de la población de encuestados desde “mala” a “buena” la puntuación en los distintos atributos tiende a mejorar.

5.3.3.6. Atributos.

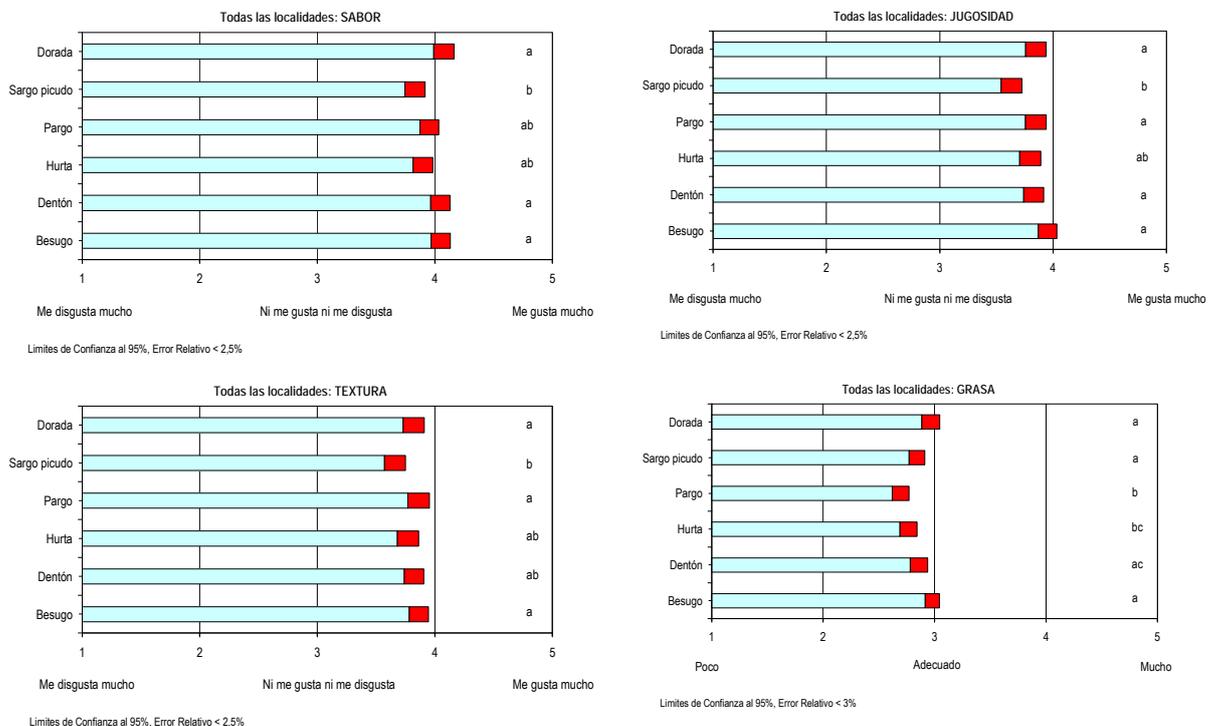
Los atributos que han tenido una mayor aportación en la diferenciación de las muestras han sido GLOBAL Y SABOR que además tienen los mayores índices de correlación con CONSUMO. No obstante, también han sido buenos descriptores, JUGOSIDAD y TEXTURA. GRASA y PERSISTENCIA, sin embargo, no han sido buenos descriptores, primero presumiblemente por el concepto en sí -en estos atributos se observan los mayores coeficientes de variación- y, segundo, por tener una escala diferente al resto, lo que ha conllevado a los bajos índices de correlación, carga factorial y comunalidad.

5.3.4. Análisis sensorial.

5.3.4.1. Por especies.

En la Tabla 11 se muestran los valores medios de los atributos para las 6 especies. El coeficiente de variación se sitúa entre 19 y 29% en los atributos SABOR, JUGOSIDAD y GLOBAL, observándose los valores más altos para GRASA y PERSISTENCIA (26 y 33%). No obstante, como el número de muestras obtenidas por especie ha sido alto, para todos los atributos el error relativo de los valores medios para cada una de las especies es en todos los casos inferior al 3%. Todas las especies han obtenido puntuaciones en torno a 4, que sería equivalente a “me gusta”, salvo en GRASA Y PERSISTENCIA, que sigue otra escala. Así GRASA se ha situado en torno a 3 que sería “adecuado”, y PERSISTENCIA en 3,5 que sería entre “adecuado” y “mucho” (Figura 25).

La especie mejor valorada en cuanto a sabor fue la dorada (Figura 25) aunque no existen diferencias significativas con el dentón y el besugo, después sigue el pargo, la hurta y el sargo picudo. El besugo fue la mejor valorada en JUGOSIDAD aunque no existen diferencias significativas con el resto de especies, salvo con el sargo picudo que obtiene la puntuación más baja. El pargo fue el mejor valorado en TEXTURA no existiendo diferencias significativas con el resto de especies. Dorada y besugo obtuvieron la puntuación más próxima a 3 del atributo GRASA, es decir nivel adecuado; dentón y sargo picudo tienen valores ligeramente inferiores aunque no existen diferencias significativas; hurta y pargo tienen significativamente los valores más bajos. Todas las especies tienen valores de persistencia que se sitúan por encima de “adecuado”, siendo la hurta y el sargo picudo los que se acercan más a esta puntuación. La valoración GLOBAL más alta la obtiene la dorada (me gusta), seguida del dentón, besugo y pargo, no existiendo diferencias significativas entre ellas, y la valoración más baja para el sargo picudo; la hurta obtiene una puntuación intermedia entre esta última y las primeras pero no habiendo diferencias significativas con ninguna. En cuanto al aspecto a más del 85% de los encuestados les han parecido agradables las seis especies (Figura 26).



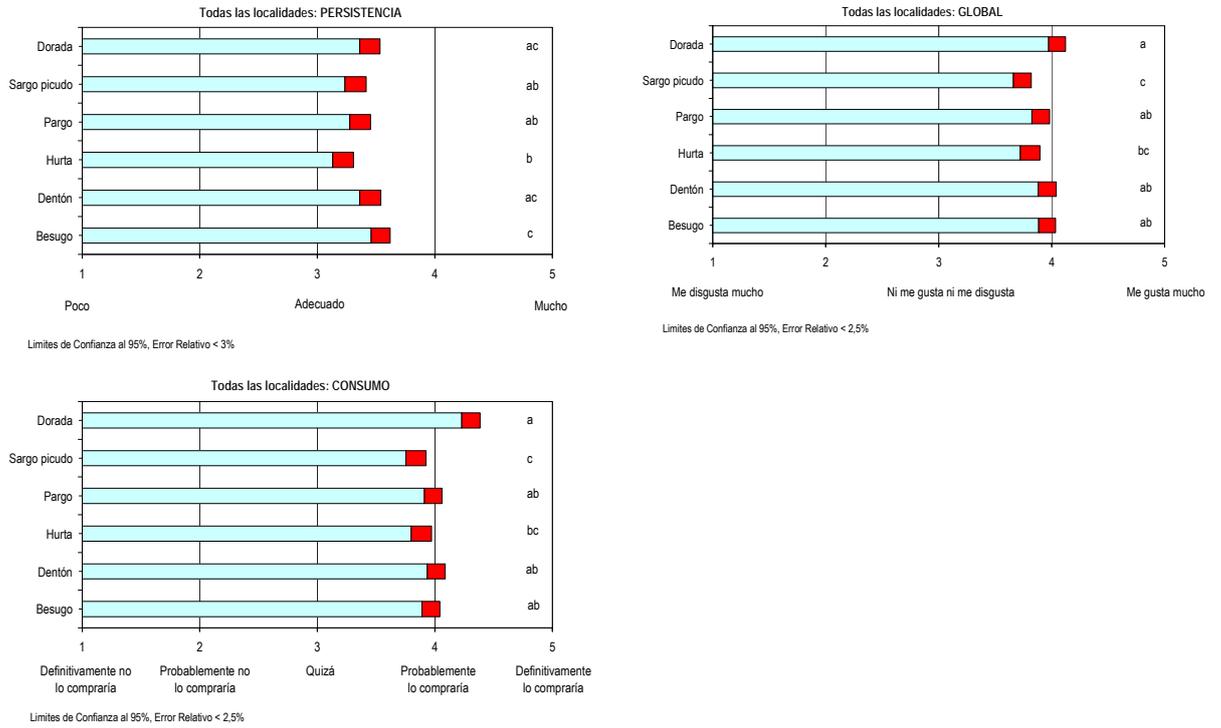


Figura 25. Límites de confianza al 95% de los distintos atributos para las 6 especies.

Tabla 11. Valores medios de los atributos para todas las localidades y por especies. N: número de datos; DS: Desviación estándar; CV: coeficiente de variación; ES: error estándar; EA: error absoluto o límites de confianza al 95% de nivel de significación; ER: error relativo.

		Besugo	Dentón	Hurta	Pargo	Sargo	Dorada
SABOR	Media±DS	4,05±0,97 ^a	4,05±0,93 ^a	3,90±0,97 ^{ab}	3,95±0,94 ^{ab}	3,83±0,98 ^b	4,08±0,89 ^a
	N	549	487	508	533	500	414
	CV (%)	23,97	22,91	24,95	23,89	25,48	21,84
	ES	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	EA	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
	ER (%)	2,00	2,03	2,17	2,03	2,23	2,10
JUGOSIDAD	Media±DS	3,95±0,97 ^a	3,83±0,99 ^a	3,80±1,07 ^{ab}	3,85±1,07 ^a	3,63±1,05 ^b	3,85±0,93 ^a
	N	550	486	508	531	499	414
	CV (%)	24,67	25,89	28,24	27,90	28,76	24,18
	ES	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
	EA	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	ER (%)	2,06	2,30	2,46	2,37	2,52	2,33
TEXTURA	Media±DS	3,87±0,97 ^a	3,82±0,93 ^{ab}	3,77±1,04 ^{ab}	3,86±1,08 ^a	3,66±1,01 ^b	3,82±0,94 ^a
	N	549	484	505	531	497	413
	CV (%)	25,11	24,33	27,51	27,84	27,51	24,49
	ES	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
	EA	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
	ER (%)	2,10	2,17	2,40	2,37	2,42	2,36
GRASA	Media±DS	2,98±0,76 ^a	2,86±0,87 ^{ac}	2,77±0,87 ^{bc}	2,69±0,88 ^b	2,84±0,80 ^a	2,97±0,84 ^a
	N	550	485	505	531	496	414
	CV (%)	25,57	30,59	31,57	32,50	28,18	28,32
	ES	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	EA	0,06	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08
	ER (%)	2,14	2,72	2,75	2,76	2,48	2,73
PERSISTENCIA	Media±DS	3,54±0,96 ^c	3,45±0,99 ^{ac}	3,22±1,00 ^b	3,37±1,04 ^{ab}	3,33±1,04 ^{ab}	3,45±0,89 ^{ac}
	N	548	483	500	528	497	411
	CV (%)	27,17	28,72	31,14	30,86	31,29	25,69
	ES	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04
	EA	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	ER (%)	2,27	2,56	2,73	2,63	2,75	2,48
GLOBAL	Media±DS	3,96±0,89 ^{ab}	3,96±0,89 ^{ab}	3,81±0,99 ^{bc}	3,90±0,92 ^{ab}	3,74±0,89 ^c	4,05±0,77 ^a
	N	546	486	498	532	496	416
	CV (%)	22,51	22,53	26,09	23,53	23,84	19,14
	ES	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	EA	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,07
	ER	1,89	2,00	2,29	2,00	2,10	1,84
CONSUMO	Media±DS	3,97±0,90 ^{ab}	4,01±0,87 ^{ab}	3,89±0,98 ^{bc}	3,99±0,88 ^{ab}	3,84±0,96 ^c	4,31±0,81 ^a
	N	549	488	501	530	489	416
	CV (%)	22,67	21,60	25,28	22,05	25,10	18,75
	ES	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	EA	0,08	0,08	0,09	0,07	0,09	0,08
	ER (%)	1,90	1,92	2,21	1,88	2,22	1,80

Diferente superíndice indican diferencias significativas para $p < 0,05$.

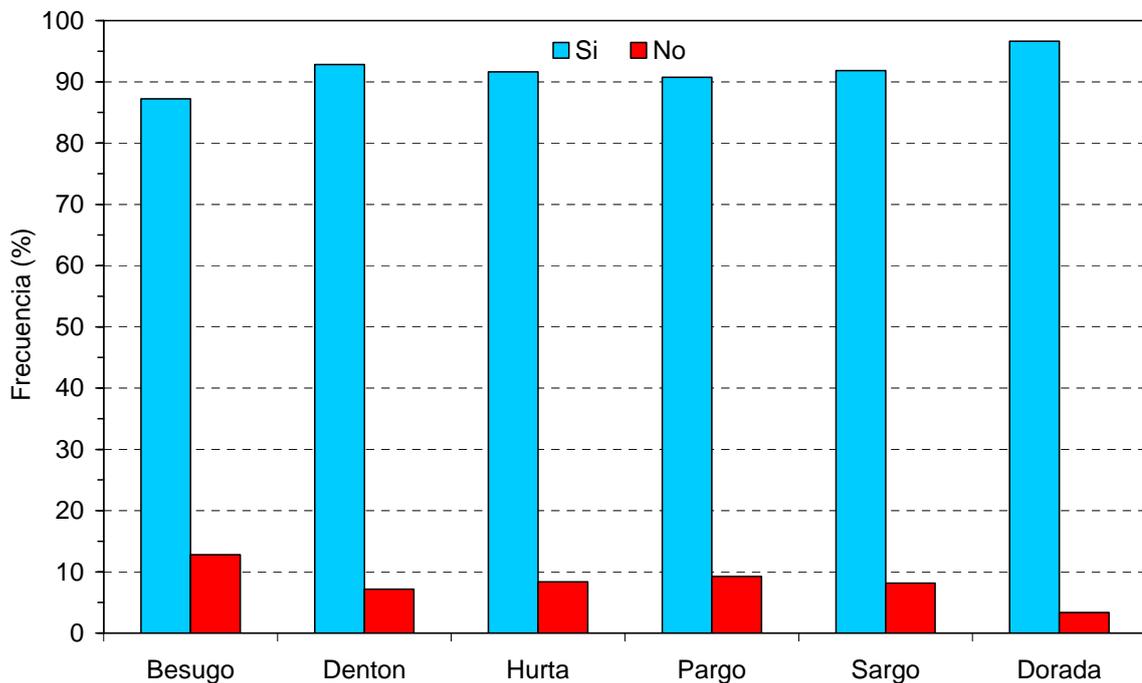


Figura 26. Distribución por especies de la respuesta (si o no) a la pregunta de si les parece agradable el aspecto de la especie que se le muestra (ASPECTO).

5.3.4.2. La especie de referencia: Dorada.

La dorada, la especie utilizada como referencia, ha obtenido por lo general la más alta valoración sensorial, aunque el resto de especies objeto del estudio, han obtenido puntuaciones muy próximas. Hernández *et al.* (2001) compararon la respuesta sensorial de jueces no entrenados frente a dorada y sargo picudo de crianza mediante una prueba triangular, observando resultados similares, en cuanto que la dorada obtuvo una puntuación de los atributos ligeramente superior y significativa, situándose la valoración de ambas especies en torno a “me gusta”, como en el presente trabajo.

Es probable que la mejor valoración de la dorada sea debida a que se trata de una especie actualmente bien conocida; ha sido la especie mejor puntuada de las especies de acuicultura y, dentro del total de especies que preferentemente se consumen, independientemente de su origen, se sitúa en segundo lugar tras la merluza. Pero, también, a que efectivamente se trata de una especie con grandes cualidades organolépticas, famosa en la cocina mediterránea mucho antes de que se desarrollara su cultivo industrial. Si bien es verdad, que al igual que las nuevas especies de espáridos, sólo era realmente conocida y consumida en puntos muy concretos del litoral. En este sentido el porcentaje que suponen estas especies en el consumo habitual es muy bajo (1,2%), y es debido, igualmente, a que sus poblaciones naturales y consecuentemente sus capturas son muy locales y reducidas. Y, al igual que ha ocurrido con la dorada, su consumo se incrementaría si aumentara su oferta en los mercados.

5.3.4.3. Estimación de potenciales consumidores.

La puntuación más alta de CONSUMO la presenta la dorada (Figura 25) siendo su valor significativamente diferente al resto, lo cual debe estar relacionado con el hecho de que ya es una especie bien conocida en prácticamente todos los mercados. No obstante, todas las demás se sitúan en torno a 4 (probablemente la compraría). Para hacer una estimación de los potenciales consumidores quizás es más apropiado utilizar la distribución de frecuencias de esta variable, así si consideramos que aquellos que han puntuado 4 y 5, es decir “probablemente lo compraría” y “definitivamente lo compraría”, serían potenciales

consumidores, para todas las especies entre el 70 y 75% de los encuestados lo serían, siempre, eso sí, que tuvieran un precio razonable (Figura 27).

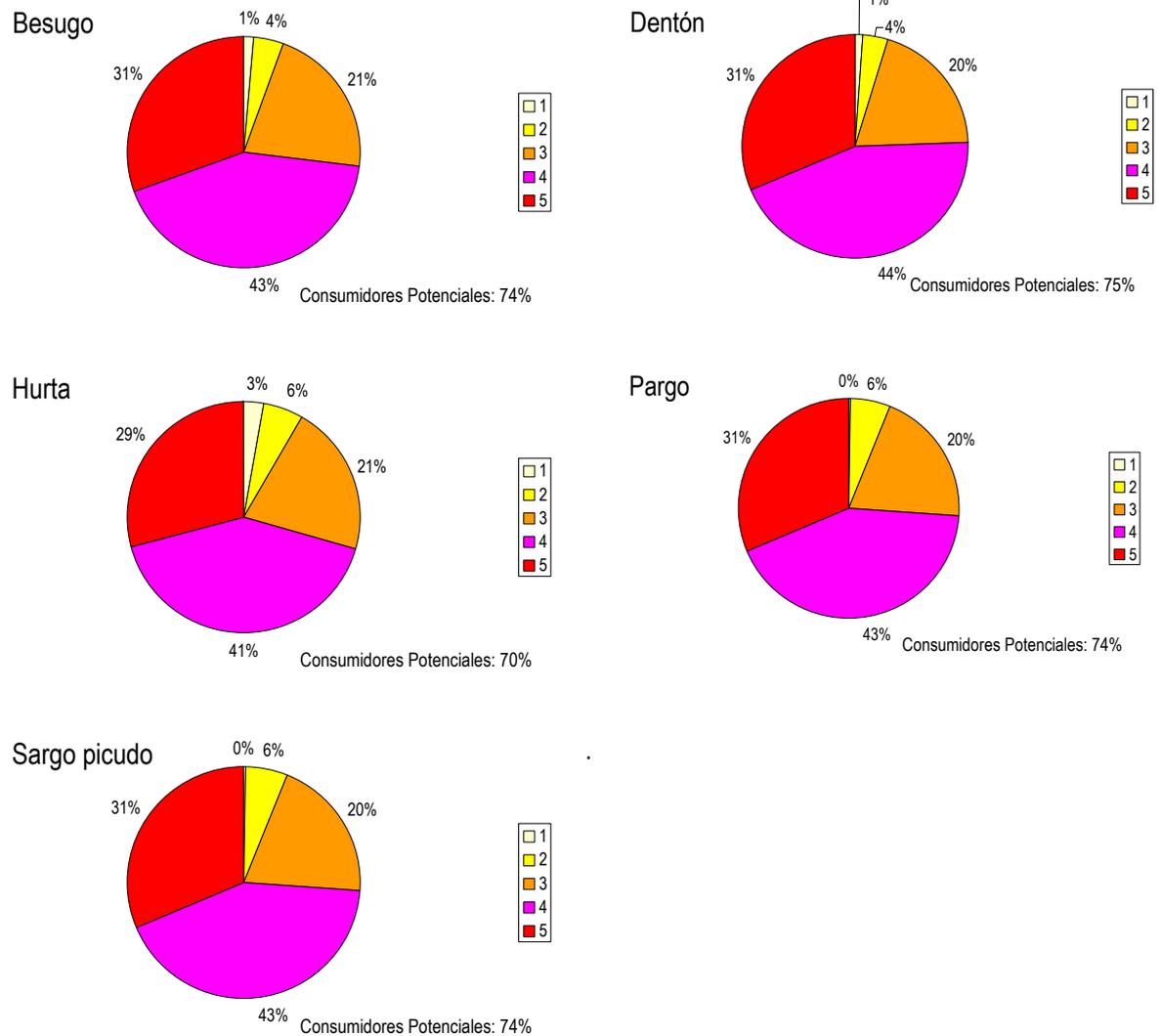


Figura 27. Distribución de frecuencia de CONSUMO. 1. Definitivamente no lo compraría; 2. Probablemente no lo compraría; 3. Quizá; 4. Probablemente lo compraría; 5. Definitivamente lo compraría.

5.3.4.4. Por localidad

En la Tabla 12 se muestran los resultados de los atributos y CONSUMO por localidad y especie. La valoración de los distintos atributos y CONSUMO, ha sido diferente significativamente en función de la localidad donde se realizó el análisis sensorial (Figuras 28 a 33). Así, la puntuación más alta del atributo GLOBAL, no teniendo en cuenta la dorada, en Cádiz la ha obtenido el besugo, en Castropol el pargo, en Palma de Mallorca el dentón, en Las Palmas de Gran Canaria el pargo, en San Carlos de la Rápita la hurta, en Santiago de Compostela el besugo, en Murcia el dentón y en Valencia el dentón. Cabría preguntarse si esta distinta distribución en la puntuación de las especies en las diferentes localidades responde en cierta medida al azar, o por el contrario esta influenciado por los hábitos en el consumo de pescado. Para intentar responder a esta cuestión se ha utilizado el análisis cluster mediante el cálculo de las distancias euclídeas.

Tabla 12. Valores medios (\pm desviación estándar) de los atributos para las distintas especies y en las distintas localidades.

LOCALIDAD	ATRIBUTO	Besugo	Dentón	Hurta	Pargo	Sargo	Dorada
Cádiz	Global	3,97 \pm 0,88	3,89 \pm 0,63	3,55 \pm 1,39	3,72 \pm 1,20	3,64 \pm 0,71	4,19 \pm 0,63
	Sabor	3,95 \pm 1,08	3,96 \pm 0,71	3,70 \pm 1,18	3,94 \pm 1,19	3,58 \pm 0,78	4,00 \pm 0,79
	Jugosidad	3,98 \pm 1,12	3,90 \pm 0,88	3,73 \pm 1,25	4,00 \pm 1,22	3,44 \pm 0,84	3,86 \pm 0,68
	Textura	3,85 \pm 1,03	3,79 \pm 0,71	3,51 \pm 1,16	3,69 \pm 1,06	3,58 \pm 0,89	3,88 \pm 0,81
	Grasa	3,18 \pm 0,93	2,85 \pm 0,82	2,71 \pm 1,08	2,75 \pm 0,67	2,45 \pm 0,95	2,76 \pm 0,85
	Persistencia	3,60 \pm 1,10	3,56 \pm 0,99	3,12 \pm 1,12	3,52 \pm 1,26	3,45 \pm 1,20	3,81 \pm 0,94
	Consumo	3,59 \pm 1,02	3,96 \pm 0,90	3,59 \pm 1,22	3,77 \pm 0,97	3,54 \pm 1,02	4,58 \pm 0,79
Castropol	Global	3,64 \pm 0,91	3,48 \pm 1,18	3,65 \pm 0,80	3,86 \pm 0,85	3,41 \pm 0,78	3,79 \pm 0,70
	Sabor	3,76 \pm 0,90	3,49 \pm 1,18	3,53 \pm 0,86	3,80 \pm 0,83	3,74 \pm 0,93	3,82 \pm 0,95
	Jugosidad	3,80 \pm 0,96	3,74 \pm 1,19	3,38 \pm 0,74	3,89 \pm 0,96	3,68 \pm 0,98	3,70 \pm 0,95
	Textura	3,61 \pm 0,98	3,61 \pm 1,14	3,42 \pm 0,72	3,94 \pm 1,11	3,59 \pm 0,89	3,72 \pm 0,89
	Grasa	2,87 \pm 0,83	3,04 \pm 0,94	2,82 \pm 0,85	2,49 \pm 1,07	3,12 \pm 0,69	3,12 \pm 0,12
	Persistencia	3,48 \pm 0,86	3,57 \pm 1,10	3,00 \pm 0,59	3,46 \pm 0,85	3,06 \pm 1,35	3,27 \pm 0,84
	Consumo	3,82 \pm 0,72	3,69 \pm 0,87	3,23 \pm 1,06	3,89 \pm 0,76	3,71 \pm 0,87	4,12 \pm 0,70
Palma de Mallorca	Global	3,86 \pm 0,72	4,26 \pm 0,68	4,13 \pm 0,77	3,69 \pm 0,80	3,72 \pm 0,83	3,90 \pm 0,92
	Sabor	4,21 \pm 0,75	4,45 \pm 0,62	4,32 \pm 0,79	3,57 \pm 1,01	3,93 \pm 0,80	4,00 \pm 0,88
	Jugosidad	4,21 \pm 0,72	4,29 \pm 0,64	4,32 \pm 0,65	3,91 \pm 0,98	4,02 \pm 0,98	3,88 \pm 0,90
	Textura	4,14 \pm 0,78	4,23 \pm 0,72	4,05 \pm 0,86	4,06 \pm 1,00	3,98 \pm 0,88	3,88 \pm 0,98
	Grasa	3,10 \pm 0,69	3,13 \pm 0,62	3,00 \pm 0,84	2,89 \pm 0,58	3,04 \pm 0,67	2,80 \pm 1,01
	Persistencia	3,35 \pm 0,77	3,23 \pm 0,99	3,15 \pm 0,73	3,23 \pm 0,97	3,38 \pm 0,91	3,38 \pm 0,78
	Consumo	3,91 \pm 0,72	4,39 \pm 0,72	4,18 \pm 0,68	3,57 \pm 0,88	3,87 \pm 0,91	4,10 \pm 0,80
Las Palmas de Gran Canaria	Global	4,39 \pm 0,70	4,39 \pm 0,75	4,43 \pm 0,81	4,46 \pm 0,67	4,08 \pm 0,74	4,18 \pm 0,83
	Sabor	4,52 \pm 0,74	4,41 \pm 0,73	4,56 \pm 0,74	4,41 \pm 0,78	4,23 \pm 0,83	4,11 \pm 0,93
	Jugosidad	4,36 \pm 0,80	4,14 \pm 0,83	4,15 \pm 0,94	4,14 \pm 1,01	4,02 \pm 0,98	4,09 \pm 0,97
	Textura	4,24 \pm 0,87	4,12 \pm 0,86	4,27 \pm 0,77	4,17 \pm 1,02	3,92 \pm 0,89	4,02 \pm 0,89
	Grasa	3,12 \pm 0,68	2,73 \pm 1,06	2,77 \pm 0,71	2,81 \pm 0,69	2,87 \pm 0,65	3,02 \pm 0,72
	Persistencia	3,60 \pm 0,89	3,78 \pm 0,91	3,52 \pm 0,91	3,43 \pm 0,84	3,38 \pm 0,88	3,51 \pm 0,87
	Consumo	4,35 \pm 0,74	4,45 \pm 0,76	4,52 \pm 0,70	4,46 \pm 0,62	4,10 \pm 0,74	4,36 \pm 0,89
San Carlos de la Rápita	Global	3,80 \pm 0,91	3,83 \pm 1,11	3,85 \pm 0,86	3,85 \pm 0,85	3,75 \pm 0,94	3,94 \pm 0,88
	Sabor	3,77 \pm 0,94	3,97 \pm 0,97	4,02 \pm 0,85	4,12 \pm 0,76	3,85 \pm 0,96	3,86 \pm 1,00
	Jugosidad	3,85 \pm 1,00	4,08 \pm 0,84	3,71 \pm 1,05	3,96 \pm 0,92	3,71 \pm 1,01	3,96 \pm 0,97
	Textura	3,61 \pm 1,08	3,61 \pm 1,08	3,63 \pm 1,15	3,81 \pm 0,97	3,71 \pm 0,93	3,86 \pm 1,02
	Grasa	2,95 \pm 0,78	3,00 \pm 0,86	2,93 \pm 0,97	2,87 \pm 0,82	2,83 \pm 0,99	3,22 \pm 0,81
	Persistencia	3,52 \pm 0,92	3,61 \pm 0,80	3,41 \pm 1,02	3,37 \pm 0,95	3,29 \pm 1,03	3,41 \pm 0,94
	Consumo	3,64 \pm 0,91	3,72 \pm 1,09	3,87 \pm 0,81	3,92 \pm 0,95	3,68 \pm 0,99	4,06 \pm 0,88
Santiago de Compostela	Global	3,73 \pm 1,06	3,69 \pm 0,96	3,55 \pm 1,03	3,53 \pm 0,98	3,19 \pm 0,95	3,95 \pm 0,71
	Sabor	3,79 \pm 1,21	3,81 \pm 1,12	3,49 \pm 1,03	3,59 \pm 1,01	3,23 \pm 1,13	3,95 \pm 0,91
	Jugosidad	3,88 \pm 1,05	3,43 \pm 1,06	3,79 \pm 1,28	3,83 \pm 1,18	3,21 \pm 1,21	3,74 \pm 0,99
	Textura	3,79 \pm 0,97	3,66 \pm 0,99	3,67 \pm 1,19	3,68 \pm 1,15	3,31 \pm 1,15	3,42 \pm 1,02
	Grasa	2,91 \pm 0,76	2,74 \pm 0,98	2,79 \pm 0,91	2,67 \pm 1,05	2,79 \pm 0,70	2,84 \pm 0,83
	Persistencia	3,29 \pm 1,12	3,22 \pm 1,10	2,98 \pm 1,28	3,36 \pm 1,29	3,04 \pm 1,20	3,22 \pm 1,11
	Consumo	3,66 \pm 1,10	3,64 \pm 0,94	3,47 \pm 0,98	3,56 \pm 0,89	3,37 \pm 1,03	4,11 \pm 0,74
Murcia	Global	4,08 \pm 0,88	4,12 \pm 0,78	3,71 \pm 0,94	3,84 \pm 0,82	4,06 \pm 0,83	4,29 \pm 0,70
	Sabor	4,27 \pm 0,81	4,16 \pm 0,82	3,89 \pm 0,90	3,98 \pm 0,83	4,32 \pm 0,82	4,45 \pm 0,70
	Jugosidad	4,08 \pm 0,88	3,89 \pm 0,96	3,82 \pm 0,97	3,68 \pm 1,06	3,86 \pm 0,96	4,03 \pm 0,82
	Textura	4,01 \pm 0,99	3,89 \pm 0,88	3,83 \pm 0,91	3,79 \pm 1,04	3,87 \pm 0,92	4,00 \pm 0,84
	Grasa	3,02 \pm 0,70	2,87 \pm 0,77	2,60 \pm 0,82	2,69 \pm 0,86	2,99 \pm 0,69	3,01 \pm 0,77
	Persistencia	3,62 \pm 0,89	3,31 \pm 0,98	3,20 \pm 0,78	3,29 \pm 0,93	3,47 \pm 0,89	3,50 \pm 0,83

	Consumo	4,30±0,73	4,22±0,69	4,13±0,84	4,16±0,85	4,34±0,80	4,59±0,75
Valencia	Global	4,00±0,75	4,04±0,71	3,77±0,90	4,05±0,92	3,68±0,95	3,91±0,73
	Sabor	3,99±0,94	4,19±0,75	3,83±0,88	4,00±0,96	3,53±1,02	3,98±0,92
	Jugosidad	3,51±0,99	3,71±1,01	3,56±1,08	3,59±1,07	3,26±1,08	3,53±1,02
	Textura	3,64±0,87	3,83±0,88	3,70±1,04	3,82±1,13	3,36±1,18	3,57±0,99
	Grasa	2,81±0,77	2,80±0,82	2,69±0,80	2,49±0,94	2,78±0,82	2,89±0,92
	Persistencia	3,77±0,97	3,56±0,86	3,33±1,04	3,36±1,10	3,30±0,99	3,35±0,88
	Consumo	4,07±0,79	4,09±0,72	3,92±0,98	4,12±0,79	3,73±0,98	4,20±0,74

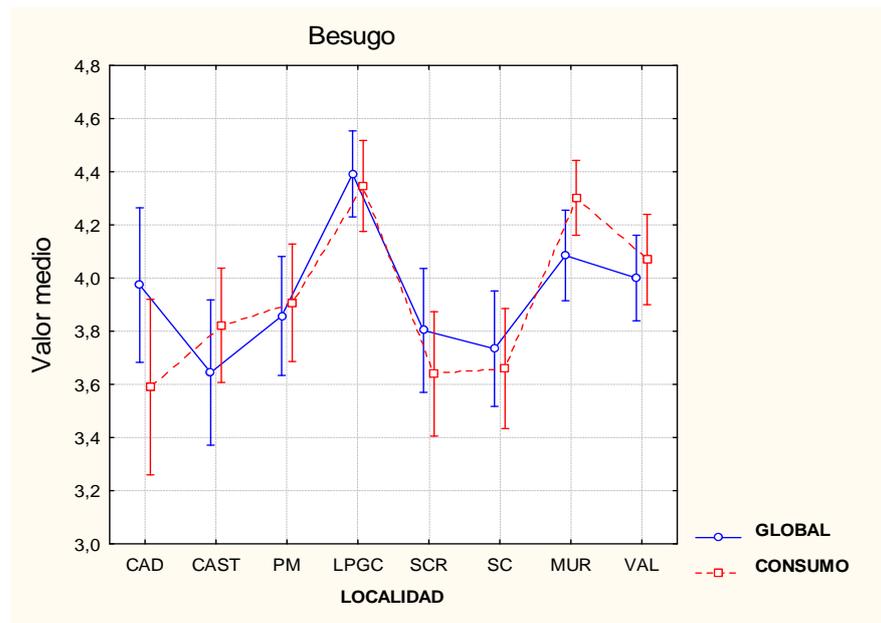


Figura 28. Distribución de los valores medios observados en las distintas localidades de las variables GLOBAL y CONSUMO para el besugo.

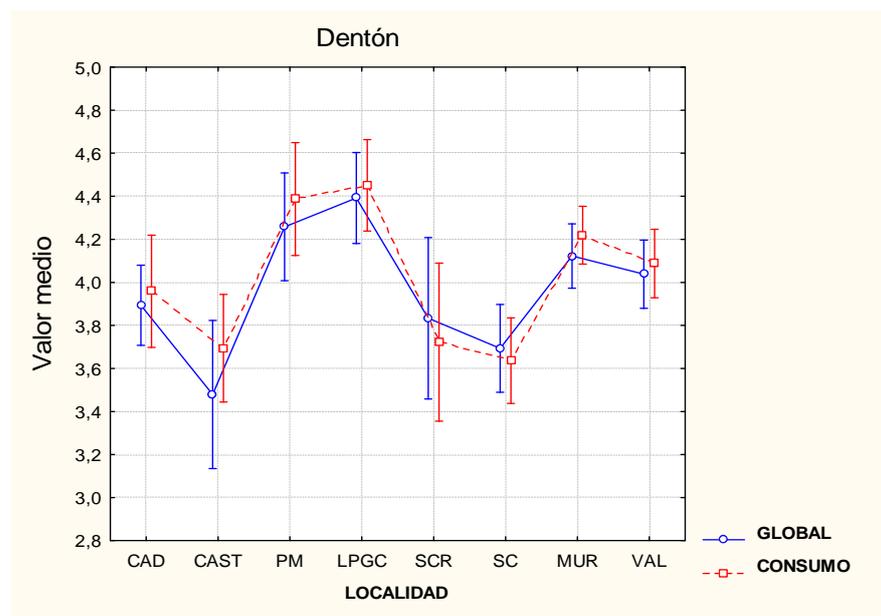


Figura 29. Distribución de los valores medios observados en las distintas localidades de las variables GLOBAL y CONSUMO para el dentón.

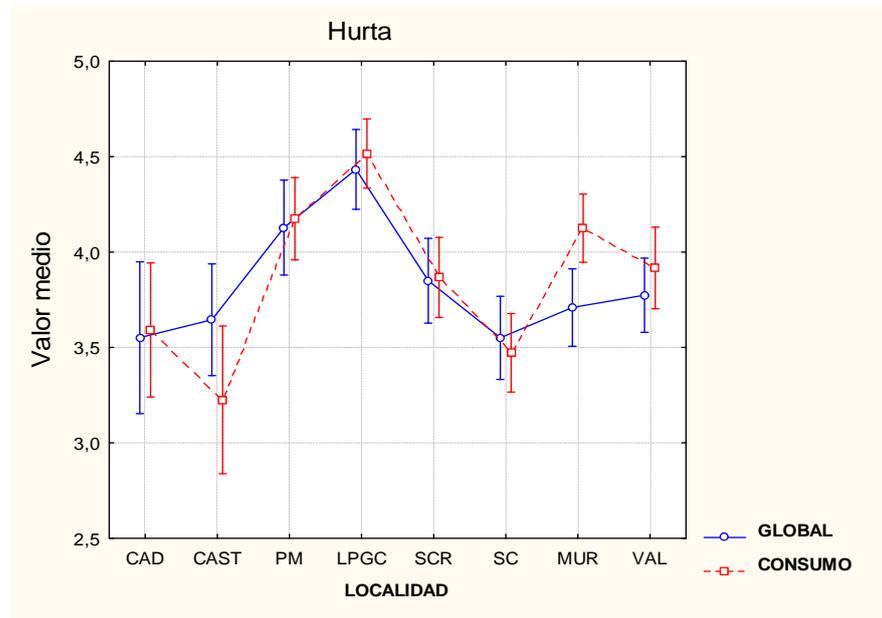


Figura 30. Distribución de los valores medios observados en las distintas localidades de las variables GLOBAL y CONSUMO para la hurta.

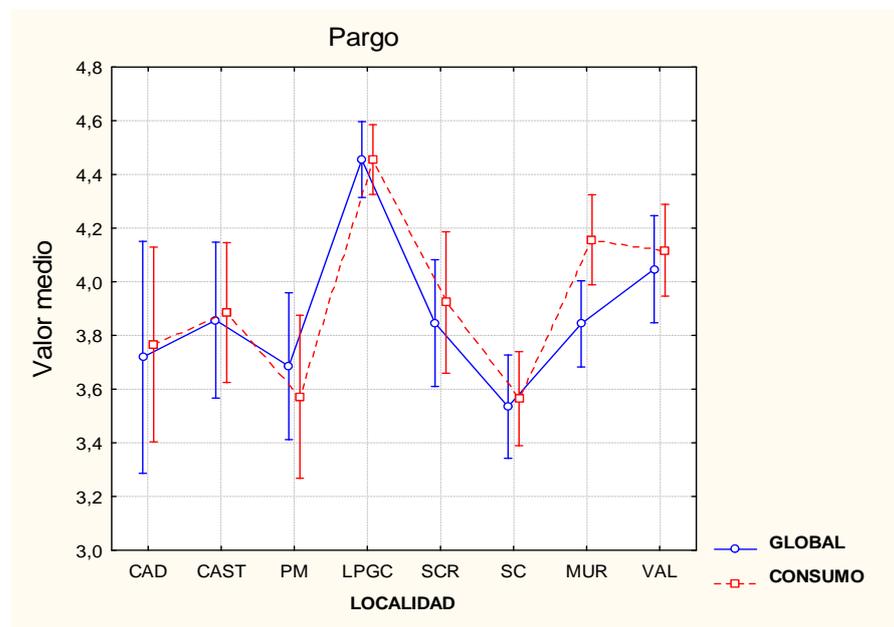


Figura 31. Distribución de los valores medios observados en las distintas localidades de las variables GLOBAL y CONSUMO para el pargo.

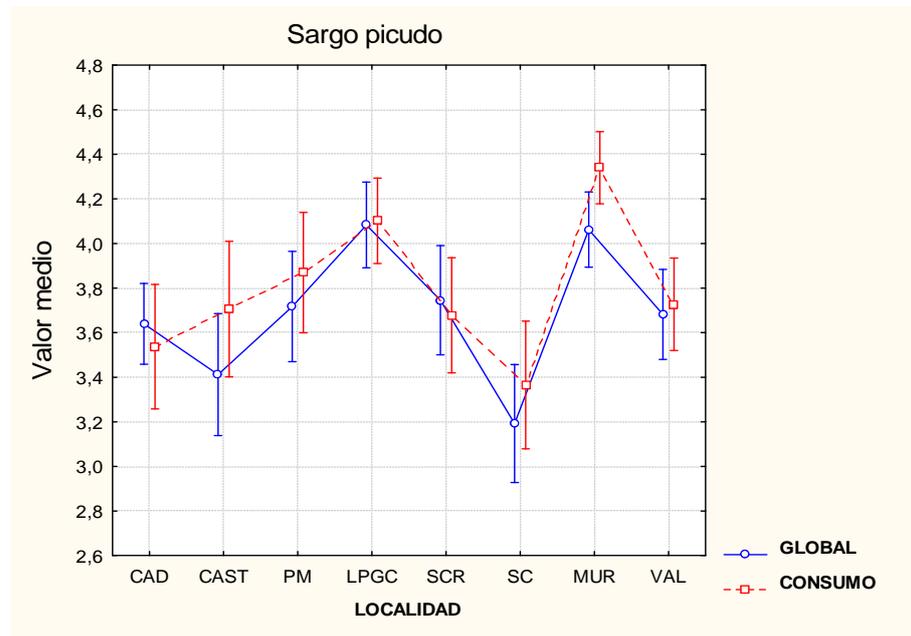


Figura 32. Distribución de los valores medios observados en las distintas localidades de las variables GLOBAL y CONSUMO para el sargo picudo.

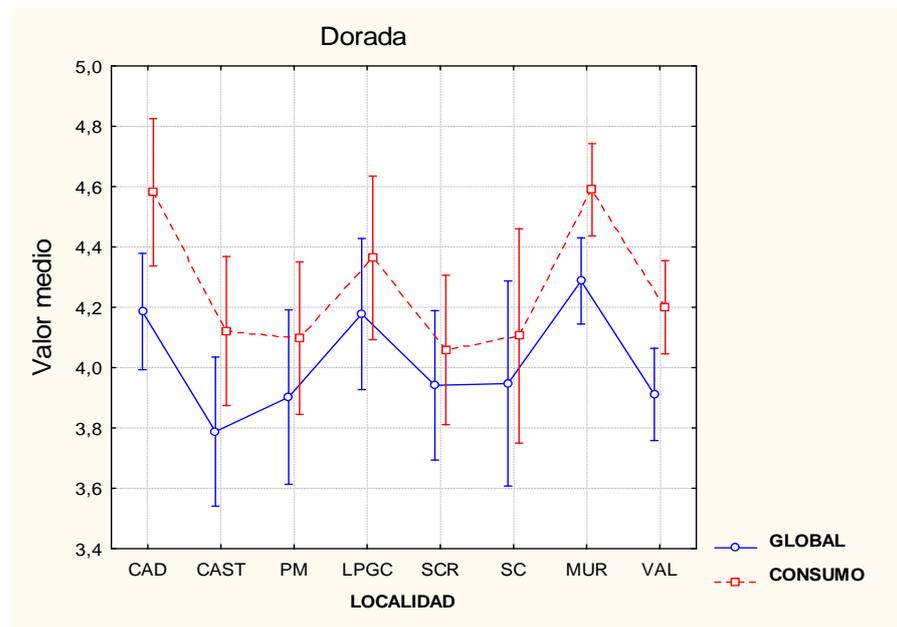


Figura 33. Distribución de los valores medios observados en las distintas localidades de las variables GLOBAL y CONSUMO para la dorada.

Primero se ha realizado el análisis cluster de las frecuencias de pescados que consumen habitualmente los encuestados por localidades (Figura 34) y el dendograma que se obtiene, nos permite clasificar a estas en cuatro grupos: Mediterráneas (Murcia, Valencia, Palma de Mallorca y San Carlos de la Rápita), Cantábricas (Castropol y Santiago de Compostela), Las Palmas de Gran Canaria y Cádiz. Después el cluster se ha realizado con la distribución de frecuencias de la variable GLOBAL, que es el atributo más significativo, y construye un dendograma (Figura 35) en el que podríamos clasificar las localidades en los mismos cuatro grupos. Así pues, en ambos casos se puede formar un grupo Mediterráneo que comprendería las localidades de Palma de Mallorca, San Carlos de la Rápita, Murcia y Valencia, estando muy próximas estas dos últimas localidades. Muy alejado de este grupo Mediterráneo se encontraría el Cantábrico, formado por Santiago de Compostela y Castropol, que también se encuentran muy próximas entre sí. Después tendríamos dos grupos, cada uno formado por una sola localidad, y alejados entre sí. Uno de ellos, Cádiz en la región Suratlántica de la península, que se situaría más cercano al grupo Cantábrico, y el otro, Las Palmas de Gran Canaria en el Atlántico frente a las costas de África, más cercano al grupo Mediterráneo.

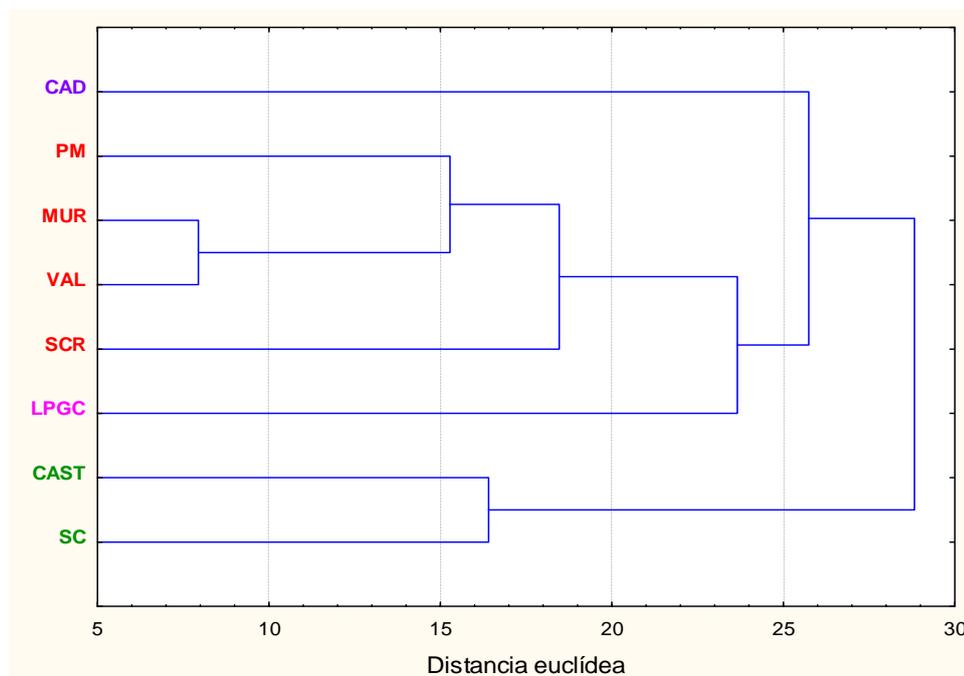


Figura 34. Análisis cluster para agrupar las localidades a partir de las distancias euclídeas de la distribución de frecuencias de las especies de peces que prefieren consumir la población de encuestados.

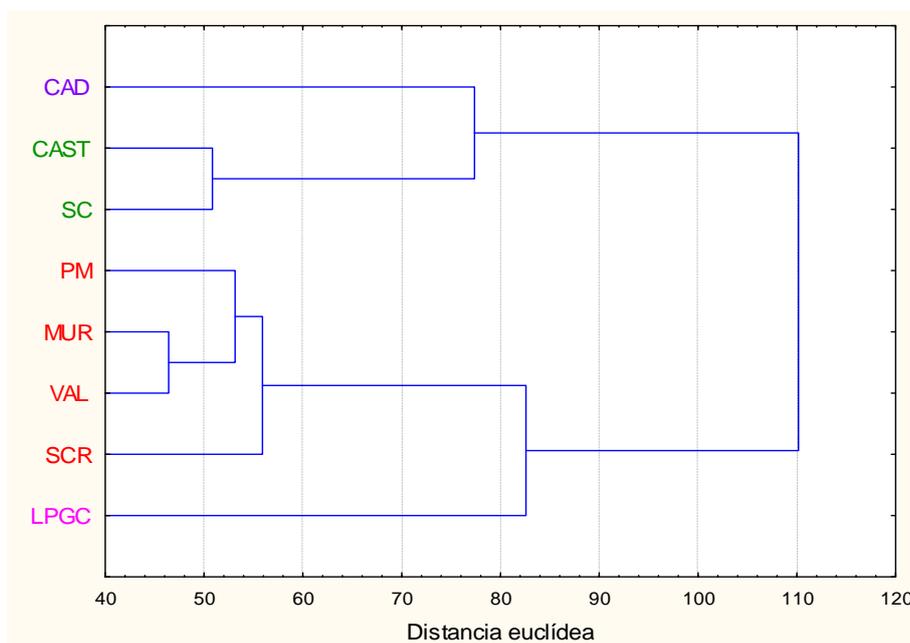


Figura 35. Análisis cluster para agrupar las localidades a partir de las distancias euclídeas de la distribución de frecuencias de la variable GLOBAL, para todas las especies.

Estos grupos que se encuentran en áreas geográficas diferentes se pueden explicar por las costumbres tradicionales en el consumo de pescado, y éstas deben condicionar en el consumidor preferencias por sabores, texturas, etc. En las Palmas de Gran Canarias, por ejemplo, es donde en general mejor se han valorado todas las especies, y es donde la diversidad de especies de espáridos que se consumen es más alto (sama, dorada, pargo, sargo, breca, chopo, salema y antoñito), representando el 20% del total. Mientras que en Santiago de Compostela y Castropol, donde en general la valoración de los atributos ha sido baja, se consumen unas pocas especies de espáridos (dorada, besugo y sargo) que representan tan solo el 3% y el 6% respectivamente. En las localidades del Mediterráneo la valoración de las especies ha sido alta y también lo es el consumo de espáridos, mientras que en Cádiz ambas cuestiones tienen valores intermedios.

Finalmente, el que a partir de los resultados de la prueba de aceptación se hayan podido definir estos cuatro grupos mediante el análisis cluster, y que deben reflejar determinados hábitos en el consumo de pescado, es un buen índice de la bondad del análisis sensorial.

5.4. Conclusiones.

Las especies mejor valoradas, exceptuando la dorada, han sido el dentón, el besugo y el pargo, entre las que no existen diferencias significativas y las que menos la hurta y el sargo picudo, aunque todas se encuentran en valores próximos a 4 (me gusta). Por otro lado, si se considera como potenciales consumidores todos aquellos que puntuaron “probablemente lo compraría” y “definitivamente lo compraría”, entre un 70 y 75%, según la especie, lo serían. Así pues, todas las especies estudiadas han tenido una buena aceptación por parte de la población encuestada, que podría ser considerada como representativa del consumidor, al menos de las áreas costeras, del Estado Español, y cabría esperar que, si dichas especies estuvieran disponibles en los distintos mercados a un precio razonable, podrían formar parte también de la cesta de la compra. Ahora bien las zonas que potencialmente tendrían una mayor demanda en general de estos productos serían Canarias y la Mediterránea y la que menos la Cantábrica, presentando Cádiz una situación intermedia.

5. AGRADECIMIENTOS.

-Andalucía: A los siguientes Centros del IFAPA: Centro *El Toruño*, especialmente a Natalia García, Centro de Cádiz, Centro de Chipiona, Centro *Rancho de la Merced* y Centro de *Los Palacios*.

-Asturias: A la escuela de hostelería de Tapia de Casariego.

Canarias: A los miembros del Grupo de Investigación en Acuicultura del Instituto Canario de Ciencias Marinas y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

-Balears: A los compañeros de la Dirección General de Pesca, al Centro Costero de Baleares (IEO), IMEDEA (CSIC) y La Granja (Consellería de Agricultura y Pesca).

-Cataluña: A los compañeros del IRTA San Carlos de la Ràpita, al personal del Ayuntamiento de San Carlos de la Ràpita, especialmente a Tomás Zaragoza y Carlos Cervantes, y al I.E.S. "els Alfacs".

-Galicia: Al Centro Integrado de Formación Profesional "Compostela", Santiago de Compostela, y la Asociación de Acuicultores "Illa Do Santo", en el polígono BUEU-B (Ría de Pontevedra).

-Murcia: A todos los compañeros del IMIDA, así como a los Departamentos de Fisiología Animal (Facultad de Biología) y Tecnología de los Alimentos (Facultad de Veterinarias) de la Universidad de Murcia.

-Valencia: A los compañeros del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia.

Todos, también, quieren agradecer a la Dra. María Dolores Garrido (Universidad de Murcia) por su colaboración en el diseño de la prueba sensorial y de la encuesta, así como en la interpretación y discusión de los resultados.

6. Bibliografía.

FAO, 2003. El papel de la acuicultura en la mejora de la seguridad alimentaria y la nutrición. FAO – Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. 29º período de sesiones. Roma, 12-16 de mayo de 2003.

FROM, 2005. Hábitos de compra, conservación y consumo de los productos pesqueros en la población española. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

GIAUC, 2004. Hábitos de consumo de dorada y lubina en España en el periodo 2003-2004. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.

GIAUC, 2005. El mercado de la dorada y la lubina en la Unión Europea. Previsión 2004-2007. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.

Gonzalez-Laxe, F. 2000. Los desafíos estratégicos de la piscicultura marina en España. *Productos del Mar* 51: 1-26.

Hair, F.H., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C. 1999. Análisis multivariante. Pearson Educación, S.A. Madrid.

Hernández, M.D., Martínez, F.J., García García, B., 2001. Sensory evaluation of farmed sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquaculture international*, 9: 519-529.

Stephanis J., Divanach, P. 1993 Farming of Mediterranean finfish species. Present status and potentials. *European Aquaculture Society Special publications* 19: 426

Sweetman, J.W. 1992. Larviculture of mediterranean marine fish species: current status and future trends. *Journal of the World Aquaculture Society* 23: 330-337.

6. ESTUDIOS ECONÓMICOS.

6.1. Análisis de costes comparativo del engorde de diversas especies de espáridos en jaulas en mar abierto.

Coordina: IMIDA (Murcia).

Participantes: IFAPA (Andalucía), LIMIA (Baleares); ICCM-ULPGC (Canarias); IRTA (Cataluña); DGRM (Galicia), UPV (Valencia).

Se ha realizado un estudio económico en el ámbito de la viabilidad y la analítica de costes para evaluar el engorde en jaulas de cinco especies de espáridos: besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo. Los datos para el análisis se basan en el conocimiento y las técnicas disponibles actualmente fruto de trabajos anteriores y del desarrollo del presente proyecto, así como la tecnología del engorde en jaulas de la dorada. Así pues, el objeto concreto ha sido, en la situación actual, determinar el umbral de rentabilidad así como determinados indicadores de rentabilidad provenientes del análisis de costes realizado; todo ello, estableciendo para cada especie una explotación tipo de producción de 1.000 toneladas anuales en jaulas en mar, utilizando los métodos y técnicas actualmente disponibles.

Material y Métodos.

Para realizar la analítica de costes en primer lugar se definió la estructura contable con una descripción pormenorizada de estructura de costes de una explotación de engorde en jaulas en mar abierto, representativa del mediterráneo español con producción anual de 1.000 toneladas, y basada en la tecnología existente para el engorde de dorada (Cabello, 2001; García García, 2001; García García et al., 2002) pero teniendo en cuenta las variables zootécnicas de cada especie y la zona donde se desarrolla la hipotética planta. Así, la planta de besugo se ubica en las rías Gallegas, el bocinegro en Canarias, la hurta en el Mediterráneo y Atlántico Sur, y el dentón y el sargo picudo en el Mediterráneo, con rangos de temperatura a lo largo del año distintos. En todos los casos el ciclo de producción parte de juveniles de 12-15 g y el peso comercial es de 500 g para besugo, dentón y hurta y de 400 g para el bocinegro y el sargo. Las variables zootécnicas, duración del proceso de engorde, mortalidad, carga final o densidad de cultivo e índice de conversión, así como el precio del alevín y del pienso para cada especie se ha estimado a partir del conocimiento y experiencia que existe sobre estas especies. Así, los datos han sido aportados para el besugo por la Dirección General de Recursos Marinos, los de bocinegro por el ICCM-ULPGC, los de hurta por el IFAPA Centro "El Toruño", los de dentón por la UPV, LIMIA e IRTA, y los de sargo picudo por el IMIDA y LIMIA (Tabla 1).

Tabla 1. Localización de la instalación tipo hipotética y variables zootécnicas de cada una de las especies.

	Besugo	Dentón	Hurta	Bocinegro	Sargo picudo
Localización explotación	Rías Gallegas	Mediterráneo	Mediterráneo y Atlántico Sur	Canarias	Mediterráneo
Rango temperatura (°C)	10-21	12-27	16-24	18-22	12-27
Peso comercial (g)	500	500	500	400	400
Duración (meses)	42	13	20	13,5	16
Mortalidad (%)	10	15	12	9,5	9,5
Carga (Kg/m ³)	10	12	15	15	15
IC	2,49	1,3	2,06	1,55	1,67
IC corregido	3,00	1,61	2,51	1,87	2,10
Precio alevín (€/ud)	1,10	0,99	0,33	0,33	0,33
Precio pienso (€/Kg)	1,10	1,00	0,95	0,80	0,80

IC corregido: incluye la mortalidad y un 15% de pienso suministrado pero no consumido.

En función a estas variables, y particularmente de la duración del ciclo y de la carga, se dimensionaron las obras, instalaciones y equipamiento necesario para la explotación de la actividad productiva de engorde, es decir, se calcula la inversión inicial correspondiente. En la inversión se han tenido en cuenta cuatro capítulos presupuestarios: instalación de jaulas, edificio multiuso, equipos y maquinaria y varios (tablas 2, 3 y 4). La duración del ciclo de producción y la carga final de cultivo de las distintas especies influyen fundamentalmente sobre el número de jaulas y el tamaño de la instalación (capítulo I: instalación de jaulas) implicando tres inversiones distintas (Tabla 5). La inversión inicial, que se muestra en la tabla 2 (sargo y bocinegro), tabla 3 (besugo) y tabla 4 (dentón y hurta), incluye asimismo los equipos y maquinaria necesarios para el desarrollo de esta actividad y gastos varios tales como mobiliario, concesión administrativa, licencia de obras, proyecto y dirección de obra, evaluación de impacto ambiental. Además la explotación necesitaría un edificio en tierra así como un muelle de carga y descarga habilitado en un puerto pesquero cercano. El edificio estaría destinado a almacén, cámara isoterma para conservación de pienso, oficinas, aseos y vestuarios, cámara frigorífica, sala de manipulado.

En la Figura 1 se muestra un plano de planta de distribución de la explotación tipo, para bocinegro y sargo picudo, que consta de 12 jaulas de 24 m de diámetro y 10 m útiles de profundidad (4.500 m³ útiles). También, y para los tres casos, se han previsto 2 jaulas de diámetro exterior 10 m destinadas a clasificaciones y "purga" (ayuno previo al sacrificio) antes de la comercialización con un volumen útil de 785 m³. Se utilizaron datos y valores extraídos de diversas fuentes, en unos casos organismos públicos tanto del ámbito investigador como administrativo, y en otros, de empresas privadas del sector de la acuicultura. Las características técnicas y los precios de los distintos medios de producción, se han obtenido de diversas empresas suministradoras (Corelsa, Acuitec S.L., Disaplast S.A, etc.), así como de bases de datos oficiales de precios (banco de precios del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Banco de precios de industrias agroalimentarias de la Universidad Politécnica de Valencia, etc.) y diversas publicaciones (Gasca-Leyva et al., 2002; Ruesga et al., 2005).

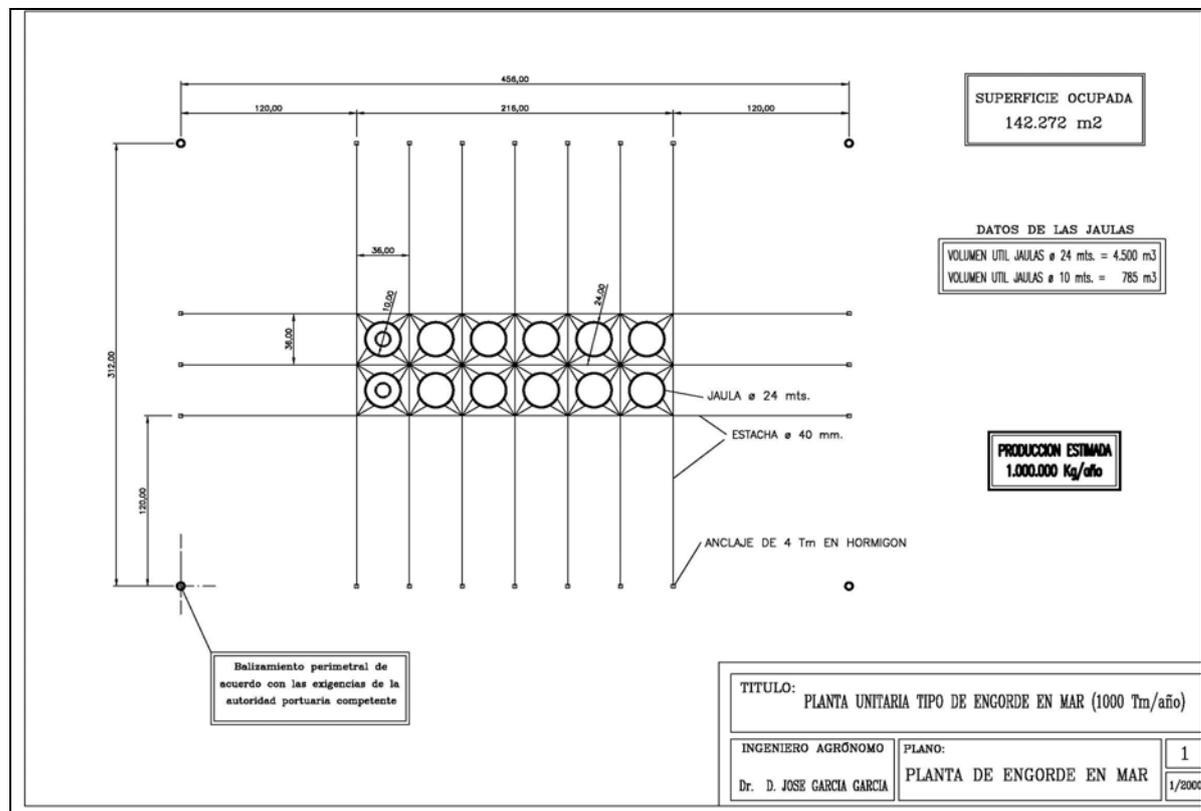


Figura 1. Plano de planta de la instalación de jaulas para engorde de 1.000 Tn/año de bocinegro y sargo picudo.

Tabla 2. Inversión inicial para explotación de 1.000 Tm/año. Sargo picudo y bocinegro.

PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO (€)	PARCIAL (€)	TOTAL (€)
CAPÍTULO I. INSTALACIÓN DE JAULAS				
Jaula marina ø 24 m PE AD (ud)	12	15.000	180.000	
Jaula marina ø 10 m PE AD (ud)	2	6.500	13.000	
Red ø 24 m malla cuadrada 10 mm	6	14.500	87.000	
Red ø 24 m malla cuadrada 13 mm	8	19.000	152.000	
Red ø 24 m malla cuadrada 18 mm	10	21.150	211.500	
Red ø 10 m malla cuadrada 5 mm	2	11.475	22.950	
Red ø 10 m malla cuadrada 7 mm	2	13.200	26.400	
Anclaje de hormigón 4 Tm, incluida instalación	20	7.500	150.000	
Balizamiento perimetral con boyas homologadas	4	10.500	42.000	
				884.850
CAPÍTULO II. EDIFICIO MULTIUSO				
Cimentación y hormigones (m ²)	450	30	13.500	
Saneamiento	450	9	4.050	
Estructura	450	45	20.250	
Solera y pavimento	450	33	14.850	
Albañilería	450	55	24.750	
Forjado y cubierta	450	63	28.350	
Carpintería y vidriería	450	15	6.750	
Pinturas	450	3	1.350	
Sanitarios	450	4,5	2.025	
Fontanería	450	2,7	1.215	
Electricidad	450	16	7.200	
Cámara frigorífica (m ² cámara)	150	700	105.000	
				229.290
CAPÍTULO III. EQUIPOS Y MAQUINARIA				
Lavadora de redes en acero inoxidable 7500 litros	1	28.550	28.550	
Clasificadora de peces tres salidas (10gr-3kg)	1	16.525	16.525	
Contador de peces tres unidades por canal	1	13.523	13.523	
Equipo de procesado con tres tanques y volteador	1	31.500	31.500	
Lanzador de pienso neumático	1	4.950	4.950	
Bomba de peces 3,5 Tm/h ø con tubería 200 mm	1	21.975	21.975	
Vehículo furgón 3.500 kg caja abierta	1	21.000	21.000	
Vehículo furgoneta 1.100 kg	1	18.000	18.000	
Vehículo camión grúa 1.500 kg	1	45.000	45.000	
Catamarán 16,80 m eslora (ud)	1	175.000	175.000	
Catamarán 6,80 m eslora (ud)	1	35.750	35.750	
Cubetas de manipulado	10	420	4.200	
Carretilla transporte	1	22.500	22.500	
				471.775
CAPÍTULO IV. VARIOS				
Mobiliario y material de laboratorio	1	18.000	18.000	
Equipamiento de trabajadores	12	235	2.820	
Tasas administrativas	1	1.703	1.703	
Licencia de obras	1	33.424	33.424	
Proyecto/Dirección/EIA	1	111.014	111.014	
				166.961
TOTAL INVERSIÓN				1.752.876

Tabla 3. Inversión inicial para explotación de 1.000 Tm/año. Besugo.

PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO (€)	PARCIAL (€)	TOTAL (€)
CAPÍTULO I. INSTALACIÓN DE JAULAS				
Jaula marina ø 24 m PE AD (ud)	42	15.000	630.000	
Jaula marina ø 10 m PE AD (ud)	2	6.500	13.000	
Red ø 24 m malla cuadrada 10 mm	21	14.500	304.500	
Red ø 24 m malla cuadrada 13 mm	23	19.000	437.000	
Red ø 24 m malla cuadrada 18 mm	40	21.150	846.000	
Red ø 10 m malla cuadrada 5 mm	2	11.475	22.950	
Red ø 10 m malla cuadrada 7 mm	2	13.200	26.400	
Anclaje de hormigón 4 Tm, incluida instalación	50	7.500	375.000	
Balizamiento perimetral con boyas homologadas	4	10.500	42.000	
				2.696.850
CAPÍTULO II. EDIFICIO MULTIUSO				
Cimentación y hormigones (m ²)	450	30	13.500	
Saneamiento	450	9	4.050	
Estructura	450	45	20.250	
Solera y pavimento	450	33	14.850	
Albañilería	450	55	24.750	
Forjado y cubierta	450	63	28.350	
Carpintería y vidriería	450	15	6.750	
Pinturas	450	3	1.350	
Sanitarios	450	4,50	2.025	
Fontanería	450	2,70	1.215	
Electricidad	450	16	7.200	
Cámara frigorífica (m ² cámara)	150	700	105.000	
				229.290
CAPÍTULO III. EQUIPOS Y MAQUINARIA				
Lavadora de redes en acero inoxidable 7500 litros	1	28.550	28.550	
Clasificadora de peces tres salidas (10gr-3kg)	1	16.525	16.525	
Contador de peces tres unidades por canal	1	13.523	13.523	
Equipo de procesado con tres tanques y volteador	1	31.500	31.500	
Lanzador de pienso neumático	1	4.950	4.950	
Bomba de peces 3,5 Tm/h ø con tubería 200 mm	1	21.975	21.975	
Vehículo furgón 3.500 kg caja abierta	1	21.000	21.000	
Vehículo furgoneta 1.100 kg	1	18.000	18.000	
Vehículo camión grúa 1.500 kg	1	45.000	45.000	
Catamarán 16,80 m eslora (ud)	1	175.000	175.000	
Catamarán 6,80 m eslora (ud)	1	35.750	35.750	
Cubetas de manipulado	10	420.00	4.200	
Carretilla transporte	1	22.500	22.500	
				471.775
CAPÍTULO IV. VARIOS				
Mobiliario y material de laboratorio	1	18.000	18.000	
Equipamiento de trabajadores	12	235	2.820.00	
Tasas administrativas	1	3.515	3.515	
Licencia de obras	1	87.874	87.874	
Proyecto/Dirección/EIA	1	169.896	169.896	
				282.015
TOTAL INVERSIÓN				3.679.930

Tabla 4. Inversión inicial para explotación de 1.000 Tm/año. Dentón y hurta.

PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO (€)	PARCIAL (€)	TOTAL (€)
CAPÍTULO I. INSTALACIÓN DE JAULAS				
Jaula marina ø 24 m PE AD (ud)	14	15.000	210.000	
Jaula marina ø 10 m PE AD (ud)	2	6.500	13.000	
Red ø 24 m malla cuadrada 10 mm	7	14.500	101.500	
Red ø 24 m malla cuadrada 13 mm	9	19.000	171.000	
Red ø 24 m malla cuadrada 18 mm	11	21.150	232.650	
Red ø 10 m malla cuadrada 5 mm	2	11.475	22.950	
Red ø 10 m malla cuadrada 7 mm	2	13.200	26.400	
Anclaje de hormigón 4 Tm, incluida instalación	22	7.500	165.000	
Balizamiento perimetral con boyas homologadas	4	10.500	42.000	
				984.500
CAPÍTULO II. EDIFICIO MULTIUSO				
Cimentación y hormigones (m ²)	450	30	13.500	
Saneamiento	450	9	4.050	
Estructura	450	45	20.250	
Solera y pavimento	450	33	14.850	
Albañilería	450	55	24.750	
Forjado y cubierta	450	63	28.350	
Carpintería y vidriería	450	15	6.750	
Pinturas	450	3	1.350	
Sanitarios	450	4,5	2.025	
Fontanería	450	2,7	1.215	
Electricidad	450	16	7.200	
Cámara frigorífica (m ² cámara)	150	700	105.000	
				229.290
CAPÍTULO III. EQUIPOS Y MAQUINARIA				
Lavadora de redes en acero inoxidable 7500 litros	1	28.550	28.550	
Clasificadora de peces tres salidas (10gr-3kg)	1	16.525	16.525	
Contador de peces tres unidades por canal	1	13.523	13.523	
Equipo de procesado con tres tanques y volteador	1	31.500	31.500	
Lanzador de pienso neumático	1	4.950	4.950	
Bomba de peces 3,5 Tm/h ø con tubería 200 mm	1	21.975	21.975	
Vehículo furgón 3.500 kg caja abierta	1	21.000	21.000	
Vehículo furgoneta 1.100 kg	1	18.000	18.000	
Vehículo camión grúa 1.500 kg	1	45.000	45.000	
Catamarán 16,80 m eslora (ud)	1	175.000	175.000	
Catamarán 6,80 m eslora (ud)	1	35.750	35.750	
Cubetas de manipulado	10	420.00	4.200	
Carretilla transporte	1	22.500	22.500	
				471.775
CAPÍTULO IV. VARIOS				
Mobiliario y material de laboratorio	1	18.000	18.000	
Equipamiento de trabajadores	12	235	2.820	
Tasas administrativas	1	1.802	1.802	
Licencia de obras	1	36.414	36,414	
Proyecto/Dirección/EIA	1	117.990	117.990	
				177.025
TOTAL INVERSIÓN				1.862.590

Tabla 5. Número de jaulas e inversión inicial necesaria para cada especie. Producción 1.000 Tn

Especies	Nº jaulas (unidades)	Inversión (€)	Ocupación (m²)
Besugo	42	3.679.930	310.752
Dentón	14	1.862.590	153.504
Hurta	14	1.862.590	153.504
Pargo	12	1.752.876	142.272
Sargo picudo	12	1.752.876	142.272

Para el análisis económico se han utilizado varios parámetros e índices utilizados en la analítica de costes (García García et al., 2004). El primer paso ha sido establecer la estructura contable a partir de los distintos costes de producción y calcular el umbral de rentabilidad o coste medio de producción (Cmp) para el engorde de cada especie. También la estructura contable de las distintas especies se ha comparado con el coeficiente de similitud de Bray Curtis.

Asimismo, se han calculado algunos otros indicadores tales como el índice Inversión/Producción (K_0/P) y el porcentaje que representa el coste del inmovilizado y el del circulante. Se calculó el índice TIR (Tasa Interna de Rendimiento), que es un índice económico que caracteriza cualquier proyecto de inversión en el campo agropecuario (Romero, 1985; Alonso e Iruretagoyena, 1992; Muñoz y Rouco, 1997) y acuicultura (García García, 2001) así como en general en actividades diversas (Mao, 1986). Con el TIR planteamos la inversión como si fuese un préstamo que un cierto agente económico (inversor) hace a un ente abstracto (el proyecto), siendo éste de K unidades monetarias (inversión inicial), puede resultar muy útil determinar el tipo de interés que obtiene el prestamista por su préstamo. El TIR constituirá una especie de indicador de la eficacia que ha tenido la inversión para el inversor (Romero, 1985). Este tipo de interés λ en caso de que el pago de inversión no estuviese fraccionado, debe satisfacer la siguiente ecuación:

$$K = \sum_{j=1}^n R_j / (1 + \lambda)^j$$

En este estudio se ha establecido un TIR mínimo que muestre rentabilidad para una actividad productiva de engorde en jaulas, es decir, para una actividad con un riesgo significativo. Así pues, se ha considerado un TIR mínimo del 10% como suma del tipo de interés de renta fija a largo plazo (5%) más un porcentaje o cuota de riesgo (5%). De este modo podemos estimar a que precio habría que vender la producción en origen (PV_{min}) para que cada especie fuera rentable en referencia a la tasa TIR.

Asimismo, calculamos también el *pay back* o plazo de recuperación (PR), que es el número de años que transcurren desde el inicio del proyecto hasta que la suma de cobros actualizados se hace exactamente igual a la suma de los pagos actualizados. Nos indica el momento de la vida de la inversión en que el valor actual neto de la misma se hace cero, es decir, indica el año a partir del cual el inversor empezará a obtener rendimientos positivos. Este concepto indica que, a igualdad de otras circunstancias, la inversión es más interesante cuanto más reducido sea su plazo de recuperación. Por todo ello, la información proporcionada por este nuevo concepto puede considerarse un buen complemento de la proporcionada por el TIR.

Para calcular el Plazo de Recuperación basta con ir acumulando año por año los flujos de caja actualizados. De esta manera, en el caso de que el pago de inversión no esté fraccionado, se obtiene una serie de valores tal como se indica seguidamente:

AÑOS	FLUJOS DE CAJA ACUMULADOS
0	-K
1	-K + $R_1(1+i)^{-1}$
2	-K + $\sum_{j=1}^2 R_j(1+i)^{-j}$
.....
n	-K + $\sum_{j=1}^n R_j(1+i)^{-j}$

El primer signo positivo de la columna de los flujos de caja acumulados nos indicará el valor del plazo de recuperación de la inversión medido por exceso, y el último signo negativo su valor medido por defecto. El verdadero valor del plazo de recuperación estará comprendido entre los años correspondientes al último signo negativo y al primer signo positivo.

Resultados

La estructura contable es la expuesta en las tablas 6, 7, 8, 9 y 10 tanto expresada en términos absolutos como relativos, que incluye financiación ajena del 100% de la inversión con préstamo a 6 años pero con coste repartido en la vida útil estimada para el proyecto (18 años) y con un tipo de interés del 6,25%. Así pues, la financiación ajena se considera como parte del inmovilizado a modo de amortización financiera asociada a la inversión inicial. Todos los costes incluyen el correspondiente coste de oportunidad, calculado como uso alternativo del capital de explotación en cuentas bancarias de ahorro sin riesgo. Para su cálculo se ha estimado un interés del 2% en función del mercado actual de dinero y considerando el efecto de la inflación.

Tabla 6. Estructura contable de la explotación. Besugo.

	COSTE ABSOLUTO (€)	COSTE RELATIVO (%)	COSTE RELATIVO (€/kg)
Construcciones/instalaciones	49.846	0,66%	0,050
Embarcaciones	9.554	0,13%	0,010
Instalación de jaulas	258.383	3,40%	0,258
Equipos/vehículos	29.583	0,39%	0,030
Equipamiento trabajadores	959	0,01%	0,001
Financiación ajena	256.444	3,37%	0,256
Personal	434.209	5,71%	0,434
Combustible	4.406	0,06%	0,004
Gastos oficinas, suministros	12.240	0,16%	0,012
Mantenimiento	69.317	0,91%	0,069
Arrendamientos	9.792	0,13%	0,010
Concesión, impuestos	60.209	0,79%	0,060
Alevines	2.468.400	32,48%	2,468
Seguros	417.139	5,49%	0,417
Pienso	3.366.000	44,29%	3,366
Envases y contenedores	122.400	1,61%	0,122
Tratamientos	15.300	0,20%	0,015
Promoción, publicidad, varios	15.300	0,20%	0,015
	7.599.481	100%	7,599

Tabla 7. Estructura contable de la explotación. Dentón

	COSTE ABSOLUTO (€)	COSTE RELATIVO (%)	COSTE RELATIVO (€/kg)
Construcciones/instalaciones	31.996	0,61%	0,032
Embarcaciones	9.554	0,18%	0,010
Instalación de jaulas	88.117	1,69%	0,088
Equipos/vehículos	29.583	0,57%	0,030
Equipamiento trabajadores	959	0,02%	0,001
Financiación ajena	129.799	2,49%	0,130
Personal	434.209	8,34%	0,434
Combustible	4.406	0,08%	0,004
Gastos oficinas, suministros	12.240	0,24%	0,012
Mantenimiento	34.386	0,66%	0,034
Arrendamientos	9.792	0,19%	0,010
Concesión, impuestos	30.473	0,59%	0,030
Alevines	2.322.540	44,59%	2,323
Seguros	275.196	5,28%	0,275
Pienso	1.642.200	31,53%	1,642

Envases y contenedores	122.400	2,35%	0,122
Tratamientos	15.300	0,29%	0,015
Promoción, publicidad, varios	15.300	0,29%	0,015
	5.208.449	100%	5,208

Tabla 8. Estructura contable de la explotación. Hurta

	COSTE ABSOLUTO (€)	COSTE RELATIVO (%)	COSTE RELATIVO (€/kg)
<i>Construcciones/instalaciones</i>	31.996	0,73%	0,032
<i>Embarcaciones</i>	9.554	0,22%	0,010
<i>Instalación de jaulas</i>	88.117	2,01%	0,088
<i>Equipos/vehículos</i>	29.583	0,67%	0,030
<i>Equipamiento trabajadores</i>	959	0,02%	0,001
<i>Financiación ajena</i>	129.799	2,96%	0,130
Personal	434.209	9,90%	0,434
Combustible	4.406	0,10%	0,004
Gastos oficinas, suministros	12.240	0,28%	0,012
Mantenimiento	34.386	0,78%	0,034
Arrendamientos	9.792	0,22%	0,010
Concesión, impuestos	30.473	0,69%	0,030
Alevines	753.984	17,19%	0,754
Seguros	231.744	5,28%	0,232
Pienso	2.432.190	55,45%	2,432
Envases y contenedores	122.400	2,79%	0,122
Tratamientos	15.300	0,35%	0,015
Promoción, publicidad, varios	15.300	0,35%	0,015
	4.386.431	100%	4,386

Tabla 9. Estructura contable de la explotación. Bocinegro

	COSTE ABSOLUTO (€)	COSTE RELATIVO (%)	COSTE RELATIVO (€/kg)
<i>Construcciones/instalaciones</i>	30.576	0,85%	0,031
<i>Embarcaciones</i>	9.554	0,27%	0,010
<i>Instalación de jaulas</i>	78.523	2,18%	0,079
<i>Equipos/vehículos</i>	29.583	0,82%	0,030
<i>Equipamiento trabajadores</i>	959	0,03%	0,001
<i>Financiación ajena</i>	122.153	3,40%	0,122
Personal	434.209	12,08%	0,434
Combustible	4.406	0,12%	0,004
Gastos oficinas, suministros	12.240	0,34%	0,012
Mantenimiento	33.247	0,92%	0,033
Arrendamientos	9.792	0,27%	0,010
Concesión, impuestos	29.465	0,82%	0,029
Alevines	924.304	25,71%	0,924
Seguros	196.982	5,48%	0,197
Pienso	1.525.920	42,45%	1,526
Envases y contenedores	122.400	3,40%	0,122
Tratamientos	15.300	0,43%	0,015
Promoción, publicidad, varios	15.300	0,43%	0,015
	3.594.913	100%	3,595

Tabla 10. Estructura contable de la explotación. Sargo picudo

	COSTE ABSOLUTO (€)	COSTE RELATIVO (%)	COSTE RELATIVO (€/kg)
Construcciones/instalaciones	30.576	0,83%	0,031
Embarcaciones	9.554	0,26%	0,010
Instalación de jaulas	78.523	2,13%	0,079
Equipos/vehículos	29.583	0,80%	0,030
Equipamiento trabajadores	959	0,03%	0,001
Financiación ajena	122.153	3,31%	0,122
Personal	434.209	11,76%	0,434
Combustible	4.406	0,12%	0,004
Gastos oficinas, suministros	12.240	0,33%	0,012
Mantenimiento	32.353	0,88%	0,032
Arrendamientos	9.792	0,27%	0,010
Concesión, impuestos	28.677	0,78%	0,029
Alevines	924.304	25,04%	0,924
Seguros	202.776	5,49%	0,203
Pienso	1.618.823	43,85%	1,619
Envases y contenedores	122.400	3,32%	0,122
Tratamientos	15.300	0,41%	0,015
Promoción, publicidad, varios	15.300	0,41%	0,015
	3.691.927	100%	3,692

Las partidas pertenecientes al inmovilizado contable van desde construcciones/instalaciones hasta financiación ajena, todas ellas con diferentes vidas útiles y valores residuales para el cálculo de las amortizaciones anuales, calculadas como amortizaciones lineales o de cuotas constantes (tabla 11).

Tabla 11. Vida útil y valor residual en conceptos contables del inmovilizado.

Concepto	Vida útil (nº años)	Valor residual (%)
Construcciones/instalaciones	18	20
Embarcaciones	18	20
Instalación de jaulas	9	0
Equipos/vehículos	9	0
Equipamiento trabajadores	3	0
Financiación ajena	18	0

Para todas las especies el circulante es muy alto variando entre el 95 y el 97% de los costes totales de producción, siendo, por tanto muy bajas la repercusión sobre el inmovilizado (inversión). De entre el circulante destacan los costes de producción debidos al pienso, alevines y personal. El coste del pienso se sitúan entre el 32 (dentón) y el 55% (Hurta); el siguiente coste en importancia es el correspondiente a la adquisición de los alevines que suponen del 17 (hurta) al 45 % (Dentón); y el personal representa 6 (besugo) y el 12 % (bocinegro y sargo picudo). Si consideramos la financiación ajena de la inversión como coste repartido en toda la vida útil, el inmovilizado aumenta y estará comprendido entre 8 y el 6%, respectivamente. Así pues, hasta en el supuesto de financiación ajena repartida el inmovilizado es muy bajo frente al circulante. De este modo en el análisis incluiremos la financiación de la inversión dentro del coste total del inmovilizado.

El dendograma construido a partir de los coeficientes de similitud (Figura 2) agrupa a la estructura contable de las cinco especies en tres grupos. El primero formado por el bocinegro y el sargo picudo que tienen un coeficiente de similitud del 98%; el segundo formado por el besugo y el dentón con un valor del 79%; y finalmente la hurta que tiene un valor con respecto al grupo de bocinegro y sargo picudo del 84 % y

con el de besugo y dentón del 71%. Por su parte el grupo de bocinegro y sargo picudo y el de besugo y dentón tienen un coeficiente de similitud del 60% (Tabla 12). Mostramos este coeficiente en sus valores exactos en la tabla 12.

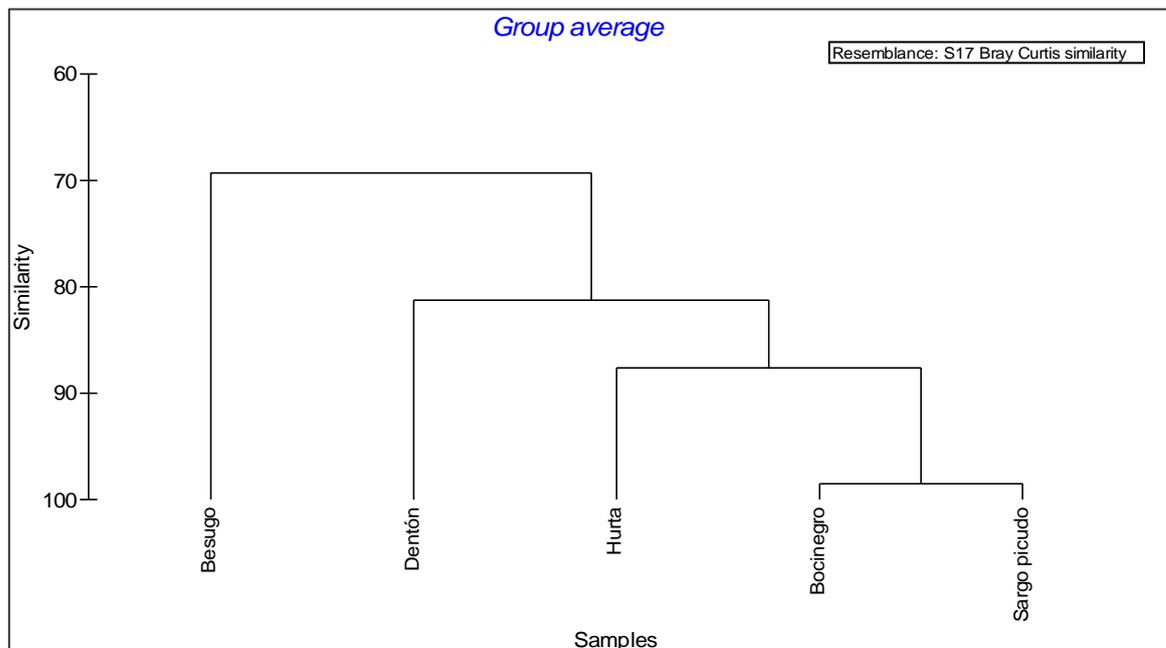


Figura 2. Dendrograma de similitud de la estructura contable de las cinco especies de espáridos

Tabla 12. Coeficiente de similitud de Bray Curtis entre las distintas estructuras contables

	Besugo	Dentón	Hurta	Bocinegro
Dentón	79,21			
Hurta	69,21	71,01		
Bocinegro	59,50	78,48	83,05	
Sargo picudo	60,88	80,05	84,74	98,33

Tabla 13. Contribución de los costes de producción (%) al coeficiente de disimilitud (100-CS) entre la estructura contable de las cinco especies.

		Dentón	Hurta	Bocinegro	Sargo picudo
	Besugo	20,79	30,09	40,50	39,12
Pienso		72,13	29,08	45,97	44,74
Alevines		6,07	53,36	38,57	39,54
Instalación jaulas		7,11	5,29	4,47	4,58
Seguros		5,94	5,76	5,50	5,48
Financiación		5,27	3,92	3,35	3,43
	Dentón		28,99	21,52	19,95
Pienso			32,89	7,19	1,52
Alevines			65,32	86,73	92,34
Instalación jaulas			0,00	0,56	0,59
Seguros			1,79	4,84	4,75
Financiación			0,00	0,50	0,53
	Hurta			16,95	15,25
Pienso				80,11	78,70
Alevines				15,03	16,46

Instalación jaulas				0,80	0,87
Seguros				3,09	2,81
Financiación				0,71	0,77
	Bocinegro				1,67
Pienso					93,00
Alevines					0,00
Instalación jaulas					0,00
Seguros					6,00
Financiación					0,00

Los costes de producción que más contribuyen a la disimilaridad entre las distintas estructuras contables son en general el pienso, alevines, instalación de jaulas, seguros y financiación (Tabla 13), que suponen entre el 95 y el 100%, destacando en general los dos primeros de modo muy acentuado.

Tabla 14. Resumen de los costes de producción e indicadores económicos.

	Besugo	Dentón	Hurta	Bocinegro	Sargo picudo
Inmovilizado (%)	7,95	5,57	6,61	7,55	7,36
Circulante (%)	95,42	96,92	96,35	95,85	95,96
Personal (%)	5,71	8,34	9,90	12,08	11,76
Alevines (%)	32,48	44,59	17,19	25,71	25,04
Pienso (%)	44,29	31,53	55,45	42,45	43,85
Personal (€/kg)	0,434	0,434	0,434	0,434	0,434
Alevines (€/kg)	2,468	2,323	0,754	0,924	0,924
Pienso (€/kg)	3,366	1,642	2,432	1,526	1,619
Cmp (€/kg)	7,60	5,21	4,39	3,59	3,69
PV (1) (€/kg)	9,50	5,57	4,63	3,86	3,86
Inversión/producción (€/Tn)	3.680	1.863	1.863	1.753	1.753
PR (años)	13	11	11	11	11

(1) Precio de venta para obtener un TIR del 10%.

Por último, la tabla 14 nos muestra un resumen de los costes de producción expresados en términos relativos (en porcentaje sobre el total de costes y en euros por kg producido), así como los indicadores económicos utilizados, es decir, el coste medio de producción, el precio de venta para obtener una tasa TIR del 10% y el plazo de recuperación de la inversión expresado en años. El coste medio de producción (Cmp) varía ampliamente de una especie a otra, siendo el más alto el de besugo (7,60 €/kg), tienen un valor intermedio el dentón y la hurta (5,21 y 4,39 €/kg respectivamente) y los más bajos el bocinegro y el sargo picudo (3,59 y 3,69 €/kg respectivamente). Consecuentemente el precio de venta mínimo (PV) para obtener un TIR del 10% sigue un patrón similar siendo de 9,50 €/kg en el besugo, 5,57 y 4,63 €/kg en el dentón y la hurta, y de 3,86 €/kg en el bocinegro y sargo picudo.

El plazo de recuperación es de 11 años para dentón, hurta, bocinegro y sargo picudo y sólo es superior en el caso del besugo, en cuyo caso es 13 años.

Discusión.

La inversión inicial varía sensiblemente entre las diferentes especies estudiadas. Este valor es en cualquier caso función directa del número de jaulas necesario para el engorde de la producción que hemos establecido para todas las especies, es decir, 1.000 toneladas al año, y por tanto, función directa de la duración del ciclo biológico asociado a una talla comercial (400-500 gramos por unidad). Asimismo, la carga también tiene una importancia relevante sobre el número de jaulas necesarias, aunque en menor medida. Así pues, la duración y carga determinan tres niveles de inversión, el besugo con 3.679.930 € prácticamente

duplica la inversión necesaria en las otras especies; las especies que menos jaulas necesitarían y que, por tanto, menos ocupación de concesión administrativa requieren son bocinegro y sargo picudo (tabla 5).

Si analizamos la inversión desde un punto de vista contable, el coste relativo del inmovilizado para las diferentes especies oscila entre los 5,57 % del dentón y los 7,95 % del besugo, siendo el inmovilizado medio de las cinco especies del 7,00%. Así pues, podemos afirmar que el incremento tan significativo en la inversión inicial de besugo no repercute de modo importante en el coste relativo de inmovilizado. En cualquier caso, como ya indicamos el coste de inmovilizado es muy bajo.

Este resultado verifica los datos aportados por otros estudios económicos realizados en especies de acuicultura marina consolidadas y que nos pueden servir de referencia, tales como dorada y lubina. Así por ejemplo, Merinero et al. (2005) presentan para una explotación de 1.000 toneladas/año de producción de dorada en el mediterráneo un índice inversión/producción (Ko/P) de 2.497 €/Tn frente a los 2.182 €/Tn de media ponderada de los cinco espáridos analizados. También Gasca-Leyva et al. (2002) presenta resultados en Canarias para 800 Tn/año de 1.846 €/Tn similares a los anteriormente indicados si consideramos que las diferencias se pueden deber fundamentalmente a la inflación y, por supuesto, a la diferencia en capacidad productiva. Desde una óptica de costes comprobamos muchas similitudes entre cultivo de dorada y el de otros espáridos. Así vemos que el coste de inmovilizado es muy parecido para diferentes trabajos como el de Merinero et al. (2005), que para una capacidad de productiva de 1.000 Tn/año muestra un 5,85% de inmovilizado (sin incluir financiación ajena), para Gasca-Leyva et al. (2002) con un 7,09%, ambos en dorada o, por último, para García García et al. (2008) con un 7,36% en sargo picudo. A modo de resumen de esta comparativa de costes del inmovilizado exponemos la tabla 15.

En cualquier caso, podemos afirmar que el coste de inmovilizado en cultivos marinos en jaulas en mar abierto está en torno a un 6-8% y, por tanto, que es minoritario respecto al coste total de producción. En este sentido también podemos afirmar que incluso en potenciales cultivos en tierra (caso de lenguado) o cultivos a muy pequeña escala por sus particularidades (caso de pulpo) el inmovilizado es superior en porcentaje aunque sigue sin ser limitante (tabla 15).

Tabla 15. Resumen de comparativa de costes de inmovilizado

Especie/producción (Tn)	Publicación (año)	Inversión/producción (€/Tn)	Coste inmovilizado (%)
Dorada / 800	Gasca-Leyva et al. (2002)	1.846	7,09
Dorada / 1.000	Merinero et al. (2005)	2.497	5,85*
Sargo picudo / 1.000	García García y García García (2008)	1.753	7,36
Lenguado / 200	García García y García García (2006)	12.967	8,26*
Pulpo / 45	García García et al. (2004)	13.595	11,14*

* No incluyen financiación ajena de la inversión

El coste más importante en términos relativos es el de alimentación, a excepción del caso del dentón en el que destaca el coste de alevines, siendo en cualquier caso el coste de alimentación muy elevado. La altísima mortalidad en la fase larvaria del dentón y sus exigencias en condiciones medioambientales muy controladas determinan un precio del alevín muy elevado y hacen que el coste de alevines se dispare hasta un 44,59% del coste total. También en besugo, por parecidas circunstancias, el coste relativo de alevines es elevado (32,48%) aunque muy por debajo del de dentón. Los costes de alimentación en acuicultura marina pueden variar entre el 25 y el 60% de los costes totales de producción, relacionándose este valor con el grado de tecnificación e intensificación de la explotación. Así, en el cultivo de salmones en países como Noruega la alimentación supone alrededor del 60% (Paquette et al., 1996), tratándose de explotaciones muy eficaces y con un alto grado de tecnificación.

En segundo lugar se encuentra el coste de alevines, relacionado directamente con las supervivencias larvarias de cada especie. Por último, destacan en tercer lugar los costes salariales con cifras en torno al 10% y siempre por encima del coste de inmovilizado, excepto en el caso de besugo.

En relación al cultivo intensivo de dorada el coste de alimentación para una explotación de la misma producción anual es del 38,50% (Merinero et al., 2005), es decir, muy similar al caso de bocinegro (42,45%) y sargo picudo (43,85%), que por otra parte, presentan una estructura de costes muy similar entre ellas. Cuando sumamos el coste de alimentación y el de alevines esta cifra es muy parecida en todas las especies de espáridos analizadas y equivalente también a la referente a dorada (tabla 16).

Tabla 16. Porcentaje del coste de alimentación + coste de alevines por especies

Dorada	Besugo	Dentón	Hurta	Bocinegro	Sargo picudo
63,48%	76,77%	76,12%	72,64%	68,16%	68,89%

Como vimos anteriormente, el dendograma construido a partir de los coeficientes de similitud (Figura 2) agrupa a la estructura contable de las cinco especies en tres grupos. Cabe destacar el grupo formado por el bocinegro y el sargo picudo que tienen un coeficiente de similitud del 98%. Los costes que más importancia tienen para justificar la disimilaridad entre especies son la alimentación y los alevines, que en origen dependen de la duración del ciclo biológico y de la mortalidad de cultivo.

En referencia al coste medio de producción (Cmp) las especies de menor coste son bocinegro (3,59 €/kg) y sargo picudo (3,69 €/kg) con cifras muy similares entre ellas y también muy parecidas al coste actual de producción de dorada. Les sigue a distancia la hurta con 4,39 €/kg, el dentón (5,21 €/kg) y, por último, con un valor mucho más elevado el besugo (7,60 €/kg). Se debe indicar que este Cmp es para una capacidad productiva de 1.000 toneladas por año y que producciones mayores tendrían un menor coste, ya que en el engorde de peces en jaulas en mar existen economías de escala como verifican trabajos recientes en cultivo de dorada en el mediterráneo español (García García et al., 2005; Merinero et al., 2005; Martínez et al., 2007). En este sentido la tabla 17 nos muestra el coste medio de producción de dorada para diferentes capacidades de producción. Del mismo modo estos costes se reflejan en la Figura 1, comprobándose la disminución progresiva del Cmp en relación a aumentos de la producción.

Tabla 17. Variación del Cmp en función de la capacidad productiva en engorde de dorada.

Producción anual (Tn/año)	Cmp (€/kg)
200(a)	4,34
400(a)	4,00
600(a)	3,88
800(a)	3,73
1.000(b)	3,55
2.000(b)	3,32

(a) Fuente: García García et al., 2005

(b) Fuente: Merinero et al., 2005

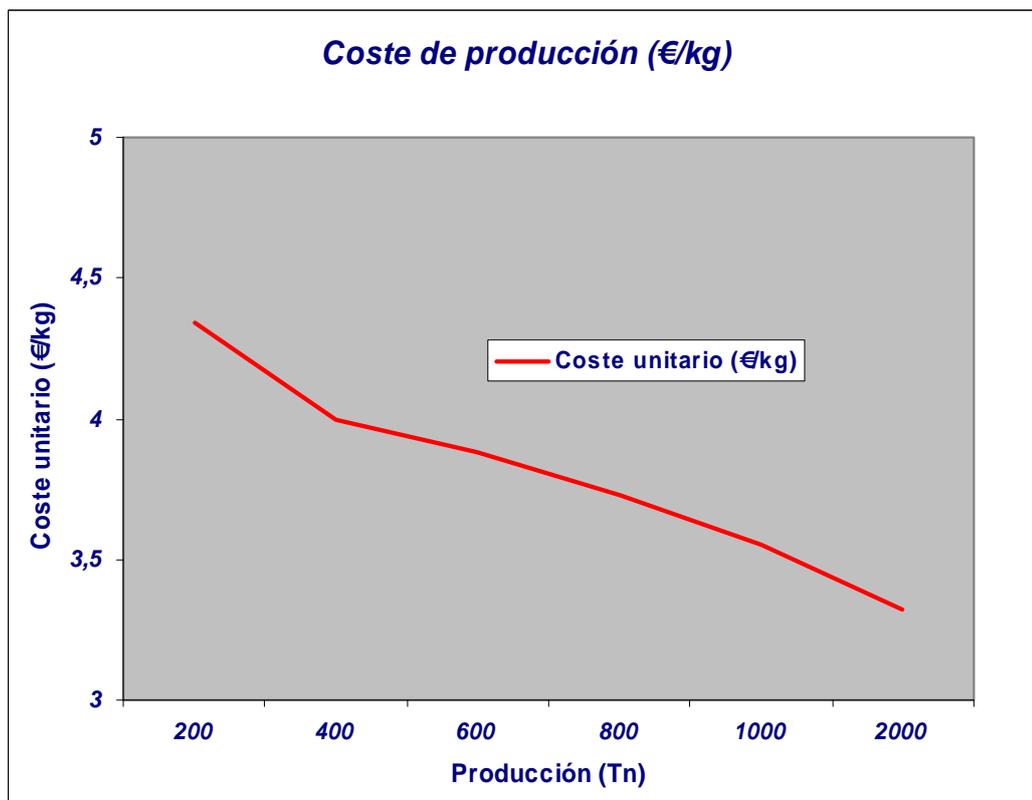


Figura 1. Evolución del Cmp en función de la capacidad productiva en engorde de dorada.

Por último, el precio de venta establecido para obtener una tasa TIR del 10% en todas las especies nos sirve para poder determinar el precio umbral necesario en igualdad de condiciones. Al calcular un precio medio de las cinco especies, obtenemos el valor de 5,48 €/kg que nos puede servir de referencia para cada caso particular.

La duración del ciclo y las bajas cargas en el cultivo de besugo, así como el correspondiente alto índice de conversión hacen que este precio en esta especie sea muy elevado (9,50 €/kg) en origen y, por tanto sólo sería un producto competitivo si el consumidor final está dispuesto a pagar precios iguales o superiores a 11-12 €/kg.

El dentón presenta cargas bajas y alta mortalidad relativa pero su ciclo de engorde es corto. El gran inconveniente de esta especie es el elevado precio del alevín, debido fundamentalmente a las altas mortalidades larvarias. Esta especie sería rentable económicamente con precios en origen de 5,57 €/kg. Por su parte, la hurta sería rentable con precios en origen de 4,63 €/kg. Por último, bocinegro y sargo picudo tienen el precio umbral más bajo y además éste es coincidente en ambas especies (3,86 €/kg), por lo que se puede afirmar que serían especies potenciales a precios al consumidor iguales o algo más bajos que los de dorada de los últimos años.

Bibliografía

- Alonso, R; Iruretagoyena, M.T. 1992. Evaluación financiera de inversiones agrarias: Conceptos básicos y casos prácticos. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 143 pp.
- Cabello Suárez-Guanes, L. 2001. Nuevas tecnologías y especies. Ponencia invitada. Libro de Resúmenes VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Santander. pp. 17-22

- García García, J. 2001. Análisis económico financiero comparado de dos sistemas de engorde de dorada en el litoral de la Región de Murcia. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, 210 pp
- García García, J; Rouco, A; García García, B. 2002. Directrices generales de diseño de explotaciones de engorde de especies acuícolas en jaulas en mar. Revista Archivos de Zootecnia. Vol.51. Nº 196. Pp: 469-472
- García García, J.; Rodríguez González, L. M.; García García, B. 2004. Cost analysis of octopus ongrowing installation in Galicia. Span J Agric Res (2004) 2(4), 531-537
- García García, J.; Rouco Yáñez, A; García García, B. 2005. Economías de escala en las explotaciones de engorde de dorada (*Sparus aurata*) en jaulas flotantes en el Mediterráneo. Anales de Veterinaria. 21, 69-76.
- García García, J.; García García, B. 2006. An econometric viability model for ongrowing sole (*Solea senegalensis*) in tanks using pumped well sea water. Spanish Journal of Agricultural Research 4(4), 304-315.
- García García, J.; García García, B. 2008. Contabilidad de costes del engorde de sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en jaulas en mar abierto. Investigación IMIDA. 2: 16-22.
- Gasca-Leyva, E.; León, C.; Hernández, J.M.; Vergara, J.M. 2002. Bioeconomic analysis of production location of sea bream (*Sparus aurata*) cultivation. Aquaculture 213, 219–232.
- Mao, J.C.T. 1986. Análisis financiero. Buenos Aires: Ed. El Ateneo. 558 pp.
- Martínez, S; Alama, G; Fortaña, P; Gallego, V; García, R; Gil, S; Morata, T; López, A; Ocampo, J.A; Sánchez, N; Jover, M. 2007. Análisis comparativo de la rentabilidad de la producción de la dorada (*Sparus aurata*) en distintas regiones del litoral español considerando diferentes tamaños de alevines y volúmenes de producción. Actas de resúmenes del XI Congreso Nacional de Acuicultura. VIGO. pp. 881-884
- Merinero, S.; Martínez, S.; Tomás, A.; Jover, M. 2005. Análisis económico de alternativas de producción de dorada en jaulas marinas en el litoral mediterráneo español. Aquatic. 23: 1-19
- Muñoz, A. y Rouco Yáñez, A. 1997. Análisis económico-financiero de explotaciones de ganado porcino. Monografía PORCI nº 39. Ed. Luzán 5 S.A.
- Paquotte, P., Z. Bakela, R. Franquesa y B. Basurco (1996). Economic aspects of mediterranean aquaculture production. Medit, 7(3): 4-13.
- Romero, C. 1985. Normas prácticas para la evaluación financiera de inversiones agrarias. Madrid. Banco de Crédito Agrícola. 119 pp.
- Ruesga, S.M., Carbajo, D., Fernández, J.M., Lozano, G., Luna, L., Martín, A., Da Silva, J., Somohano, F. y Sala, P. 2005. Acuicultura marina mediterránea. FUNDAME. Madrid. 366 pp.

6.2. Modelo econométrico de viabilidad/rentabilidad para el engorde de sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en jaulas en mar abierto.

IMIDA (Murcia).

El uso de modelos matemáticos basados en la econometría puede emplearse precisamente para establecer determinadas variables de producción en nuevas especies a desarrollar comercialmente, convirtiéndose la econometría en una herramienta de gran utilidad para la evaluación económica en una primera aproximación del engorde de las nuevas.

En el presente trabajo se desarrollan modelos econométricos de rentabilidad con la finalidad de estimar parámetros económicos ligados a la producción, que aún no están definidos a nivel del cultivo comercial del sargo picudo, tales como precio de venta del producto final, coste del alevín, coste de alimentación. El modelo es válido para unos rangos preestablecidos de dichos parámetros, que se han definido en base a las características de esta especie. Para la elección de las variables utilizadas en el modelo se establece la contabilidad de costes de la explotación analizada.

Material y Métodos.

Para estimar la inversión se ha diseñado una explotación de engorde en jaulas en mar abierto representativa del mediterráneo español con producción anual de 1.000 toneladas, y basada en la tecnología existente para el engorde de dorada pero teniendo en cuenta las variables zootécnicas descritas para esta especie. El régimen de producción es intensivo con cargas finales de 15 Kg/m³, mortalidad del 9,50% y como alimento se utiliza pienso comercial para dorada, que garantiza unos buenos rendimientos de crecimiento e índice de conversión en esta especie (Hernández et al., 2001) así como de calidad en cuanto a su composición bioquímica en macronutrientes y ácidos grasos (Rueda et al., 2001; Hernández et al., 2003), como buena aceptación por el consumidor (Hernández et al., 2002; García García et al., 2007).

La instalación de jaulas consta de 12 jaulas de 24 m de diámetro y 10 m útiles de profundidad. Podemos ver un plano de planta de distribución de la explotación en la Figura 1. También se han previsto 2 jaulas de diámetro exterior 10 m destinadas a clasificaciones y "purga" antes de la comercialización con un volumen útil de 785 m³. El resumen de capítulos de la inversión inicial que se muestra en la tabla 1 incluye asimismo los equipos y maquinaria necesarios para el desarrollo de esta actividad y gastos varios tales como mobiliario, concesión administrativa, licencia de obras, proyecto y dirección de obra, evaluación de impacto ambiental. Además la explotación necesitaría un edificio en tierra así como un muelle de carga y descarga habilitado en un puerto pesquero cercano. El edificio estaría destinado a almacén, cámara isoterma para conservación de pienso, oficinas, aseos y vestuarios, cámara frigorífica, sala de manipulado.

Se utilizaron datos y valores extraídos de diversas fuentes, en unos casos organismos públicos tanto del ámbito investigador como administrativo, y en otros, de empresas privadas del sector de la acuicultura. Las características técnicas y los precios de los distintos medios de producción, se han obtenido de diversas empresas suministradoras, así como de bases de datos oficiales de precios y diversas publicaciones (Gasca-Leyva et al., 2002; Ruesga et al., 2005).

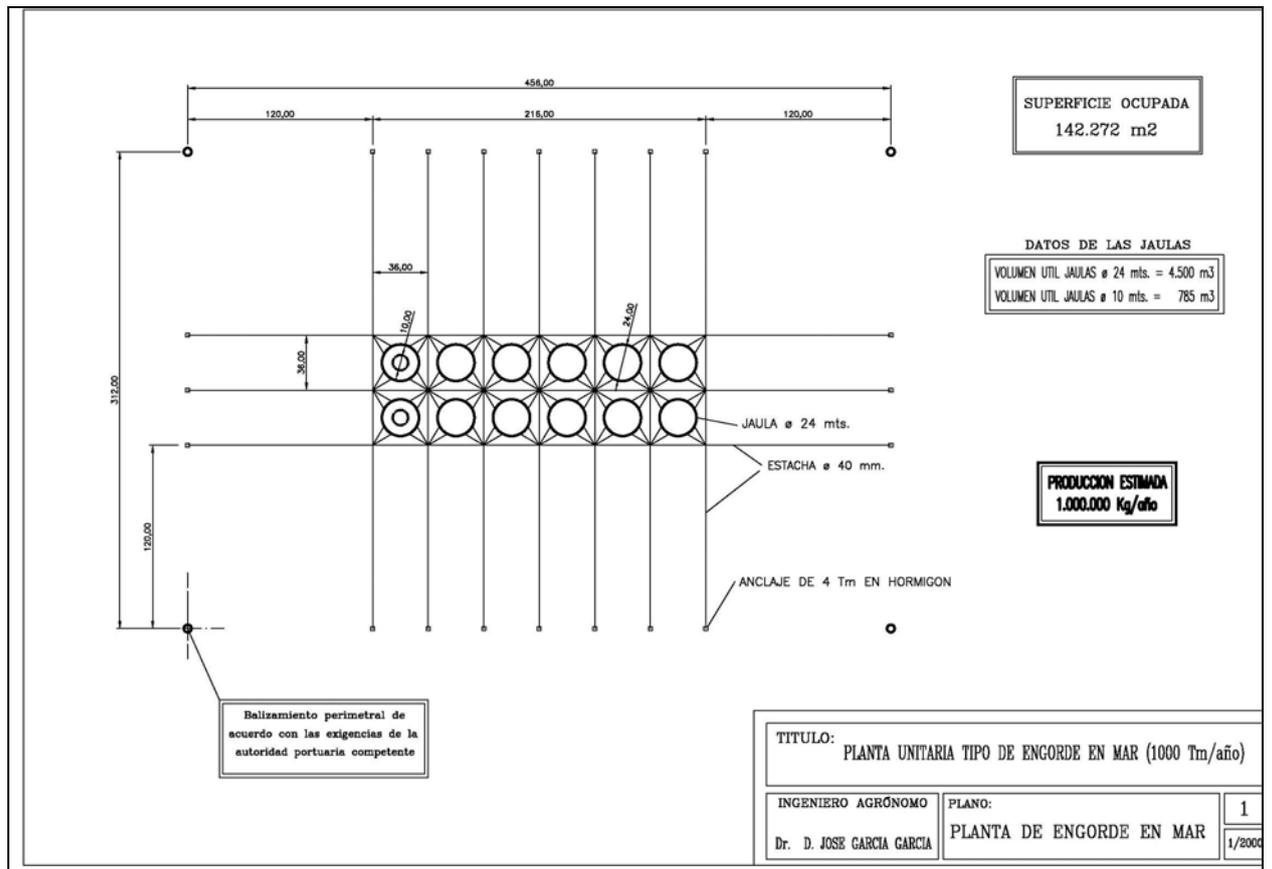


Figura 1. Plano de planta de instalación para el engorde de 1000 Tn de sargo picudo.

Tabla 1. Inversión inicial para explotación de 1.000 Tm/año de sargo picudo en jaulas

PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO (€)	PARCIAL (€)	TOTAL (€)
CAPÍTULO I. INSTALACIÓN DE JAULAS:				
Jaula marina ø 24 m PE AD (ud)	12	15.000	180.000	
Jaula marina ø 10 m PE AD (ud)	2	6.500	13.000	
Red ø 24 m malla cuadrada 10 mm	6	14.500	87.000	
Red ø 24 m malla cuadrada 13 mm	8	19.000	152.000	
Red ø 24 m malla cuadrada 18 mm	10	21.150	211.500	
Red ø 10 m malla cuadrada 5 mm	2	11.475	22.950	
Red ø 10 m malla cuadrada 7 mm	2	13.200	26.400	
Anclaje de hormigón 4 Tm, incluida instalación	20	7.500	150.000	
Balizamiento perimetral con boyas homologadas	4	10.500	42.000	
				884.850
CAPÍTULO II. EDIFICIO MULTIUSO:				
Cimentación y hormigones (m ²)	450	30	13.500	
Saneamiento	450	9	4.050	
Estructura	450	45	20.250	
Solera y pavimento	450	33	14.850	
Albañilería	450	55	24.750	
Forjado y cubierta	450	63	28.350	
Carpintería y vidriería	450	15	6.750	
Pinturas	450	3	1.350	
Sanitarios	450	4,5	2.025	
Fontanería	450	2,7	1.215	
Electricidad	450	16	7.200	
Cámara frigorífica (m ² cámara)	150	700	105.000	
				229.290
CAPÍTULO III. MUELLE:				
Muelle incluida cimentación y estructura.	100	120.20	12.020	
				12.020
CAPÍTULO IV. EQUIPOS Y MAQUINARIA:				
Lavadora de redes en acero inoxidable 7500 litros	1	28.550	28.550	
Clasificadora de peces tres salidas (10gr-3kg)	1	16.525	16.525	
Contador de peces tres unidades por canal	1	13.523	13.523	
Equipo de procesado con tres tanques y volteador	1	31.500	31.500	
Lanzador de pienso neumático	1	4.950	4.950	
Bomba de peces 3,5 Tm/h ø con tubería 200 mm	1	21.975	21.975	
Vehículo furgón 3.500 kg caja abierta	1	21.000	21.000	
Vehículo furgoneta 1.100 kg	1	18.000	18.000	
Vehículo camión grúa 1.500 kg	1	45.000	45.000	
Catamarán 16,80 m eslora (ud)	1	175.000	175.000	
Catamarán 6,80 m eslora (ud)	1	35.750	35.750	
Cubetas de manipulado	10	420	4.200	
Carretilla transporte	1	22.500	22.500	
				471.775
CAPÍTULO V. VARIOS:				
Mobiliario y material de laboratorio	1	18.000	18.000	
Equipamiento de trabajadores	12	235	2.820	
Tasas administrativas	1	1.703	1.703	
Licencia de obras	1	33.424	33.424	
Proyecto/Dirección/EIA	1	111.014	111.014	
				166.961
TOTAL INVERSIÓN				1.752.876

Se realizaron estimaciones de crecimiento y de consumo de pienso con los modelos desarrollados para esta especie por García García et al. (2007), partiendo de ejemplares de 15 g y hasta que alcanzan el tamaño comercial de 400 g, e iniciando el engorde en cada uno de los meses del año, para de esta forma analizar en función del registro de temperaturas correspondientes, de que forma se obtienen los mejores rendimientos. De las 12 posibilidades se seleccionaron 4 lotes anuales (Figura 2) en los que la duración del ciclo es más corto, los índices de conversión son más bajos y, al mismo tiempo, se pueden obtener tallas comerciales a lo largo de todo el año (Tabla 2).

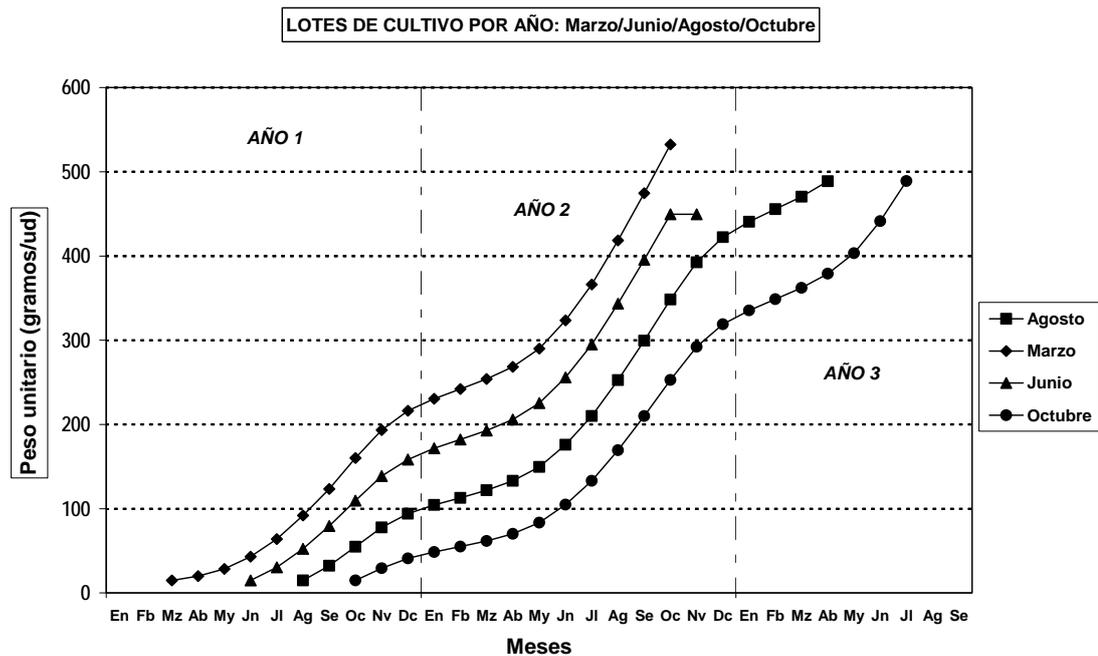


Figura 2. Lotes anuales seleccionados para engorde de sargo picado en el mediterráneo

Tabla 2. Datos sobre los lotes seleccionados.

Datos	Lote 1 (Marzo)	Lote 2 (Junio)	Lote 3 (Agosto)	Lote 4 (Octubre)
Número inicial alevines (unidades)	686.500	686.500	686.500	686.500
Mortalidad (%)	9,72	8,63	8,63	10,80
Duración ciclo (meses)	17	15	15	19
Índice de conversión (IC1)	1,65	1,65	1,67	1,73
Periodo cosecha	Junio-Agosto	Julio-Septiembre	Octubre-Febrero	Marzo-Mayo

Análisis de costes y análisis de sensibilidad

Para el correspondiente análisis económico se utilizaron varios parámetros e índices empleados en la analítica de costes: El beneficio es obtenido como diferencia entre la corriente de ingresos y gastos, y por tanto, es un beneficio bruto anual antes de impuestos, beneficio/inversión (B/K), beneficio/circulante (B/c), beneficio/coste total (B/C), punto muerto y varios umbrales de rentabilidad (García García et al., 2004). El índice beneficio/coste del circulante es utilizado como relación entre el beneficio y el capital circulante en cada ciclo anual. El índice beneficio/inmovilizado muestra la relación entre beneficio y el capital invertido inicialmente o inmovilizado. El beneficio/coste total indica la rentabilidad de la explotación en su conjunto. Los umbrales de rentabilidad utilizados, indican, por un lado, el precio mínimo del kilogramo de producto (UR) y, por otro, la cantidad mínima a producir (PM) para un precio de venta a partir de los cuales la explotación comienza a generar beneficios. Asimismo, calculamos algunos otros umbrales, tales como coste máximo de la alimentación (UF) o de los alevines (UJ), compatibles con la viabilidad económica de la explotación.

Asimismo, se calcularon los índices VAN y TIR, que son índices económicos que caracterizan cualquier proyecto de inversión en el campo agropecuario (Alonso e Iruretagoyena, 1992; Romero, 1985; Muñoz y Rouco, 1997) y acuicultura (García García, 2001d) así como en general en actividades diversas (Mao, 1986; Peumans, 1977).

Además se realizó un análisis de sensibilidad que utiliza las siguientes variables: Inversión inicial (K), coste del alimento por Kg producido (C_F), coste de alevines por Kg producido (C_J), otros costes (C_O) y precio de venta (SP), para construir un modelo matemático de VAN y TIR. Para esto se calculan 243 alternativas, es decir, 3^5 posibles alternativas mediante el uso de las correspondientes hojas de cálculo. Los márgenes para las variables del modelo se han ido ajustando para que éste fuera representativo en un alto porcentaje, siempre procurando dar mayor amplitud a las variables más importantes. Los datos así obtenidos se ajustaron mediante el análisis de regresión múltiple a la siguiente ecuación: $Y = a + bK + cC_F + dC_J + eC_O + fSP$, donde Y es el VAN o el TIR, y a, b, c, d, e y f son coeficientes que determina el análisis de regresión múltiple.

El VAN (Valor Actual Neto) indica la ganancia neta generada por el proyecto. Consiste en restar a la suma, convenientemente homogeneizada, de unidades monetarias que la inversión proporciona al inversor, las unidades monetarias que el inversor ha dado a la misma. Si el pago de inversión no está fraccionado, la suma algebraica anterior para un factor de homogeneización (tipo de interés) será:

$$VAN = \sum_{j=1}^n R_j / (1 + i)^j - K$$

R_j : Flujo de caja originado por la inversión en el año j.

n : Número de años de vida del proyecto.

i : Tipo de capitalización equivalente a interés de productos bancarios de renta fija sin riesgo (5,5%)

i' : Tipo de capitalización corregido por la inflación ($i' = i - q$)

q = Inflación media últimos 10 años (3,5%)

Por esta razón, cuando un proyecto tiene un VAN mayor que cero se dice que, para el tipo de interés elegido, resulta viable desde un punto de vista financiero. Por el contrario, si el VAN es negativo, el proyecto no será viable y quedará inmediatamente descartada su ejecución, pues en tal caso el proyecto proporciona al inversor un número de unidades monetarias menor que las que el inversor proporciona al proyecto. El criterio VAN pues mide la rentabilidad absoluta de una inversión. Si queremos construir otro índice que informe sobre la rentabilidad relativa de la inversión, la forma más sencilla de hacerlo consistirá en dividir el VAN generado por el proyecto por su pago de inversión. Este cociente nos indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Este nuevo índice recibe usualmente el nombre de Relación VAN/Inversión (Q), $Q = VAN/K$.

Con el TIR (Tasa Interna de Rendimiento) planteamos la inversión como si fuese un préstamo que un cierto agente económico (inversor) hace a un ente abstracto (el proyecto), siendo éste de K unidades monetarias (inversión inicial), puede resultar muy útil determinar el tipo de interés que obtiene el prestamista por su préstamo. El TIR constituirá una especie de indicador de la eficacia que ha tenido la inversión para el inversor (Romero, 1985). Este tipo de interés λ en caso de que el pago de inversión no estuviese fraccionado, debe satisfacer la siguiente ecuación:

$$K = \sum_{j=1}^n R_j / (1 + \lambda)^j$$

Al utilizar un tipo de interés i corregido por la inflación ($i' = i - q$), al TIR obtenido de la ecuación anterior habría que añadirle q para poder compararlo con el interés de productos alternativos de renta fija sin riesgo (García García, 2001d).

La variable Inversión se consideró variable en torno al valor inicial con un incremento de $\pm 20\%$, es decir, está comprendido entre los valores 1.402.301 y 2.103.451 €. En la ecuación del beneficio anual la variable coste del inmovilizado (Ci) se consideró variable en torno al valor inicial de 0,15 €/kg con un incremento de $\pm 20\%$, es decir, está comprendido entre los valores 0,12 y 0,18. En esta ecuación se establece como variable el coste de inmovilizado y no la inversión por sencillez de manejo.

El régimen de alimentación definido por el correspondiente modelo de crecimiento para los cuatro ciclos anuales elegidos determina un índice de conversión ponderado de 1,67 (IC1 = 1,67). Por otro lado, el índice de conversión también se ve afectado por la mortalidad. Como para esta especie aún no existe un dato promedio de cual puede ser la supervivencia en condiciones industriales los cálculos se han hecho para un rango del 81 al 100% de supervivencia. Así, para cada valor de supervivencia se ha calculado el índice de conversión (IC2) mediante la siguiente fórmula:

$$IC2 = (AV+AM)/BP$$

donde AV es el pienso consumido por los supervivientes (IC1); AM el pienso consumido por las bajas suponiéndoles un peso medio de 200g; BP la biomasa producida. Por último, es de esperar que en condiciones industriales de engorde haya una pérdida de pienso que puede representar al menos un 15%, por lo que el índice de conversión estaría afectado también de esta corrección, por tanto, las pérdidas podrían variar entre el 0 y el 30% (IC3=1-1,3*IC2). El precio del kg de pienso comercial para dorada empleado es de 0,80 euros (IVA incluido). En la Tabla 3 se muestra el efecto de la supervivencia sobre el índice de conversión y sobre el coste de la alimentación por kg de sargo picudo producido.

Tabla 3. Índice de conversión (IC3) y coste de la alimentación por Kg producido (C_F) en función de la supervivencia (%).

	100	90.5	81
IC2	1,67	1,76	1,86
IC3	1,67	2,03	2,41
C_P (E/Kg)	1,34	1,62	1,93

El coste de alevines por kg producido de sargo (C_J) también varía en función de cual sea la supervivencia. Por ello, también se ha calculado como repercute la supervivencia sobre este coste (Tabla 4). El precio del alevín de 15 gramos se ha fijado inicialmente en 0,33 €/ud (IVA incluido), es decir, equivalente al de dorada, tras haber consultado precios de mercado a varias empresas de alevines españolas e italianas.

Tabla 4. Número de alevines iniciales para producir un Kg de producto (N/Kg) y coste de los mismos (C_J) en función de la supervivencia. Peso medio comercial: 400g.

	100	90,5	81
N/Kg	2,50	2,76	3,09
C_J (Euros/Kg)	0,82	0,91	1,02

La variable otros costes (C_O) agrupa al resto de costes de la estructura contable (tabla 2) incluyendo al personal. Dada la importancia relativa de los costes salariales, se exponen en la tabla 5 el personal necesario y su coste adaptado y actualizado según convenio colectivo. El coste financiero está también incluido en C_O como una cantidad variable a partir de la hipótesis financiera inicial (tabla 2). De este modo el coste es variable y puede ser atribuido tanto a amortización financiera del inmovilizado como a financiación a corto plazo del circulante. Esto supone una mayor versatilidad de la variable. Del mismo modo es relevante el coste de seguro sobre producción que se calcula a partir de un porcentaje de prima (5,68%) sobre la biomasa producida total (1.000.000 kg) y el coste de producción aproximado de cada kilogramo de producto

(3,50 €/kg). A esta variable (C_o) que agrupa varias costes le damos una variabilidad del $\pm 20\%$ sobre la alternativa inicial (0,80 y 1,20 €/kg, respectivamente).

Tabla 5. Personal necesario y coste salarial total

PERSONAL	COSTE (€)
1 Gerente	79.340
1 Administrativo	22.355
1 Técnico jefe de producción	35.600
1 Encargado	33.400
3 Patrón/buzos	78.000
4 Alimentadores/buzos	90.000
2 Vigilantes	42.000
4 Eventuales (1/2 jornada) (despesque, limpieza...)	45.000
Total	425.695

Para estimar el precio de venta (SP) en planta se han utilizado los datos registrados para dorada por el Servicio de Pesca y Acuicultura de la Región de Murcia en los últimos años y por Ruesga *et al.* (2005). Se utiliza un precio medio que está incluido en el rango de precios utilizados en el modelo (4,25 €/kg). Le damos una variabilidad del $\pm 20\%$ sobre la alternativa inicial (3,40 y 5,10 €, respectivamente). En cualquier caso por la similitud en cuanto a talla comercial y características organolépticas de sargo picudo y dorada, posteriormente utilizaremos en algún supuesto el precio medio de venta de dorada de los últimos años (3,96 €/kg).

A modo de resumen se muestran en la tabla 6 los rangos preestablecidos de las variables utilizadas en el modelo.

Table 6. Range of variables used in the analysis of sensitivity and econometric analysis

	Valores iniciales	Rango de las variables
K (€)	1.752.876	1.402.301-2.103.451
C_F (€/kg)	1,62	1,34-1,93
C_J (€/kg)	0,91	0,82-1,02
C_o (€/kg)	1,00	0,80-1,20
SP (€/kg)	4,25	3,40-5,10

Resultados

La estructura contable se muestra en la tabla 3 tanto expresada en términos absolutos como relativos, que incluye financiación ajena del 100% de la inversión con préstamo a 6 años pero con coste repartido en la vida útil estimada para el proyecto (18 años) y con un tipo de interés del 6,25%. Así pues, la financiación ajena se considera como parte del inmovilizado a modo de amortización financiera asociada a la inversión inicial. Todos los costes incluyen el correspondiente coste de oportunidad, calculado como uso alternativo del capital de explotación en cuentas bancarias de ahorro sin riesgo. Para su cálculo se ha estimado un interés del 2% en función del mercado actual de dinero y considerando el efecto de la inflación.

Tabla 7. Estructura contable de la explotación

PERSONAL	COSTE ABSOLUTO (€)	COSTE RELATIVO (%)	COSTE RELATIVO (€/kg)
Construcciones/instalaciones	30.576	0,83%	0,031
Embarcaciones	9.554	0,26%	0,010
Instalación de jaulas	78.523	2,13%	0,079
Equipos/vehículos	29.583	0,80%	0,030
Equipamiento trabajadores	959	0,03%	0,001
Financiación ajena	122.153	3,31%	0,122
Personal	434.209	11,76%	0,434
Combustible	4.406	0,12%	0,004
Gastos oficinas, suministros	12.240	0,33%	0,012
Mantenimiento	32.353	0,88%	0,032
Arrendamientos	9.792	0,27%	0,010
Concesión, impuestos	28.677	0,78%	0,029
Alevines	924.304	25,04%	0,924
Seguros	202.776	5,49%	0,203
Pienso	1.618.823	43,85%	1,619
Envases y contenedores	122.400	3,32%	0,122
Tratamientos	15.300	0,41%	0,015
Promoción, publicidad, varios	15.300	0,41%	0,015
	3.691.927	100%	3,692

La ecuación resultado del beneficio anual antes de impuestos de la explotación a partir de la contabilidad de costes es pues:

$$B = 1\,000\,000 \cdot (PV - C_i - C_F - C_J - C_0)$$

La estructura de costes (tabla 7) nos refleja una actividad intensiva con un inmovilizado muy bajo (un 7,36% respecto a un circulante del 92,64%). Los costes más elevados y, por tanto, con más importancia económica son el pienso (43,85%), los alevines (25,04%) y en tercer lugar los costes salariales (11,76%). En la tabla 8 se muestra un análisis de costes utilizando los valores medios de las variables consideradas (tabla 6) y el precio medio de venta de dorada de los últimos años (3,96 €/kg). Este análisis nos indica una actividad rentable pero con rentabilidad relativamente baja ($B/C = 7,26\%$) y más eficaz en cuanto al índice B/K (15,29%) debido a que la inversión es también relativamente baja.

Tabla 8. Análisis de costes calculado con los valores de partida (valores medios del rango).

B/K (%)	B/c (%)	B/C (%)	UR (€ Kg ⁻¹)	PM (kg año ⁻¹)	UF (€ Kg ⁻¹)	UJ (€ Kg ⁻¹)
15,29	7,57	7,26	3,69	709.363	1,85	1,17

Las ecuaciones obtenidas para las variables VAN y TIR son las siguientes:

$$VAN = -458.504,06 - 1,00K - 13.750.322,64C_F - 14.930.486,42C_J - 14.992.031,25C_0 + 13.854.061,25SP$$

$$(P < 0,001; \text{Error de la estimación} = 437,15; R^2_{aj.} = 1,0000)$$

$$TIR = 0,1091 - 4,55 \cdot 10^{-8}K - 0,1707 C_F - 0,2009 C_J - 0,1990 C_0 + 0,1733 SP$$

$$(P < 0,001; \text{Error de la estimación} = 0,0095; R^2_{aj.} = 0,9888)$$

Las ecuaciones son significativas ($P < 0,01$) y explican un 100% y 98% de la variabilidad del VAN y el TIR, respectivamente. Todos los coeficientes en ambas ecuaciones son significativamente distintos de 0

($P < 0,01$). Desde un punto de vista económico las ecuaciones son también válidas en cuanto el signo de los coeficientes es el correcto.

Discusión.

En primer lugar, contrastamos determinados valores representativos de la explotación definida con los calculados en el trabajo de Gasca-Leyva et al. (2002) sobre bioeconomía de dorada, comprobando la similitud en las cifras. Así por ejemplo, la tabla 9 muestra las inversiones y los principales costes de explotación correspondientes a este trabajo y al citado anteriormente, para una capacidad productiva cercana (800 Tn/año y 1 000 Tn/año, respectivamente).

Tabla 9. Inversión y determinados costes según especie, sistema de cultivo y capacidad productiva.

	Dorada	Sargo	Lenguado	Pulpo
Sistema de cultivo	Jaulas flotantes	Jaulas flotantes	Planta en tierra	Jaulas
Producción (Tn)	800 Tn	1000 Tn	200 Tn	45 Tn
Inversión (€)	1.476.986	1.752.876	2.593.338	611.773
Costes absolutos (€)				
Inmovilizado	192.659	149.195	158.357	29.210
Alevines	992.872	924.304	668.000	106.319
Pienso	780.853	1.618.823	420.000	32.589
Personal	261.741	434.209	331.000	27.059
Costes relativos (%)				
Inmovilizado	7,09	7,36	8,26	11,14
Alevines	36,52	25,02	34,84	40,53
Pienso	28,72	43,83	21,91	12,42
Personal	8,63	11,76	17,27	10,32
Referencia	Gasca-Leyva et al. (2002)	Este trabajo (2008)	García-García y García-García (2006)	García-García et al. (2004)

En los principales costes de explotación vemos que la tendencia de los precios justifica una menor diferencia entre los valores calculados en estos dos trabajos. En este sentido el precio de los alevines ha disminuido relativamente mientras que el precio de los piensos ha ido en constante aumento. Por último, la pequeña diferencia en costes de personal e inversión se puede deber fundamentalmente a la inflación y, por supuesto, a la diferencia en capacidad productiva.

En el presente trabajo los costes de alimentación alcanzan el 43,85% de los costes totales, es decir, nos indican que en esta explotación el capítulo más importante es el de la alimentación, valor que en acuicultura marina puede variar entre el 25 y el 60% de los costes totales de producción, relacionándose este valor con el grado de tecnificación de la explotación. Así, en el cultivo de salmones en países como Noruega la alimentación supone alrededor del 60% (Paquette *et al.*, 1996), tratándose de explotaciones muy eficaces y con un alto grado de tecnificación. Por el contrario, en el caso de cultivos aún artesanales, como el caso del pulpo en jaulas, la alimentación supone un porcentaje mucho menor (12,42%) (García García et al., 2004). No obstante, en cultivos intensivos en tierra, como en el caso del lenguado (García García y García García, 2006), la alimentación tiene una menor repercusión (21,91%), ya que otros capítulos son mucho más importantes, como la amortización de la inversión, y en el caso concreto del lenguado la adquisición de alevines, obviamente también influye la menor productividad (200 Tn). Asimismo, podemos también contrastar la importancia relativa de los costes debidos al inmovilizado; para la explotación de sargo es tan sólo de un 7,36% incluyendo la financiación ajena del 100% de la inversión, frente al 11,14% en la explotación artesanal de engorde de pulpo, o el 8,26% de la de lenguado (en este caso no se incluye financiación ajena de la inversión). En este trabajo, el segundo coste en importancia es el de los alevines (25,02%) y el tercero el coste del personal (11,76%).

Como vimos el análisis de costes nos indica una actividad rentable pero con rentabilidad relativamente baja ($B/C = 7,26\%$) y más eficaz en cuanto al índice B/K. Por su parte, el punto muerto nos indica que esta actividad sólo sería viable a partir de precios de venta de 3,69 €/kg y de producciones de 709.363 kg/año. Este resultado verifica que estamos frente a una actividad sensible a las economías de escala y que ha evolucionado en muy pocos años hacia empresas con producciones cada vez mayores (García-García *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2007).

Por su parte, el umbral de alimentación nos indica que la actividad es viable hasta costes de 1,85 €/kg, dentro del rango del análisis de sensibilidad (tabla 6), mientras que el umbral de alevines (1,17 €/kg) está muy por encima del citado rango. Esto nos verifica una gran sensibilidad de la viabilidad económica respecto a la alimentación, mientras que el precio del alevín no es muy determinante.

En la Figura 3 se estima a partir de la ecuación desarrollada el valor de TIR en función del coste de alimentación por kilogramo producido (CF) y del precio de venta en planta SP. Se ha estimado un valor mínimo del 10% de TIR para considerar la rentabilidad interesante para un inversor. Para alcanzar este valor el precio mínimo de venta debe ser de 4,21 €/Kg y los costes de alimentación de 1,62 €/Kg. Como indicamos anteriormente al utilizar un tipo de interés i corregido por la inflación, al TIR obtenido habría que añadirle q para poder compararlo con el interés de productos alternativos de renta fija sin riesgo.

Los costes de alimentación se han calculado empleando piensos para dorada, pero esta especie es una especie omnívora que utiliza bien la proteína de origen vegetal, habiéndose alcanzado rendimientos muy satisfactorios con niveles de inclusión de harina de soja del 60% (Hernández *et al.*, 2007), cabe esperar que un pienso comercial específico para esta especie sea más barato que el de dorada, que sólo contiene un 20%. Según Hernández *et al.* (2007) al incrementar el contenido de harina de soja no se afecta significativamente el crecimiento, aumenta el índice de conversión, pero disminuye el precio del pienso, lo que conlleva a una reducción del índice de conversión económico (€/kg de pez producido). Esta reducción para un pienso con un contenido del 60% de soja es del 11%, y es previsible, dada la creciente demanda de harinas de pescado, que se haga mayor.

Por ello, se ha estimado a partir de las ecuaciones aquí desarrolladas y con los datos aportados por Hernández *et al.* (2007) tres escenarios posibles: un pienso comercial con un contenido del 20% que es lo usual en piensos para dorada; otra con contenido del 60%, y finalmente, una intermedia. Para estas estimaciones calculamos el índice VAN/K y el porcentaje que suponen los costes de alimentación respecto a los costes totales. Como se muestra en la Tabla 9 la repercusión del aumento en el contenido de soja de la dietas sobre la rentabilidad y viabilidad es importante.

Tabla 9. Valores de índices económicos estimados con las ecuaciones 1 y 2 en función de los datos obtenidos por Hernández *et al.* (2007) para diferentes contenidos de harina de soja en la dieta del sargo picudo.

Contenido harina de soja.	IC	Precio pienso (€/Kg)	ICE	VAN	TIR	VAN/K	CF/CPT
20%	2,21	0,76	1,68	971.386	4,69	0,55	44,74
40%	2,34	0,68	1,59	2.208.915	6,23	1,26	43,39
60%	2,48	0,60	1,49	3.583.947	7,94	2,04	41,80

Variables del modelo: $K_0 = 1.752.876$ €; $C_F = 1,62$ €/kg; $C_J = 0,91$ €/kg; $C_0 = 1,00$ €/kg; $SP = 3,96$ €/kg

Sin embargo, en una primera fase del desarrollo del engorde del sargo picudo los piensos disponibles cabe esperar que sean los de dorada y que los fabricantes no comercialicen uno específico hasta

que los niveles de producción de esta especie, y por tanto, la demanda de pienso alcance un nivel determinado que lo justifique. En esta situación inicial, por tanto, es probable que los costes de alimentación sen similares a los de dorada. En estas condiciones el precio mínimo para ofertar el producto al mercado con unos resultados de rentabilidad interesantes para el inversor (TIR=10%) es de 4,21 €/Kg.

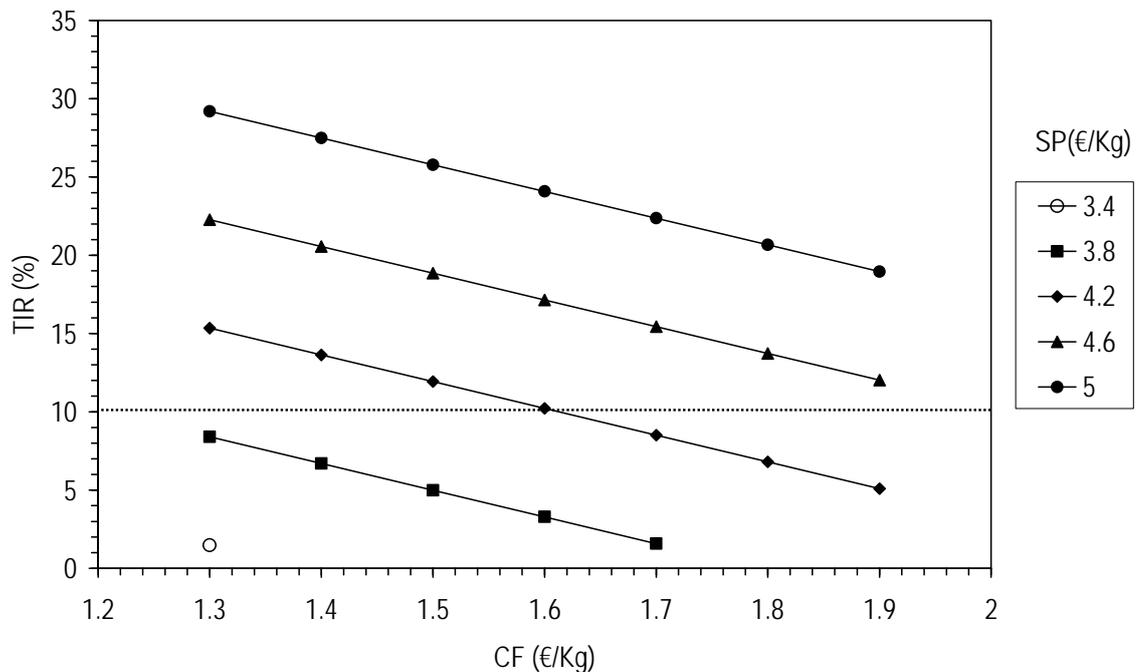


Figura 3. Variación del TIR (%) en función del coste de alimentación por kilogramo producido (CF €/Kg), y por el precio de venta en planta (SP €/Kg).

En una segunda fase del desarrollo, cuando haya una producción significativa de esta especie, es previsible que el precio del pienso descienda, ya que utiliza bien la proteína de origen vegetal, particularmente la harina de soja. Así pues, si fijamos el SP mínimo (4,21 €/Kg), el CF un 11% menor, el TIR sería del 13,12% que es un valor más atractivo para los inversores. Obviamente, si SP es superior al mínimo la rentabilidad aumentaría. Por otro lado, si mantenemos el pienso un 11% más barato, para obtener una rentabilidad mínima del 10% de TIR, el precio mínimo de SP al cual se podría ofertar este producto al mercado sería de 4,03 €/Kg. De esta forma se pueden analizar numerosas circunstancias que pueden incluir también variaciones en la inversión y en el tipo de interés de mercado. El modelo econométrico es pues una herramienta de gran utilidad para evaluar la viabilidad/rentabilidad de las nuevas especies. Para cada especie, no obstante, hay que definir un sistema de explotación y las variables que interesen, así como el rango de éstas, en base a las características biológicas, de mercado, etc. de cada especie.

Las principales especies de peces cultivadas hoy en España (dorada, lubina, rodaballo, atún, anguila y trucha) son de hábitos carnívoros y su cultivo es altamente dependiente del uso de harinas de pescado como fuente mayoritaria para la elaboración de sus piensos (Tacon, 1994). Sin embargo, la sobreexplotación a la que se ven sometidos los recursos marinos hace de la harina de pescado un bien cada vez más escaso (FAO, 1995, 1998). Según datos de la Asociación Internacional de Productores de Harina de Pescado (IFOMA), está previsto un incremento en la demanda de este producto de un 36% en el transcurso de 1994 al 2010. Sin embargo, la producción para este mismo periodo se incrementará tan sólo de un 17 a un 23% (Robert and Talbot, 1998).

Desde hace años se están realizando esfuerzos por conseguir fuentes de proteína de origen vegetal para el cultivo de peces (Quartararo et al., 1998; Hernández et al., 2007), tratándose por lo general de especies carnívoras. Sin embargo, usualmente se ha encontrado una relación inversa entre el nivel de sustitución de harina de pescado por harinas de origen vegetal y la tasa de crecimiento, así como una relación directa con el índice de conversión. No obstante, la disminución del crecimiento y el aumento del índice de conversión al sustituir harina de pescado por harina de origen vegetal en la dieta depende de las especies (Quartararo et al., 1998), y tiene una mayor repercusión en las especies carnívoras que en las omnívoras (Hernández et al., 2007). Por tanto, parece importante para el desarrollo sostenible del cultivo de peces en el área mediterránea fomentar también el cultivo de especies omnívoras tales como el sargo picudo o el mújol, cuyas dietas se puedan basar mayoritariamente en harinas vegetales.

Por estas razones y en vista de los resultados positivos del presente análisis económico, basado en el extenso conocimiento experimental de esta especie, y existiendo ya una tecnología suficiente de su cultivo, se podría concluir en las grandes posibilidades que esta especie tiene ya para diversificar e incrementar la producción de los productos de la acuicultura marina y relajar, por otro lado, la tensión existente en el sector de la dorada.

Sin embargo, y al igual que ocurre con otras especies litorales cuyas poblaciones son poco abundantes, el sargo picudo es un desconocido en los grandes mercados españoles, y se consume sólo localmente. No obstante, Hernández et al. (2002) y García García et al. (2007) mediante un análisis sensorial mostraron una alta aceptación por parte del consumidor, y por otro lado contenidos del 60% de harina de soja en la dieta tampoco provocan cambios significativos en sus propiedades organolépticas (Hernández et al., 2007). Por otro lado, el desconocimiento que los grandes mercados tienen de ésta especie es prácticamente el mismo que, hace tan sólo 10 años, se tenía de la dorada. Los esfuerzos de comercialización realizados por el sector, sin embargo, han contribuido a que la dorada hoy sea una de las especies más demandadas en los mercados españoles. Además, hay que tener en cuenta que el sargo picudo es muy apreciado en otros países mediterráneos, como Italia, donde se obtienen altos precios de venta (20 Lit/Kg, Barbato and Corbari, 1995), y no se debe descartar, al igual que ocurrió con la dorada en la década pasada, su producción para la exportación hasta que los mercados locales acepten el producto a gran escala.

Bibliografía.

- Alcaide Inchausti, A. 2001. Aplicaciones econométricas. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. 352 pp.
- Alonso, R; Iruretagoyena, M.T. 1992. Evaluación financiera de inversiones agrarias: Conceptos básicos y casos prácticos. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 143 pp.
- Barbato, F., Corbari, L. 1995. New species in Italy. Cahiers Options Méditerranéennes/ CIHEAM. 14:123-128.
- F.A.O. (1995) El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma.
- F.A.O. (1998) El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma.
- García García, B., Hernández, M.D., Aguado-Giménez, F., Cerezo, J. and Piedecausa M.A. 2007. Growth and food intake models in *Diplodus puntazzo*: Influence of body weight and temperatura. Aquaculture Eurpe 07. 24 al 27 de octubre de 2007. Estambul, Turquía.
- García-García, B., M. D. Hernández, S. Cárdenas, J. L. Muñoz, C. Rodríguez, J. Carrasco, E. Pastor, A. Gráu, R. Ginés, C.M. Hernández-Cruz, A. Estévez, O. Bellot, L.M. Rodríguez, J. Otero-Llavo, S. Martínez y Tomas, A. 2007. Análisis sensorial de cinco especies de espáridos (besugo, dentón, hurta, pargo y sargo picudo) en ocho localidades costeras españolas. XI Congreso Nacional de Acuicultura, Vigo, 24 a 28 de Septiembre de 2007.

- García García, J; Rouco, A; García, B. 2001c. Influencia de la capacidad productiva y precio de venta en la rentabilidad de las explotaciones. Actas de resúmenes del VIII CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA. SANTANDER.
- García García, J. 2001d. Análisis económico financiero comparado de dos sistemas de engorde de dorada en el litoral de la Región de Murcia. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, 210 pp
- García, J; Rouco, A; García, B. 2002. Directrices generales de diseño de explotaciones de engorde de especies acuícolas en jaulas en mar. Revista Archivos de Zootecnia. Vol.51. Nº 196. Pp: 469-472
- García García, J.; Rodríguez González, L. M.; García García, B. 2004. Cost analysis of octopus ongrowing installation in Galicia. Span J Agric Res (2004) 2(4), 531-537
- García García, J.; García García, B. 2006. An econometric viability model for ongrowing sole (*Solea senegalensis*) in tanks using pumped well sea water. Spanish Journal of Agricultural Research 4(4), 304-315.
- Gasca-Leyva, E.; León, C.; Hernández, J.M.; Vergara, J.M. 2002. Bioeconomic analysis of production location of sea bream (*Sparus aurata*) cultivation. Aquaculture 213 (2002) 219-232.
- Greene, W.H. 1998. Análisis econométrico. Madrid: Prentice Hall. 913 pp.
- Hernández, M.D., Egea, M.A., Rueda, F.M., Aguado, F., Martínez, F.J., García García, B. 2001. Effects of commercial diets with different P/E ratios on sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) growth and nutrient utilization. *Aquaculture*, 195/3-4: 321-329.
- Hernández, M.D., Martínez, F.J., García García, B. 2002. Sensory evaluation of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) raised in captivity. *Aquaculture Internacional*, 9: 519-529.
- Hernández, M.D., Egea, M.A., Rueda, F.M., Martínez, F.J., García García, B. 2003. Seasonal condition and body composition changes in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) raised in captivity. *Aquaculture*, 569-580.
- Hernández, M.D., Martínez, F.J., Jover, M., García García, B. 2007. Effects of Partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) diet. *Aquaculture*, 263: 159-167.
- Mao, J.C.T. 1986. Análisis financiero. Buenos Aires: Ed. El Ateneo. 558 pp.
- Martínez, S; Alama, G; Fortaña, P; Gallego, V; García, R; Gil, S; Morata, T; López, A; Ocampo, J.A; Sánchez, N; Jover, M. 2007. Análisis comparativo de la rentabilidad de la producción de la dorada (*Sparus aurata*) en distintas regiones del litoral español considerando diferentes tamaños de alevines y volúmenes de producción. Actas de resúmenes del XI Congreso Nacional de Acuicultura. VIGO. pp. 881-884
- Muñoz, A. y Rouco Yáñez, A. 1997. Análisis económico-financiero de explotaciones de ganado porcino. Monografía PORCI nº 39. Ed. Luzán 5 S.A.
- Paquotte, P., Z. Bakela, R. Franquesa y B. Basurco (1996). Economic aspects of mediterranean aquaculture production. *Medit*, 7(3): 4-13.
- Peumans, H. 1977. Valoración de proyectos de inversión. Bilbao: Edic. Deusto. 319 pp.
- Quartararo, N., Allan, G.L., y Bell, J.D. (1998) Replacement of fish meal in diets for Australian snapper, *Pagrus auratus*. *Aquaculture*. 166, 279-295
- Romero, C. 1985. Normas prácticas para la evaluación financiera de inversiones agrarias. Madrid. Banco de Crédito Agrícola. 119 pp.
- Robert, J. y Talbot, C. (1998) ¿Se verán obligadas las truchas a convertirse en vegetarianas? En: *Trouw Informa* (ed. Trouw España S.A.). Burgos, 4-6

- Rueda, F.M., Hernández, M.D., Egea, F., Aguado, F., García García, B., Martínez, F.J. 2001. Differences in tissue fatty acid composition between reared and wild sharpsnout sea bream, *Diplodus puntazzo* (Ceetti, 1777). *British Journal of Nutrition*, 86: 617-622.
- Ruesga, S.M., Carbajo, D., Fernández, J.M., Lozano, G., Luna, L., Martín, A., Da Silva, J., Somohano, F. y Sala, P. 2005. Acuicultura marina mediterránea. FUNDAME. Madrid. 366 pp.
- Tacon, A.G.J. (1994) Feed ingredients for carnivorous fish species alternatives to fishmeal and other fishery resource. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 881, 1-35

ANEXO I. METODOLOGIA GENÉTICA.

Universidad de Oviedo (Asturias), IFAPA (Andalucía)

1.-EXTRACCION DE ADN.

Cuando la muestra disponible procedía de individuo adultos o de larvas ya desarrolladas se utilizó generalmente una pequeña porción de tejido de aleta caudal, y el ADN se extrajo mediante el uso de 400 µl de resina Chelex 100 (Biorad) y 10 µl de proteinasa K.

Para la obtención del ADN a partir de muestras de huevos, o del utilizado para los analisis de AFLPs se recurrió a utilizar el kit de extracción Qiagen, para obtener ADN de máxima pureza e integridad

2.-ADECUACION DE LAS CONDICIONES DE AMPLIFICACION DE LOS LOCI MICROSATELITES EN DIFERENTES ESPECIES DE ESPARIDOS

Para adecuar a las distintas especies las condiciones de amplificación se extrajo ADN de cuatro individuos de cada una de ellas. Para un volumen final de 20 µl, se combinaron las posibles variaciones de los siguientes parámetros: concentración de cloruro de magnesio (MgCl₂) desde 0,5 mM a 4 mM, volumen de ADN-resina desde 0,5 µl a 2,5 µl, unidades de Taq polimerasa desde 0,5 U a 1,5 U, temperatura de hibridación de los iniciadores desde 50 °C a 65 °C y número de ciclos de amplificación por PCR desde 30 a 45. El resto de condiciones de la PCR (dNTPs: 200 µM, iniciadores: 2 ng/µl) se mantuvieron a concentraciones no limitantes (en exceso). En los casos en los que se presentaban condiciones de amplificación (temperatura de hibridación de los iniciadores y concentración de MgCl₂ principalmente) comunes para más de un locus y los tamaños del fragmento amplificado no solapaban, se probó la realización de PCR tipo múltiplex.

Inicialmente, para comprobar la eficacia de las amplificaciones los productos de las PCR se visualizaban en geles de agarosa al 2% con tinciones de EtBr. Posteriormente, cuando se adecuaron las condiciones de amplificación los productos de las PCR se analizaron utilizando un secuenciador automático OpenGene Automated ADN sequencing system (Visible Genetics, Inc.).

3. AMPLIFICACIÓN POR PCR DE LOS LOCI MICROSATELITES OPTIMIZADOS

La amplificación se realizó en un termociclador PTC-100 (MJ Research, Inc). Para un volumen total de reacción de 20 µl por tubo, las condiciones generales de amplificación fueron las siguientes: 0,75 µl de la solución de extracción (resina-ADN); 200 µM de cada desoxirribonucleótido; 2 ng/µl de cada uno de los iniciadores específicos, uno de ellos marcado con Cy5; 1,5 mM de MgCl₂; 2 µl de tampón de reacción 10X; 0,5 U de Taq-ADN-polimerasa y 30 ciclos de amplificación. Las temperaturas de hibridación fueron las descritas en Piñera y col. 2006 y De la Herranz y col. 2005.

El tamaño (en pares de bases) de los fragmentos amplificados se estimó mediante la comparación con un marcador de tamaños en un secuenciador automático OpenGene Automated ADN sequencing system (Visible Genetics, Inc.).

4. ANALISIS DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA

La variabilidad genética se cuantificó mediante la estimación de: número de alelos por loci (Na), porcentaje de loci polimórfico (P_{0,95}), heterocigosidades observadas (H_o) y esperadas (H_e), a partir del programa informático Biosys-1 (Swofford y Selander, 1981), que fue modificado para permitir el manejo de más de 20 alelos por locus.

5. ASIGNACIÓN DE PATERNIDADES Y RELACIONES DE PARENTESCO.

5.1 Generación de descendencias simuladas.

Las descendencias generadas por ordenador surgen ante la necesidad de evaluar la potencial eficacia de los loci microsatélites en ausencia de descendencias reales cuyos padres sean conocidos. A partir de los genotipos conocidos de un lote de reproductores, la rutina ProbmaxG, incluida en el programa Probmax (Danzmann, 1997), permite obtener genotipos de descendientes en función de los cruces que indiquemos. Entre las opciones podemos escoger el número de cruces totales, la participación de los parentales en los diferentes cruces y el número de descendientes por cruce (familia). Las descendencias son generadas considerando la codominancia y herencia mendeliana clásica de los loci microsatélites, y no se tienen en cuenta procesos de mutación ni presencia de alelos nulos.

En el caso de los lotes de besugo ante la ausencia de datos sobre el sexo de los individuos en cultivo para la generación de descendencias se consideró en cada lote que la primera mitad de los individuos eran hembras y la otra mitad, machos.

Para evaluar el posible efecto del número de cruces sobre el porcentaje de asignación correcto en análisis de paternidad, se generaron 25 (5x5 cruces), 100 (10x10), 225 (15x15) y 400 familias (20x20), con 100 descendientes por familia. Para comprobar el efecto que el número de descendientes por familia ejercía sobre el porcentaje de acierto, a partir de 25 familias (5x5), se generaron 10, 25, 50 y 100 descendientes por familia. Todas las simulaciones fueron repetidas en tres ocasiones para obtener mayor fiabilidad en los datos.

Para determinar si existía alguna relación entre dichas condiciones y el porcentaje de asignación correcta, se realizó un análisis de regresión lineal incluido en el paquete estadístico SPSS.

5.2 Asignación de paternidad.

Cervus 2.0 (Marshall y col., 1998) es un programa informático diseñado para inferir la pareja parental de un determinado individuo entre un grupo de reproductores. Permite calcular el número de alelos por locus y muestra, así como las frecuencias alélicas, las heterocigosidades observadas y esperadas, contenido de información polimórfica (PIC) y la estima propuesta por Summers y Amos de la frecuencia de posibles alelos nulos.

El parámetro PIC toma un papel relevante en este tipo de análisis, puesto que se considera una medida de cuan informativo es un marcador codominante. Actualmente la elección de un buen marcador para realizar este tipo de análisis, se basa en el valor del PIC, y cuando éste no está disponible, en la heterocigosidad esperada.

$$PIC = 2 \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^k p_i p_j (1 - p_i p_j)$$

donde p_i es la frecuencia del i ésimo alelo y k el número de alelos.

Conocidas las frecuencias alélicas de un lote de individuos, Cervus realiza una simulación de asignación, repitiendo el proceso tantos ciclos como indiquemos, dando una primera evaluación de la capacidad de asignación correcta a una pareja de parentales de un descendiente en función del número de ciclos de dicha simulación que se resuelven correctamente.

Comparando los genotipos pertenecientes a los parentales y los relativos a los descendientes que se quieren asignar, Cervus estima, mediante el cálculo de máxima probabilidad (LOD), el parental más probable para cada descendiente dentro del conjunto de reproductores. Permite, además realizar una segunda asignación bajo el supuesto de un parental conocido, identificando un segundo parental entre los restantes reproductores, considerando la aportación del genotipo del parental conocido al descendiente.

Tras generar descendencias simuladas a partir de genotipos escogidos al azar entre individuos de un lote de reproductores, comprobamos la capacidad para deducir la pareja parental real de cada descendiente entre todos los reproductores del lote, en función de la información aportada por los loci microsatélites escogidos.

5.3 Relaciones de parentesco entre individuos de origen desconocido

Relatedness 5.0.6 (Queller y Goodnight, 1989) es un programa diseñado para evaluar el grado de similitud genética entre individuos de una muestra. A partir de genotipos de marcadores codominantes, el programa realiza una estima del parámetro r (coeficiente de relación genética) entre un par de individuos comparados.

$$r = \frac{\sum_x \sum_k \sum_l (P_y - P^*)}{\sum_x \sum_k \sum_l (P_x - P^*)}$$

Donde x es el número de individuos, k el número de loci y l el número alelos por individuo ($l=1$ para individuos haploides, $l=2$ para diploides).

P_x : representa la frecuencia encontrada de un determinado alelo del locus k en el individuo x . Para un individuo diploide el valor sería de 0, 0,5, o 1.

P_y : frecuencia de un mismo alelo en el grupo de individuos frente al que se compara x .

P^* : frecuencia de ese alelo en toda la población excluyendo los posibles parientes de x .

Se evaluó la capacidad del parámetro r para discriminar individuos no relacionados, medio hermanos y hermanos completos, gracias al uso de descendencias simuladas de parentesco conocido. Se espera que al comparar individuos no relacionados se obtenga un valor medio de $r=0$, que medio hermanos muestren un valor medio de $r=0,25$ y que hermanos completos alcancen valores medios de $r=0,5$.

El mismo programa se utilizó para obtener valores medios del coeficiente de relación genética tras comparar los individuos de las diferentes poblaciones de cultivo analizadas.

Así mismo se ha utilizado el software COLONY versión 1.2 (Wang 2004) para analizar los individuos que conforman los lotes de reproductores analizados y para los que no se dispone de ninguna información sobre su origen. Este programa permite obtener información sobre la estructura y relaciones de parentesco entre individuos y asignarlos a familias de medios hermanos dentro de las que se incluyen todas aquellas familias de hermanos completos

6. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE AFLPS

El ADN genómico total fue cuantificado para cada una de las muestras mediante Nanodrop, utilizando 1,5ul de la extracción, confirmando la pureza del mismo mediante los radios de absorción 260/280 y 260/230. Posteriormente, a partir de todas las muestras se generaron diluciones hasta alcanzar el valor común de concentración de 25 ng/ul, en todas ellas. A partir de aquí se siguió el protocolo Li-Cor IRDye Fluorescent AFLP Kit Biosciences) que consistió en una primera digestión de al ADN genómico con dos enzimas de restricción: EcoRI y MseI. Las condiciones utilizadas fueron las siguientes para cada muestra: 2,5 ul de tampón de reacción 5X, 4 ul de ADN (100ng) y 1 ul de la mezcla de enzimas EcoRI/MseI, añadiendo agua desionizada hasta un volumen final de 12,5 ul. Las mezclas se introdujeron en un termociclador PTC-200 (MJ Research), donde se sometieron a un ciclo de 37°C durante 2 horas para favorecer la restricción, seguido de un ciclo a 70°C durante 15 minutos para inactivar la actividad enzimática. Las mezclas se pasaron a hielo hasta el siguiente paso.

Sobre la mezcla obtenida en el paso de restricción, se añaden 12,5 ul de una mezcla compuesta de 12 ul de Adapter Mix (que incluye los adaptadores para los cortes de ambos tipos de enzima) y 0,5 ul de T4-DNA Ligasa (enzima encargada de catalizar los enlaces necesarios para la unión). La reacción se llevó a cabo en un termociclador manteniéndose a 20°C durante 2 horas para favorecer la ligación. La mezclas se mantuvieron en hielo hasta el siguiente paso.

El paso siguiente consistió en una pre-amplificación selectiva, para lo que a partir de la mezcla de ligación se preparo una dilución 1:10, de la cual se utilizaron 2,5 ul, a los que se añadió 20 ul de AFLP Preamp mix (donde se encuentran los iniciadores, que llevan la secuencia complementaria al adaptador para EcoRI y MseI, así como un nucleótido extra, los dNTPs y las concentraciones óptimas de iones), 2,5 ul de Tampon de reacción 10X y 0,5 ul de Taq polimerasa. La amplificación consistió en 20 ciclos de: 94°C durante 30 segundos, 56°C durante 1 minuto y 72°C durante un minuto.

Los iniciadores utilizados presentan la secuencia complementaria al adaptador para EcoRI y MseI, así como un nucleótido extra, que provoca una primera selección en el conjunto de fragmentos generados. Solo se amplificarán aquellos fragmentos de restricción que posean ese nucleótido, esperándose que sea una cuarta parte del total.

Una vez realizada esta pre-amplificación se obtuvo una dilución 1:40 de la misma, que se utilizaré como molde en la amplificación selectiva.

Se utilizaron cuatro combinaciones de iniciadores: MseI-CTG/EcoRI-AAC; MseI-CTG/EcoRI-AGG; MseI-CAT/EcoRI-AAC y MseI-CAT/EcoRI-AGG. Estos iniciadores presentan en su extremo 3' tres nucleótidos extras que reducen aun más el subconjunto de fragmentos amplificados, en el orden de 64 veces. Cada uno de los iniciadores EcoRI presenta un nucleótido alterado con un fluorocromo específico que emiten a diferentes longitudes de onda (700 y 800 nm) por lo que dos combinaciones de iniciadores pueden ser amplificadas y analizadas a la vez. La concentración limitante del primer marcado asegura que todas las muestras alcancen una intensidad similar en su patrón de bandas amplificadas independientemente de la concertación de origen.

La reacción se realizó con las siguientes condiciones: a 2 ul de la dilución se añadieron 9 ul de la mezcla de reacción que consistió en: 6 ul de Taq polimerasa Mix (4,8 ul de agua desionizada, 1,2 ul de

tampón de reacción 10X y 0,06 ul de Taq polimerasa), 2 ul de primer Msel, 0,5 ul de primer EcoRI-700 y 0,5 ul de primer EcoRI-800. La amplificación constaba de un primer ciclo a 94°C durante 30 segundos, 65° durante 30 segundos y 72°C durante un minuto, seguido de 12 ciclos en los que se rebajaba la temperatura de hibridación 0,7°C por ciclo desde 65°C, manteniendo los pasos de 94°C durante 30 segundos y 72°C durante un minuto en todos los ciclos. Para finalizar se añadieron 23 ciclos de 94°C durante 30 segundos, 56°C durante 30 segundos y 72°C durante un minuto. Como ultimo paso se le añade 5 ul de Blue Stop Solution a cada mezcla, para detener completamente la reacción.

Se cargó 1 ul de cada mezcla previa desnaturalización de 3 minutos en un secuenciador LI-COR con detección de fluorescencia, realizando el análisis a 1500V, 40 W y 40mA. Se introdujo un marcador de tamaños estándar (50-700 pb) cada 7 mezclas con el fin de facilitar la calibración y determinación del tamaño de fragmentos amplificados. La detección de los fluorocromos por el Secuenciador Licor se transforma en una imagen de formato tiff.

El análisis de los fragmentos a partir de dicha imagen se realizó mediante el software Bionumerics (Applied Maths), que conforma un paquete de análisis integral de polimorfismos, desde el reconocimiento de bandas al cálculo de los diferentes estadísticos. A partir de la imagen generada en el secuenciador, Bionumerics permite el reconocimiento de las bandas de forma automática. Una vez se establece la sensibilidad mínima de detección de bandas, esta se mantiene constante a lo largo de todas las muestras y geles analizados, lo que permite mantener un posible error en valores constantes.

Una vez determinada las presencias de bandas se calculó el índice de similitud de Dice, por considerarse el más adecuado como indicador de similitud entre patrones. A partir del índice Dice se construyo un árbol UPGMA así como un gráfico multidimensional que facilitan la visualización de los valores obtenidos. Los valores de heterocigosidad por especie, así como la proporción de loci polimórficos se calculo a partir de la matriz de presencia/ausencia (1/0) utilizando el software gratuito TFPGA (Miller. 1997).

A partir de la combinación de iniciadores Msel-CTG/EcoRI-AAC, se buscaron manualmente bandas exclusivas para cada una de las especies, con el objetivo de localizar marcadores especie específicos.

REFERENCIAS

- Álvarez, J.; Blanco,G.; Vázquez,E. y Sánchez, J.A.(2005).Aplicación de siete nuevos marcadores microsátélites a los programas de cultivo de besugo (*Pagellus bogaraveo*, Brünnich, 1768).En : La Acuicultura como actividad económica en las zonas costeras.Actas IX Congreso Nacional de Acuicultura (Octubre 2005, Sevilla).Ed. Junta de Andalucía (S1400.2005).pags :121-125 Sevilla
- Beaumont, A.R. y Hoare, K. (Eds.) (2003).Biotechnology and genetics in Fisheries and Aquaculture.158 pp. Blackwell Publishing
- Bentzen,P. y col.,1991. Cloning of hypervariable minisatellite and simple sequence microsatellite repeats for DNA fingerprinting of important aquacultural species of salmonids and tilapia. En: DNA Fingerpringting Approches and Aplications. Basel:Birkhauser Verlag,pp.243-262.
- Bernardo, D; Piñera,J.A.; Blanco,G.;Vázquez,E. y Sánchez,J.A. (2004). Development of microsatellite markers in *Pagellus bogaraveo* and their usefulness in other five species with interest in aquaculture. European Aquaculture Society. Special Publication 34:160-161. (ISBN90-71625-18-4)
- Blouin, M.S., Parson, M., Lacaille, V., Lotz, S. 1996. Use of microsatellite loci to classify individuals by relatedness. Molecular Ecology. 5, 393-401

- Borrell, Y. 2002. Loci microsatélites como marcadores genéticos para la mejora del rendimiento en acuicultura de especies marinas. Tesis de doctorado. Universidad de Oviedo.
- Borrell, Y.; Álvarez, J.; Vázquez, E.; Sánchez, J.A.; Fernández Pato, C.; Martínez Tapia, C.; y Blanco, G. 2002. Aplicación preliminar de marcadores microsatélites a los programas de cultivo del rodaballo (*Scophthalmus maximus* L.). Boletín del Instituto Español de Oceanografía. 18: 203-209.
- Borrell YJ, Álvarez J, Vázquez E, Fernández C, Martínez C, Sánchez JA, Blanco G. (2004). Applying microsatellites to the management of turbot stocks (*Scophthalmus maximus* L.) in hatcheries. *Aquaculture* 241:133-150.
- Borrell, Y.; Blanco, G.; Vázquez, E.; Piñera, J.A.; Jiménez, G.; Estévez, A. y Sánchez, J.A. (2008) Assessing the spawning season in common dentex (*Dentex dentex*) using microsatellites. *Aquaculture Research*. En prensa
- Brown R.C., Woolliams J.A. y McAndrew B.J. (2005) Factors influencing effective population size in commercial populations of gilthead seabream, *Sparus aurata*. *Aquaculture* 255, 219-255.
- Constable, J.L.; Ashley, M.; Goodall, J.; y Pusey, A.E. 2001. Noninvasive paternity assignment in Gombe chimpanzees. *Molecular Ecology*. 10: 1279-1300.
- Danzmann, R.G. 1997. PROBMAX: a computer program for assigning unknown parentage in pedigree analysis from known genotypic pools of parents and progeny. *Journal of Heredity*. 88: 333.
- De la Herrán, R.; Magoulas, A.; Garrido-Ramos, M.A.; Ruiz-Rejón, C.; Ruiz-Rejón, M y Zorros, E. 2005. Desarrollo de microsatélites en tres especies de esparidos con interés en acuicultura. IX Congreso nacional De Acuicultura. Editado por la Junta de Andalucía.)
- Dear, P.H. (Ed.) 1997. Genome mapping. A practical approach. IRL Press. Oxford University Press.
- Estoup A., Angers B. (1998) Microsatellites and minisatellites for molecular ecology: theoretical and empirical consideration. In: Carvalho G.R. (Ed.), *Advances in Molecular Ecology*. IOS Press, Amsterdam: 55-86.
- Gimenez G., Estevez A., Lahnsteiner F., Zecevic B., Bell J.G., Henderson R.J., Piñera J.A. y Sanchez-Prado J.A. (2006). Egg quality criteria in common dentex (*Dentex dentex*). *Aquaculture* 260, 232-243.
- Gjedrem, T. 1992. Breeding plans for rainbow trout. *Aquaculture*, 100: 73-83.
- Gjerde, B.; Gunnes, K.; y Gjedrem, T. 1983. Effect of inbreeding on survival and growth in rainbow trout. *Aquaculture*. 34: 327-332.
- Hadrys, H. y col., 1992. Applications of random amplified polymorphic DNA (RAPD) in molecular ecology. *Molecular Ecology*, 1: 55-63. Kimwele, C.N.; y Graves, J.A. 2003. A molecular genetic analysis of the communal nesting of the ostrich (*Struthio camelus*). *Molecular Ecology*. 12: 229-236.
- Li, L.; Xiang, J.; Liu, X.; Zhang, Y.; Dong, B. y Zhang, X. 2005. Construction of AFLP-based genetic linkage map for Zhikong scallop, *Chlamys farreri* Jones et Preston and mapping of sex-linked markers. *Aquaculture*. 245: 63-73.
- Maldini, M.; Marzano, F.N.; González Fortes, G.; Papa, R. y Gandolfi, G. 2006. Fish and seafood traceability based on AFLP markers: Elaboration of a species database. *Aquaculture*. 261: 487-494.
- Marshall, T.C.; Slate, J.; Kuuk, L.E.B.; y Pemberton, J.M. 1998. Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. *Molecular Ecology*. 7: 639-655
- Moura Duarte, J.; Bosco dos Santos, J. y Cunha Melo, L. 1999. Comparison of similarity coefficients based on RAPD markers in the common bean. *Genetics and Molecular Biology*. 22: 427-432.

- Nesje, M.; Røed, K.H.; Lifjeld, J.T. Lindberg, P. y Steen, O.F. 2000. Genetic relationships in the peregrine falco (*Falco peregrinus*) analysed by microsatellite DNA markers. *Molecular Ecology*. 9: 53-60.
- Norris, A.T., Bradley, D.G., Cunningham, E.P. 2000. Parentage and relatedness determination in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) using microsatellite markers. *Aquaculture* 182, 73-83.
- Papa, R., Troggio, M., Ajmone-Marsan, P., Nonnis Marzano, F. 2005. An improved protocol for the production of AFLP markers in complex genomes by means of capillary electrophoresis. *J. Anim. Breed. Genet.* 122, 62-68
- Piñera, J.A.; D, Bernardo; G, Blanco; E, Vázquez and J, A, Sánchez, (2006), Isolation and characterization of polymorphic microsatellite markers in *Pagellus bogaraveo*, and cross-species amplification in *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*, *Molecular Ecology Notes* : 6:33-35,
- Piñera, J.A.; Bernardo, D; Blanco, G.; Vázquez, E. y Sánchez, J.A. (2004). Finding my parents: how many genetic markers are needed?. *European Aquaculture Society. Special Publication* 34:661-662. (ISBN90-71625-18-4)
- Piñera y col. 2007. Genetic diversity of blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*) populations off Spanish Coasts: a preliminary study *Mar. Biol.* 151:2153–2158);
- Queller, D.C.; y Goodnight, K.F. 1989. Estimating relatedness using genetic markers. *Evolution*. 43: 258-275.
- Richard, M. y Thorpe, R.S. 2001 Can microsatellites be used to infer phylogenies?. Evidences from populations affinities of the Western Canary Island lizard (*Gallotia galloti*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 20:351-360
- Sonstebo, J. H. ; Borgstrom, R, y Heun, M. 2007. A comparison of AFLPs and microsatellites to identify the population structure of brown trout (*Salmo trutta*, L.) populations from Hardngervidda, Norway. *Molecular Ecology*. 16: 1427-1438.
- Swofford, D.L.; y Selander, B. 1989. BIOSYS-1: A FORTRAN program for the comprehensive analysis of electrophoretic data in populations genetics and systematics. *Journal of Heredity*. 72: 282-302.
- Sullivan, J.P.; Lavoué, S.; Arnegard, M.E. y Hopkins, C.D. 2004. AFLPs resolve phylogeny and reveal mitochondrial introgression within a species flock of African electric fish (Mormyroidea: Teleostei). *Evolution*. 58: 825-841.
- Vos, P. et al.. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research*. 23: 4407-4414.
- Wang J. (2004) Sibship reconstruction from genetic data with typing errors. *Genetics* 166, 1963-1979.
- Ward, R.D. y Grewe, P.M. 1995. Appraisal of molecular genetic techniques in fisheries. En: *Molecular Genetics in Fisheries* (eds Carvalho, G.R. y Pitcher, T.J.); pp. 29-54. Chapman & Hall. Londres.

ANEXO II . PROTOCOLOS DE REPRODUCCIÓN Y CULTIVO LARVARIO.

Coordina: IRTA (Cataluña).

Participantes: IFAPA (Andalucía), LIMIA (Baleares), IRTA (Cataluña), ICCM-ULPGC (Canarias), CIMA-IEO de Vigo (Galicia).

1. PROTOCOLO DEL CULTIVO DE BESUGO

1. Reproducción.

1. 1.1. Mantenimiento de los reproductores.

El besugo es una especie de aguas profundas (la distribución batimétrica del besugo capturado al arrastre es de 50 a 300 metros Sánchez, 1993), sin embargo los ejemplares adultos son capturados con palangreros a mayores profundidades (entre 300 y 500 metros). Para la estabulación de los reproductores son necesarios tanques de grandes dimensiones. Así cuanto mayor es el volumen del tanque mejores resultados se obtienen en puestas naturales. Peleteiro et al (1997) obtiene puestas viables en tanques de 32 m³ y 1,7 Kg/m³, después de realizar un cambio de termoperíodo constante (14 °C), a termoperíodo natural (12-21 °C), lo que induce a pensar en el termoperíodo como el desencadenante del proceso de maduración gonadal.

El besugo presenta hermafroditismo proterándrico. En estadios juveniles, tanto en cautividad como en el medio natural, se encuentran individuos con tres tipos de gónadas diferentes (Krug, 1990):

- Machos funcionales (machos): 29% de la población.
- Ovotestis no funcionales (hermafroditas): 32% de la población.
- Ovarios funcionales con parte del testículo degenerado (hembras): 38% de la población.

Los lotes de reproductores procedentes del medio natural se deben de obtener de pescas de juveniles ya que su adaptación a cautividad es más fácil que la de los adultos que se pescan a gran profundidad. Los juveniles después serán engordados en las instalaciones y aunque este proceso es largo, el resultado es bueno y los adultos obtenidos se reproducen normalmente.

En el CO de Vigo del IEO, se dispone de dos lotes de reproductores de besugo, uno de ellos procedente del medio natural (S-2) y el otro procedente de cultivo intensivo F1 (S-1). Ambos lotes, de un peso medio aproximado de 1.5 kg, están estabulados en dos tanques de 110m³ de 3m de profundidad y a una densidad de 1kg/m³.

Todos ellos están marcados con microchips y caracterizados genéticamente.

1.1.2. Alimentación de los reproductores.

La alimentación de los reproductores es a base de pienso semihúmedo, ya que es la manera de que todos los ejemplares sean atraídos por la comida. Este pienso se elabora en el laboratorio, con harina de pescado (34%), pescado blanco (14%), pescado azul (14%), calamar (18%) y mejillón (18%). Se suministra el alimento tres veces por semana de forma manual y ad libitum.

1.1.3. Obtención de puestas.

En Galicia el período de puesta en cautividad abarca desde finales de enero hasta mayo, con un pico en los meses de marzo-abril. La temperatura en este período está comprendida entre 13 y 16°C.

Las puestas de besugo son naturales y se obtienen de forma espontánea (S-2).

Todavía no se han obtenido puestas viables de los reproductores de cultivo intensivo F1.

Los huevos de besugo son esféricos, transparentes y tienen un diámetro de $1.19 + 0.0215$ mm. y una sola gota de grasa de $0,25$ mm de diámetro. El desarrollo embrionario fue descrito por Peleteiro et al (1997) y dura 54 horas a $14 \pm 1^\circ\text{C}$ desde el momento de la recolección del huevo, ó 58 horas desde la supuesta hora de fecundación.

Los huevos son recogidos diariamente en los colectores colocados en el rebosadero de los tanques. Posteriormente se separan por decantación los huevos flotantes y se deshechan los huevos que permanecen en el fondo.

1.2. Incubación

Los huevos flotantes se incuban en tanques cilíndricos, de 150 l con flujo continuo de agua a $14 \pm 1^\circ\text{C}$ y con suave aireación. Diariamente se sigue el desarrollo embrionario de éstos y se retiran los huevos no flotantes desde la válvula que poseen los incubadores en su parte inferior

El número de larvas eclosionadas se calcula mediante un muestreo y permanecen en los incubadores hasta el día anterior a la apertura de la boca de las larvas y en que el saco vitelino está en gran parte consumido. Es en este momento en el que se siembran en los tanques de cultivo larvario.

1.3. Cultivo Larvario

El cultivo larvario se lleva a cabo con el sistema de "agua verde" introduciendo en los tanques *Isochrysis galbana* y *Nannochloropsis sp2*. Las larvas se siembran a una densidad de 10 larvas/l El agua de mar se filtra por $1\mu\text{m}$ y se calienta gradualmente, desde la temperatura de incubación, hasta $18-20^\circ\text{C}$.

La renovación del medio comienza aproximadamente el 4º día de cultivo en un 30% de su totalidad, aumentando el 10º día en que se abre el circuito durante 5 horas (150%) y posteriormente 10 horas/día, hasta el comienzo del destete en que se mantiene el circuito abierto las 24 horas.

Para el estudio del crecimiento de las larvas, se realizan muestreos de talla y peso seco a la edad de 5, 10, 20, 30 y 40. Se calcula la relación talla/peso de las larvas, así como la curva de crecimiento por medio de un análisis de regresión.

La fase de alimentación viva consiste en rotífero (3-35 días de edad), artemia nauplios (30-35 días) y Artemia de 24-48 horas (35-50 días). Tanto el rotífero como la Artemia son enriquecidos con *I. galbana*.

A partir de la edad de 40 días se comienza la introducción de alimento inerte hasta llegar a los 50 días, en que su alimentación es únicamente a base de pienso. La supervivencia alcanzada a esta edad, en que los peces están destetados, es del 20-30 %.

El alimento utilizado en la fase de destete es un pienso comercial específico para peces en esta etapa de vida.

2. PROTOCOLO DE DE LA HURTA (*Pagrus auriga*)

2.1.- MANEJO DE REPRODUCTORES

2.1.1.- Mantenimiento de los reproductores.

Los reproductores de hurta se deberán estabular en tanques con una altura superior a 1,5 m usando agua de buena calidad y con turbidez < 1 ntu, lo que se puede conseguir mediante el uso de sistemas de recirculación. Los tanques deben estar cubiertos con una red para evitar saltos fuera del tanque, fenómeno muy frecuente en esta especie. El rango de temperatura óptimo para la especie se sitúa entre 12 y 25 °C con niveles aceptables de oxígeno disuelto, salinidad, pH, amonio y nitrito.

Se aconseja constituir un stock mínimo de 50 ejemplares con un peso medio entre 1 y 5 Kg para disponer de hembras (peso entre 300 y 3.000 gramos) y machos (peso superior a 3.000 gramos). La carga no deberá superar los 3 Kg/m³.

2.2.2.- Alimentación de los reproductores.

Fuera de la época de puesta (diciembre, enero, junio, julio y agosto) los reproductores se alimentarán con pienso de mantenimiento de reproductores usando foto- y termoperíodo natural.

Durante la época de puesta (agosto a diciembre y febrero a mayo) (Cárdenas et al., 2003) la alimentación debe ser más variada y frecuente (4 veces por semana y a saciedad) combinando cefalópodos, cangrejos y pescado de bajo valor comercial. Es fundamental el suministro de crustáceos dada la necesidad por carotenos que tiene esta especie para mantener su coloración característica.

2.2.- PUESTAS

Las puestas son naturales sin necesidad de ningún tipo de tratamiento hormonal o ambiental. La época de puesta se extiende desde finales de agosto a finales de noviembre y desde febrero hasta mayo, cuando la temperatura del agua oscila entre 14 y 24 °C (Cárdenas y García, 2006).

Dada la amplitud de la época de puesta de esta especie (8 meses) no parece necesario desarrollar técnicas de obtención de puestas desfasadas mediante la utilización de hormonas o mediante la modificación del termoperíodo o fotoperíodo. En cualquier caso, si se quisieran obtener más puestas a lo largo del año, bastaría con mantener la temperatura por encima de los 18°C en los meses más fríos (diciembre y enero) ya que los picos de puesta de esta especie se encuentran entre 19 y 22 °C (Cárdenas y García, 2006).

2.2.1. Recolección de las puestas.

Los huevos flotantes se recogen diariamente mediante salabres redondos (Figura 1) de malla de red de 500 µm situados en el rebosadero de los tanques. El flujo de agua de salida debe ser suave para evitar daños en los huevos dentro del salabre. La puesta debe protegerse del sol ya que tanto la excesiva exposición al sol como la turbulencia afectan de manera decisiva a la calidad de la puesta. La recogida se realizará a primera hora de la mañana limpiando cuidadosamente tanto el salabre como el tanque de recogida a fin de evitar el deterioro en la calidad del agua.

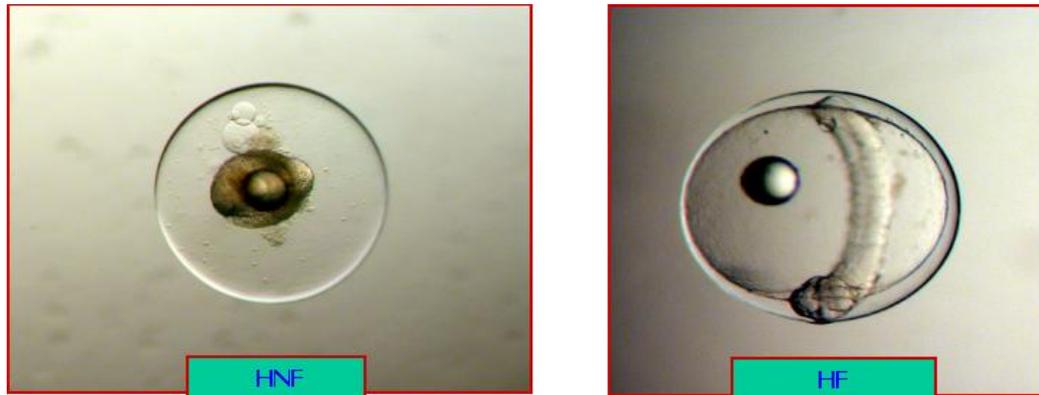


Figura 1.- Recogedor de huevos y salabre circular de malla de 500 μ .

2.2.2. Recuento de huevos.

Una vez recogida la puesta se procederá a la separación de la fracción flotante (HF) de la no flotante (HNF). La fracción flotante, una vez separada y limpia, se deposita en vasos de precipitado de 10 L de capacidad con agua filtrada y esterilizada. Se realizará un recuento diario de la fracción flotante y la fracción no flotante (decantada) por volumetría, mediante la toma de 5 muestras de 10 mL de cada fracción a fin de tener datos sobre la viabilidad del huevo y la calidad de la puesta obtenida.

Los datos que se deberán tomar son los detallados en la Figura 2. Las puestas seleccionadas para la producción de alevines deben tener una TFR superior al 60%. Generalmente estos porcentajes de viabilidad se alcanzan después de 1-2 semanas del inicio de la puesta, dado que las primeras puestas suelen ser de baja calidad.



$$\text{Número de Huevos Totales (HT)} = \text{HF} + \text{HNF}$$
$$\text{Tasa de Fecundación Real (TFR)} = \left[\frac{\text{HF}}{\text{HF} + \text{HNF}} \right] 100$$

Figura 2. Huevos flotantes y no flotantes de hurta.

2.2.3. Características de los huevos.

Los huevos de la hurta son flotantes y transparentes con un diámetro de $964,1 \pm 18,5 \mu\text{m}$ (Cárdenas, 2007) y un peso seco de $38,5 \pm 2,1 \mu\text{g}$ (Prieto et al, 2003). Presenta una sola gota lipídica con un diámetro de $208,0 \pm 10,4 \mu\text{m}$ (Cárdenas, 2007).

Los huevos no viables presentan normalmente una forma no esférica (ovooidal o poliédrica), son opacos y presentan un número de gotas de grasa mayor o menor de lo normal.

2.2.4. Incubación.

La incubación se realiza en tanques cilindro-cónicos de 100 a 350 L, con renovación de agua, $2-9 \text{ L min}^{-1}$, un flujo de aire de $0,1 \text{ L min}^{-1}$, temperatura de $15-18 \text{ }^\circ\text{C}$ (Agirre et al, 2007) y salinidad de $37-39 \text{ g L}^{-1}$. En estas condiciones la incubación dura 2-3 días. Diariamente se procede al sifonado y recuento de los huevos muertos.

Una vez eclosionadas y contadas las larvas se calculará:

- Tasa de Eclosión Aparente (TEA) = $\frac{\text{Número de larvas (L)}}{\text{Número total de huevos (HT)}} \times 100$.
- Tasa de Eclosión Real (TER) = $\frac{\text{Número de larvas (L)}}{\text{Número de huevos flotantes (HF)}} \times 100$.

Durante el desarrollo embrionario pueden aparecer blastómeros desiguales y larvas con vacuolas, ambos indicadores de mala calidad. Las puestas que se seleccionan para la producción de alevines deben tener una TER superior al 60%.

2. 3. CRÍA LARVARIA Y DESTETE

2.3.1. Estabulación de las larvas.

Una vez eclosionadas, las larvas de 1-3 días se estabulan en tanques cilíndricos de 400 a 1000 L de capacidad con desagüe central provisto de una malla de 150 μm a 1 mm en función del tamaño y estadio de desarrollo de las larvas.

Es fundamental que el trasvase desde el incubador al tanque de cría sea muy cuidadoso dada la fragilidad de las larvas recién eclosionadas. La entrada del agua filtrada a 1 μm se realiza mediante el uso de columnas desgasificadoras a fin de evitar posibles problemas debidos a la sobresaturación. La renovación del agua seguirá el esquema detallado en la Figura 20. Los tanques deberán estar equipados con limpiadores de superficie (skimmers) ya que la eliminación de la grasa superficial es fundamental para permitir la inflación de la vejiga natatoria, mejorando la supervivencia larvaria.

La temperatura del agua durante el desarrollo larvario es de 20-22°C, la intensidad de luz óptima 800 lux durante los primeros 30 días bajando luego a 200 lux (Prieto et al, 2003) y la renovación pasa de 0 % diario en los primeros días hasta 150 % a partir de los 30 (Figura 3).

La densidad larvaria óptima es 50 larvas/L. Se aconseja estimar la supervivencia larvaria a partir del recuento de larvas muertas, siendo el sifonado del fondo a diario siempre que sea posible, excepto en los primeros días de cría en que las larvas se encuentran situadas en el fondo del tanque.

- **TANQUES DE CULTIVO: 600 litros**
- **DENSIDAD: 50 larvas / litro**
- **ILUMINACIÓN / FOTOPERIODO / RENOVACIÓN**
 - 3-24 DDE: 800 lux / 24 horas / 0-40 % diario
 - 25-29 DDE: 800 lux / 15 horas / 40-100 % diario
 - > 29 DDE: 200 lux / Natural / 100-150% diario

DISPENSADORES DE ALIMENTO VIVO



DESENGRASADORES (skimmer) (3-30 DDE)



Figura 3.- Sistema de cría larvaria.

2.3.2. Secuencia alimentaria.

La secuencia alimentaria se muestra en la Figura 4 (Lozano et al., 2004):

FASE I (3-19 días): Alimentación exclusiva con presas vivas

-Agua verde *Nannochloropsis gaditana* (B3 en la gráfica, $0,3 \times 10^6$ cel/mL) e *Isochrysis galbana* (T-Iso en la gráfica, $0,05 \times 10^6$ cel/mL).

-Rotíferos (15 rot./mL)

FASE II (20-34 días): Inicio del destete

- Agua verde *Isochrysis galbana* (T-Iso en la gráfica, $0,1 \times 10^6$ cel/mL).

-Aumento de la dosis de rotíferos hasta 20 rot./mL.

-Pienso seco de 0,15-0,3 mm (1-2 mg/L)

FASE III (35-55 DDE): Inicio del preengorde

-Aumento del pienso seco de 0,3 mm hasta 4-8 mg/L

En la Fase I (3-19 días), el primer alimento suministrado es *Brachionus sp* enriquecido con DHA-Protein Selco, según protocolo comercial, complementado con las especies de fitoplancton *Nannochloropsis gaditana* e *Isochrysis galbana*. El suministro se realiza a media mañana, tras conteo previo del rotífero remanente y renovación del agua en los tanques de cría. Si es necesario, se realiza un aporte de alimento antes de la renovación del medio. Una vez renovado el medio, se ajusta la densidad de presas a 10-15 rot./mL. El rotífero debe limpiarse de forma muy cuidadosa en los salabres de recogida, con agua salada, y dulce durante 1-2 minutos para disminuir la carga bacteriana.

En la Fase II (20-34 días), se aumenta el aporte de rotíferos hasta una dosis de 20 rot./mL y se inicia el aporte de pienso seco de 0,3 mm a una dosis de 1-2 mg/L. El pienso se suministrará manualmente en las primeras horas del día y por medio de comederos automáticos a partir del mediodía. En total se pueden realizar 7 tomas diarias repartidas a intervalos de 2 horas, comenzando a las 8:00 horas y finalizando a las 20:00 horas.

En la Fase III (35-55 días), se aumenta el aporte de pienso seco de 0,3 mm hasta una dosis de 4-8 mg/L.

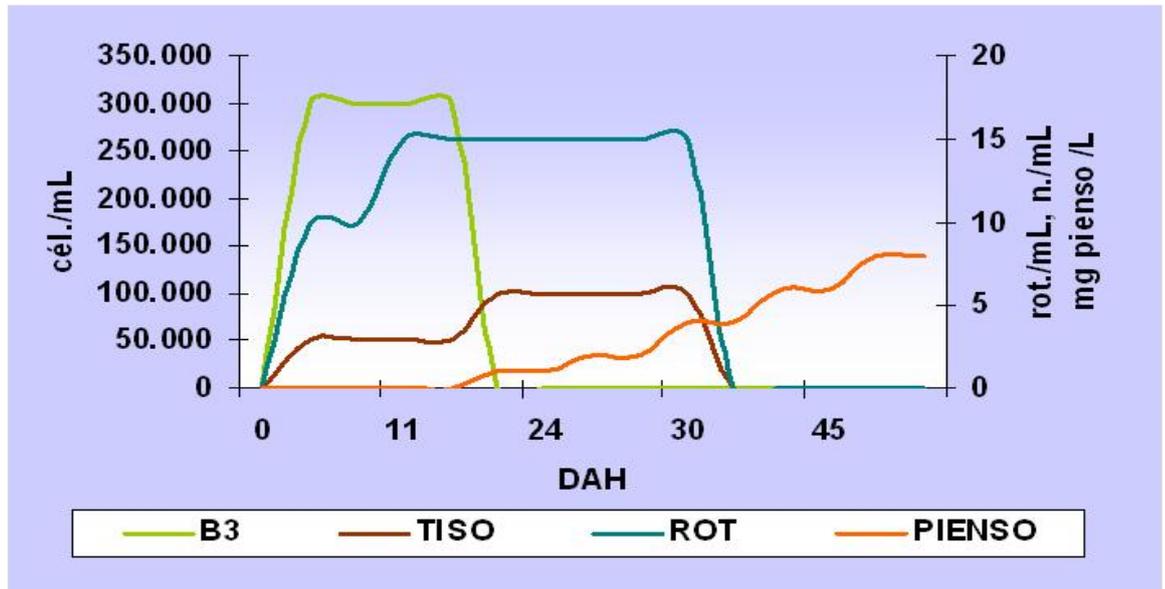


Figura 4.- Secuencia alimenticia durante la cría larvaria de la hurta.

2.3.3. Criterios de calidad de las larvas.

La mortalidad larvaria se estima diariamente mediante el recuento de larvas muertas obtenida tras la limpieza de los tanques. Los juveniles de hurta de buena calidad deben tener un 100% de inflación de la vejiga natatoria, lo que se consigue fácilmente siguiendo un protocolo de higiene y mediante el uso de skimmers. Los alevines suelen presentar muy precozmente la coloración rayada de los adultos.

Bibliografía

- Agirre E., García N. y Cárdenas S., 2007. Influencia de la temperatura de incubación en la supervivencia y el desarrollo de huevos y larvas de Hurta *Pagrus auriga* (Pisces: Sparidae) durante la primera semana de vida. *Cuarto Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, CIVA 2006* (<http://www.civa2006.org>): 1267-1278
- Cárdenas S., 2007. El cultivo de la hurta *Pagrus auriga*. *For. Rec. Mar. Acuic. Rías Gallegas*, 9: 81-93.
- Cárdenas S. Cañavate J. P., Sánchez-Lamadrid A. y Naranjo J. M., 2003. Domesticación de la hurta (*Pagrus auriga*). En: *Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura* (Cádiz, España). Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Cárdenas S. y García N., 2006. Acuicultura de la Hurta (*Pagrus auriga* Valenciennes, 1843) y el Bocinegro (*Pagrus pagrus* Linnaeus, 1758) en Andalucía. pp: 337-377. En: *Avances en la Investigación Pesquera y acuícola en el Ámbito del Estrecho de Gibraltar*. JA. Hernando y JC. Manzano, Coordinadores. Centro de Información y Documentación del OPAM, Universidad de Cádiz. Puerto Real, Cádiz, España. 506 pp.
- Lozano I., Plazuelo AM, Cañavate JP. y Cárdenas S., 2004. Crecimiento con alimento vivo e inerte de larvas de hurta, *Pagrus auriga* (Pisces: Sparidae). En: *III Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura*

(CIVA 2004). Internet, 19 de noviembre a 19 de diciembre de 2004. Disponible en:
<http://www.civa2004.org>.

Prieto A., Cañavate JP. y Cárdenas S., 2003. Crecimiento de larvas de hurta (*Pagrus auriga*). En: *Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura* (Cádiz, España). Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla.

3. PROTOCOLO DE REPRODUCCIÓN Y CRÍA LARVARIA DEL DENTON (*Dentex dentex*)

3.1.- MANEJO DE REPRODUCTORES

3.1.1.- Mantenimiento de los reproductores.

El dentón es una especie gonocórica (sexos separados). El periodo de puesta comienza cuando la temperatura del agua supera los 14°C prolongándose hasta que la temperatura alcanza 24,5°C. Como en la mayoría de las especies de espáridos, los machos maduran antes que las hembras, observándose ejemplares fluyentes a finales del invierno.



3.1.1.1. Selección y gestión de los reproductores

Fuera de la época de puesta, los reproductores pueden estabularse bien en jaulas flotantes de 12,5 m, bien en tanques exteriores, alimentándose con pienso de mantenimiento (Skretting Excel D6 o D8) o con pescado fresco variado (boga, jurel, etc, dependiendo de la disponibilidad en el mercado) y calamar 3 días por semana. Por lo general los reproductores se obtienen mediante captura del medio natural y/o criados en cautividad, en este caso es aconsejable elegir ejemplares con un grado de consanguinidad bajo. Es aconsejable renovar un 10% del stock de reproductores anualmente con individuos o salvajes o seleccionados genéticamente.

3.1.1.2. Manejo de los reproductores.

A mediados-finales de febrero se procede a la selección de aquellos ejemplares de entre 1,5 y 3 kg de peso que muestren un mayor grado de madurez, mediante presión abdominal (machos) y biopsia ovárica (hembras). Al igual que otros espáridos, el sex ratio más adecuado para esta especie es 1♀:1♂.

Para el transporte desde la jaula a la hatchery es importante que los niveles de oxígeno no bajen de 5 mg/L, se mantenga una buena calidad del agua y se use una carga máxima de 20 kg/m³ en los tanques de transporte a fin de evitar problemas de estrés.

3.1.1.3. Condiciones de estabulación.

Los tanques de puesta pueden ser tanto de cemento como de fibra, rectangulares o cilíndricos y su volumen debe ser el adecuado para que la carga no supere los 4 kg/m³. El agua debe ser de buena calidad, la temperatura de 18°C, salinidad de 37 ppt y al menos 2 renovaciones/día. La puesta se produce de forma natural estando regulada por la temperatura (subida a 18°C) y por el fotoperíodo (14hL:10hO).

3.1.1.4. Alimentación

La alimentación de los reproductores es fundamental para obtener huevos de calidad. Es aconsejable utilizar un pienso específico para reproductores y rico en vitaminas y PUFAs (Vitales Repro, Skretting) 2 meses antes y durante la puesta, diariamente y *ad libitum*.

3.1.1.5. Controles sanitarios periódicos

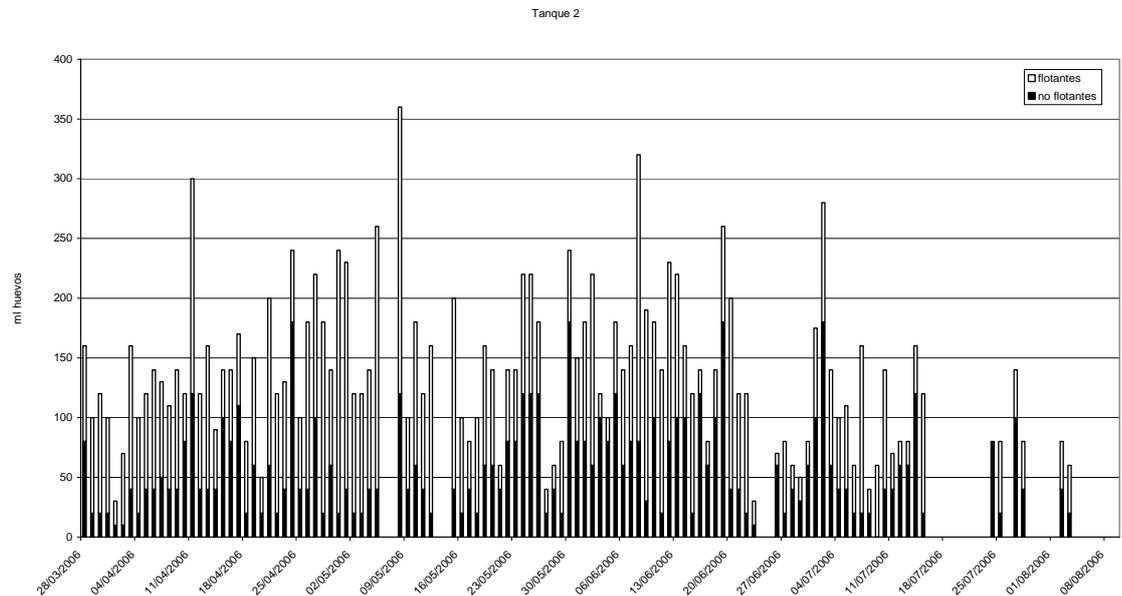
Antes y después del traslado del stock desde los tanques/jaulas exteriores a la hatchery es aconsejable hacer un control de peso y desparasitación mediante el uso de formol (150 ppm) o peróxido de hidrógeno (150 ppm). Asimismo es aconsejable el uso de pienso medicado durante 10 días si el stock se constituye a partir de ejemplares salvajes. En ese caso se recomienda un periodo de cuarentena de al menos 30 días en el que los ejemplares se someten a desparasitación y desinfección.

3.1.2. PUESTAS.

3.1.2.1. Recolección de las puestas.

Los huevos flotantes son recogidos diariamente mediante colectores de malla (500 μm) situados en el rebosadero de los tanques. Una vez recogida la puesta se procede a la separación de huevos flotantes (HF) y no flotantes (HNF) y se cuantifican mediante el recuento de 5 muestras de 10 ml.



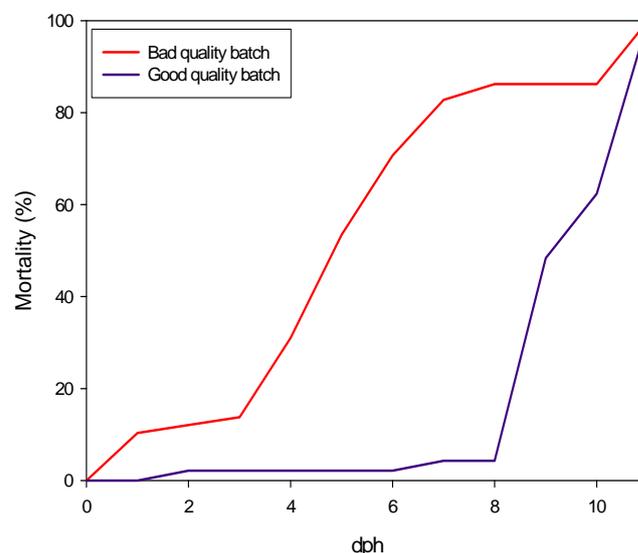


Puestas obtenidas en uno de los stocks del IRTA durante el año 2006 (finales de marzo a primeros de agosto, temperatura $18 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperiodo 14hL:10hO, $4\text{♀}:5\text{♂}$, Fecundidad= 2974635 huevos/ ♀ o 1483600 huevos/Kg, peso medio de las ♀ s= 2,01 Kg, proporción de HF/total = 58,6%)

3.1.2.2. Características de los huevos:

Los huevos de dentón son flotantes y transparentes con un diámetro de 1.052 ± 0.027 mm y una sola gota de grasa de 217.86 ± 12.20 μm de diámetro. Un criterio usado como indicador de mala calidad es la presencia de más de 1 gota de grasa, es deseable que la proporción de éste tipo de huevos no supere el 5%, que el corion sea totalmente transparente y que a lo largo del desarrollo embrionario hasta la eclosión las divisiones de las células sean regulares.

Otra medida de calidad de puestas es la supervivencia larvaria a los 3 y 5 días. Esta se puede evaluar mediante el uso de placas de EIA de 96 pocillos incubadas a $18-19^\circ\text{C}$, situando un huevo en cada pocillo podremos estimar el % de eclosión y la supervivencia larvaria en ayuno. Puestas con más del 80% de supervivencia a día 3 y entre el 50% y 70% a día 5 se consideran de buena calidad (Giménez et al, 2006)



3.1.2.3. Incubación:

La incubación de las puestas se realiza en incubadores troncocónicos de fibra de vidrio provistos de malla de desagüe central de 150-500 μm en circuito abierto (caudal moderado para evita turbulencias) de agua filtrada a 1 μm y esterilizada por UV, temperatura ambiente (16-20°C) y aireación muy suave que permita un ligero movimiento del huevo pero sin dañarlo ya que esta fase es muy delicada. La densidad de incubación es de 120 huevos por litro. A 17.5 °C la eclosión tiene lugar 56 horas después de la fecundación.

3.1.3. CULTIVO LARVARIO Y DESTETE

3.1.3.1. Estabulación de las larvas.

Una vez eclosionadas, las larvas son estabuladas en tanques cilíndricos de 1000 - 2000 litros de capacidad con desagüe central y de superficie, ambos provistos de mallas cuyos tamaños van desde 150 μm a 1 mm según va avanzando el cultivo y de acuerdo con el tamaño de las larvas. Es fundamental que el trasvase del tanque de eclosión al tanque de cría sea especialmente cuidadoso, pues las larvas eclosionadas son muy frágiles. El agua, filtrada a 1 micra y por UV, con 35-37 ppt de salinidad entra a los tanques de cría larvaria mediante el uso de columnas desgasificadoras si procede de bombeo o por gravedad. Hasta la apertura de la boca, los tanques están en circuito abierto. En el momento en que se comienza a suministrar la alimentación se cierra el circuito de agua para evitar la pérdida del rotífero enriquecido. En los días de la alimentación con rotífero, se renueva diariamente los 2/3 de la capacidad del tanque, con agua decantada y filtrada, esterilizada por UV. Los tanques deben estar equipados con limpiadores de superficie (skimmers). Éstos, junto con los desagües de superficie, permiten la correcta formación de la vejiga natatoria en las larvas. La correcta limpieza de la superficie del tanque es fundamental para obtener un porcentaje elevado de inflación de la vejiga natatoria y una buena supervivencia larvaria.

Las larvas se estabulan a una densidad de 50-80 larvas/L, con una temperatura de 19 \pm 1°C, 350-500 lux de intensidad de luz, suministrada de forma continua 24hL:0hO usando la técnica del agua verde (*Tetraselmis chuii* e *Isochrysis galbana*). Se recomienda usar una densidad de al menos 10 rot/mL o 500-1000 rot/larva suministrados en una o dos dosis diarias (una por la mañana tras 2 h de enriquecimiento y otra por la tarde tras 6h de enriquecimiento), una densidad mayor de presas o un mayor número de distribuciones/día tiene resultados negativos sobre la supervivencia larvaria (Giménez & Estévez, 2008). Durante el suministro de nauplios de *Artemia* enriquecidos (en cantidades crecientes desde 0,5 NA/mL) se aconseja ir reduciendo el número de horas de luz y la intensidad dado que la larva cambia su comportamiento y empieza a hacerse cada vez más de fondo.

La supervivencia larvaria se puede estimar a partir del recuento de larvas muertas. No es aconsejable recuentos manuales después de que las larvas alcanzan los 10 mm de talla, momento a partir del cual empiezan a ser muy sensibles al stress de manejo (Koumoundouros et al, 2004) alcanzando hasta un 100% de mortalidad por el simple contacto con alguna red.

3.1.3.2. Secuencia alimentaria

El primer alimento suministrado es rotífero *Brachionus sp* desde el día de la apertura de la boca, a razón de 500-1000 rotíferos/larva, enriquecido con Easy Selco (INVE) o similar, siguiendo el protocolo del producto. El suministro, ajustando la densidad de rotíferos en el tanque se realiza tras el recuento del rotífero remanente y renovación del agua de cría. La técnica de cría en esta fase es mediante "aguas verdes", mezclando *I. galbana* y *N. gaditana* (o cualquier otra alga verde, p.ej. *Tetraselmis*) a partes iguales. Aproximadamente comienza con larvas de 2 días de edad hasta el día 15 de edad. El rotífero debe limpiarse de forma muy cuidadosa con agua salada, y dulce durante 1-2 minutos para disminuir la carga bacteriana.

El aporte de *Artemia* comienza a los 12 días de edad usando o bien nauplios de *Artemia franciscana* (cepa AF) recién eclosionados o bien metanauplios de *Artemia* de Utah (grado EG, INVE) enriquecidos con Easy Selco. El suministro de *Artemia* puede hacerse en varias tomas siempre conservando las presas a baja temperatura (4°C) a fin de que no pierdan su calidad nutricional. El suministro de *Artemia* se mantiene hasta el momento del destete con pienso seco. Durante este periodo el agua puede renovarse de forma continua (1 renovación diaria) permitiendo la salida de los metanauplios desenriquecidos, además se mantienen los limpiadores de superficie para eliminar los restos de enriquecedor y permitir la inflación de la vejiga natatoria.

3.1.3.3. Destete.

A partir de los 20 días se comienza a suministrar pequeñas cantidades de pienso de destete (Gemma micro 150, Skretting) mediante el uso de un salero, de forma manual. El destete propiamente dicho comienza el día 30 usando alimentadores automáticos y suministrando pienso (Gemma micro 300 a 500) cada hora. A fin de acostumbrar a las larvas al pienso, los metanauplios de *Artemia* se distribuyen solamente por la tarde y en cantidades decrecientes hasta su completa eliminación el día 50 (entre día 40 y día 50 la distribución de metanauplios se hace cada 2-3 días), la renovación del agua de los tanques, en circuito abierto, se aumenta a 1,3 renovaciones/día. El día 35 puede hacerse ya un tratamiento preventivo con peróxido de hidrógeno (10 ppm 1 hora).

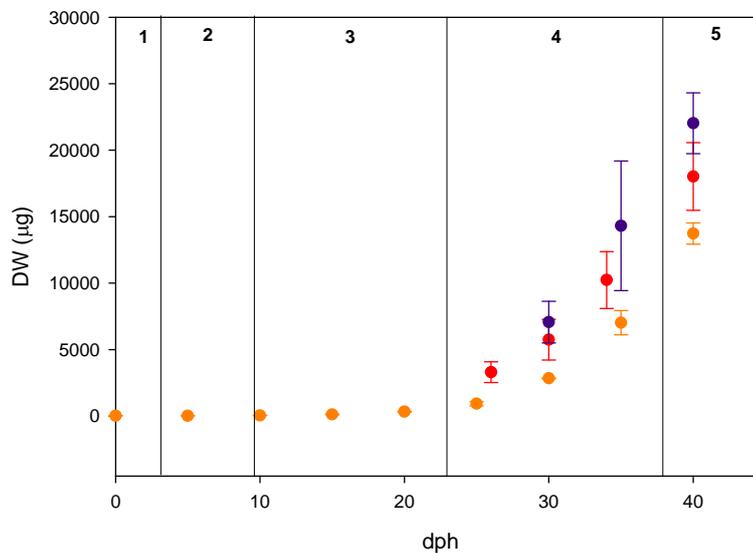
El crecimiento de las larvas en los primeros 30 días es el siguiente:

Día 0	Talla	2.78 ± 0.35 mm	
	Peso	31.68 ± 5.97 µg	
Día 15	Talla	4.80 ± 0.52 mm	SGR ₀₋₁₅ = 3.64% día ⁻¹
	Peso	140.71 ± 35.87 µg	SGR ₀₋₁₅ = 9.94% día ⁻¹
Día 30	Talla	16.30 ± 0.89 mm	SGR ₁₅₋₃₀ = 8.15% día ⁻¹
	Peso	10700.00 ± 183.00 µg	SGR ₁₅₋₃₀ = 28.88% día ⁻¹

$$\text{SGR (Standard growth rate)} = \ln W_f - \ln W_i / (t_f - t_i)$$

Siendo W_i el peso (talla) inicial, W_f el peso(talla) final y $(t_f - t_i)$ el periodo de tiempo transcurrido.

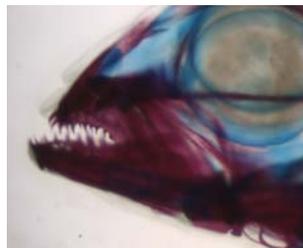
El crecimiento en peso se muestra en la siguiente figura (Giménez, 2008) en función de los estados de desarrollo (Santamaría2001: 1 larva lecitotrófica, 2 reabsorción completa reservas vitelinas, 3 formación de la vejiga natatoria, 4 metamorfosis, 5 ,juvenil)



La clasificación de tallas puede hacerse a partir del día 40 (30-35 mm de talla) y de forma periódica dada la alta dispersión de talla que presenta la especie.

3.1.3.4. Criterios de calidad de las larvas.

La mortalidad larvaria se puede estimar mediante el recuento de larvas muertas obtenido por sifonado del fondo del tanque. El dentón debe tener un 100% de la inflación de vejiga natatoria (es sencillo si se mantiene una mínima higiene y los “skimmers” funcionan adecuadamente) y los alevines han de ser de color amarillo-anaranjado hasta que se completa el destete y pasan a la nursery. Entonces su color es más oscuro y moteado, similar a los adultos. Las deformaciones esqueléticas van ligadas, en gran medida, a la formación de la vejiga natatoria y al exceso de agitación (burbujeo de aire) en el agua de cría, especialmente en el inicio del preengorde.



Bibliografía

- Giménez, G. 2008. Optimización de la cría larvaria del dentón en condiciones intensivas de cultivo. Tesis doctoral, Univ. de Barcelona, Barcelona, 220 pp
- Giménez, G., Estévez, A. 2008. Effect of larval and prey density, prey dose and Light conditions on first feeding common dentex (*Dentex dentex* L.) larvae. *Aquaculture Research*, 39: 77-84

- Giménez, G., Estévez, A., Lahnsteiner, F., Zecevic, B., Bell, J.G., Henderson, R.J., Piñera, J.A., Sanchez-Prado, J.A. 2006. Egg quality criteria in common dentex (*Dentex dentex*). *Aquaculture*, 260 : 232-243
- Koumoundouros, G., Carrillo, J., Divanach, P., Kentouri, M., 2004. The rearing of common dentex *Dentex dentex* (L.) during the hatchery and on-growing phases. *Aquaculture*, 240: 165-173
- Santamaría, C.A. 2001. Desarrollo de la larva de dentón, *Dentex dentex* (Linnaeus, 1758): Estudio cuantitativo del crecimiento, aspectos histológicos y organogénesis. Tesis doctoral Univ. Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona, 261 pp

4. PROTOCOLO DEL PARGO (*Pagrus pagrus*).

El pargo o bocinegro es una especie hermafrodita proteroginica que primero es hembra y luego macho. La puesta en la especie es larga y comienza, en Canarias, cuando la temperatura del agua alcanza los $18^{\circ}\text{C}\pm 1$ a mediados de diciembre, prolongándose hasta mediados de mayo. Como en la mayoría de las especies de espáridos, los machos maduran antes que las hembras, observándose ejemplares fluyentes ya a mediados de noviembre.

4.1. - MANEJO DE REPRODUCTORES:

4.1.1. Selección y gestión de los reproductores.

Durante la época del año no reproductora, los ejemplares de pargo previamente seleccionados como futuros reproductores se estabulan en jaulas flotantes de 64 m^3 . Estos reproductores son alimentados, con una mezcla de alimento húmedo (mejillón, caballa y chipirón) y pienso seco de mantenimiento de reproductores de la casa Proaqua, a saciedad tres días por semana.

Todos los años se incorporan ejemplares salvajes al stock de reproductores. No obstante creemos conveniente la realización de un estudio del nivel de consanguinidad de los reproductores que aún no se ha realizado en esta especie.

4.1.2. Manejo de los reproductores.

El tanque de reproductores, previa su estabulación, ha de ser convenientemente limpiado y desinfectado (secado al sol, baño de formol, etc.) para evitar problemas patológicos durante la puesta.

A mediados de octubre se debe seleccionar de la jaula el stock de reproductores para la puesta. Para ello el stock completo es trasladado a la hatchery donde es muestreado y seleccionado previa anestesia con clorobutanol. Mediante presión abdominal o por canulación se distinguen los machos de las hembras. El sex ratio adecuado para la especie es 1:1 o aproximaciones a éste (es el sex-ratio observado en el medio natural), los ejemplares son distribuidos a los tanques de reproducción de 6000 litros en circuito abierto.

Para el transporte desde la jaula a la hatchery es importante que los niveles de oxígeno no bajen de 5 mg/ l. y la buena calidad del agua se mantenga en todo momento. Estas condiciones son sencillas de mantener en el caso de que las instalaciones de jaulas se encuentren cercanas a la hatchery. En caso contrario deberá disponerse de tanques de transporte adecuados y procurar no superar la carga de 10 kg/m^3 para evitar el estrés de los ejemplares.

4.1.3. Condiciones de estabulación.

Los tanques de puesta pueden ser tanto de cemento como de fibra, rectangulares o cilíndricos y su volumen debe ser el adecuado para que la carga no supere los 4 kg/m^3 siendo la óptima entre $1\text{-}2\text{ kg/m}^3$, cargas mayores pueden ocasionar estrés en los ejemplares repercutiendo ello en la mala calidad de la puesta. El suministro de agua debe ser el adecuado para el tamaño del tanque permitiendo una renovación del volumen de agua total al menos dos veces diarias, en nuestro caso los mantenemos con doce renovaciones/día. La calidad del agua es muy importante y dependiendo de esta precisará de mayor o menor grado de filtración. En caso de agua de buena calidad será suficiente su filtrado a $100\ \mu$ con objeto de obtener las puestas lo más limpias posibles. La salinidad adecuada para la especie es de 36 ‰.

La puesta del pargo es espontánea estando regulada además de por la temperatura del agua por el fotoperíodo, siendo ideal que los tanques se encuentren situados al aire libre o en zonas de la hatchery que

permitan recibir la iluminación adecuada. No tenemos experiencia en el manejo fotoperíodos artificiales con esta especie.

4.1.4. Alimentación

Como se ha demostrado en otros espáridos, la alimentación de los reproductores es de particular importancia para la obtención de huevos de buena calidad. Ya hemos comentado anteriormente que la alimentación del stock de reproductores en las jaulas se realiza mediante alimento fresco y un pienso comercial. En todo caso el alimento fresco suministrado debe ser de buena calidad.

4.1.5. Controles sanitarios periódicos.

Mientras los ejemplares estabulados en las jaulas no presenten síntomas de enfermedad no se realiza ningún tipo de tratamiento. En caso de la aparición de ocasional de manchas en la piel de algunos ejemplares se debe adicionar a la alimentación vitamina C en una proporción de 3g/kg de alimento o un premix polivitamínico con objeto de reforzar las defensas. Hay que destacar que estas manchas en la piel ocasionadas por vibrios y que se dan en ocasiones en los ejemplares sometidos a engorde con piensos experimentales no afectan, sin embargo, a los ejemplares del stock de reproductores alimentados a base de pescado fresco. En ningún caso se deben realizar tratamientos preventivos de formol o sulfato de cobre en las fases previas a la puesta ya que dichos tratamientos resultan muy estresantes para los peces y pueden repercutir en la calidad de la puesta. Dichos tratamientos de formol en cambio si son adecuados una vez finalizada ésta y previo a la devolución de los peces a la jaula. En este momento es conveniente someterlos a un baño de formol a 160mg/1000 l durante 15 minutos para evitar problemas parasitarios (en esto hay que ser especialmente cuidadosos, aportando oxígeno al tanque de desparasitación sí hace falta. Es mejor realizar la operación en un tanque auxiliar de capacidad adecuada para evitar la sobreexposición a la formalina).

4. 2. PUESTA.

4.2.1. Recolección de las puestas.

Los huevos flotantes son recogidos diariamente mediante salabres rectangulares de malla de red de 500 μm situados en los rebosaderos de los tanques. Se deben regular los caudales de agua y los desagües de los tanques para conseguir que el flujo de agua que rebosa sea suave, para evitar daños mecánicos en los huevos que se van recogiendo en el salabre. Una vez recogida la puesta, ésta se pasa a recipientes plásticos donde se decanta y se separa la fracción flotante de la no flotante. La fracción flotante (huevos viables), una vez separada y limpia, se deposita en vasos de precipitado de 5 l de capacidad. Se realiza un recuento diario de la fracción flotante y la no flotante por volumetría, para tener datos sobre la viabilidad del huevo y la calidad de la puesta obtenida, que puede ser enmascarada por una mala técnica de recogida de la puesta en los salabres.

4.2.2. Recuento de huevos.

La viabilidad de la puesta se determina mediante el recuento de 5 muestras de 5 ml de cada fracción (flotante y decantada) previa homogenización de la muestra seleccionándose para su incubación las puestas en que la fracción flotante este entre 60-100% del total de la puesta.

Generalmente después de una o dos semanas, desde que ha comenzado la puesta, los porcentajes de viabilidad alcanzan el 100%, ya que las primeras puestas suelen tener una calidad bastante baja.

4.2.3. Características de los huevos.

Los huevos fecundados del pargo son flotantes y transparentes con un diámetro de 1.000 ± 0.02 mm y presentan una gota de grasa de diámetro no determinado en pargo. El disco germinal puede observarse 40 minutos después de la fecundación a una temperatura de 19°C.

Es importante como criterio de selección de la puesta que ésta no presente huevos con dos o más gotas de grasa, que el corion sea totalmente transparente y que a lo largo del desarrollo embrionario, hasta la eclosión, las divisiones de las células sean regulares.

4.2.4. Incubación.

La incubación de las puestas se realiza en incubadores de 500 l, donde se introducen una especie de salabres tronco-cónicos de 25 l, con una luz de malla de 500 μ m. Los tanques están provistos de un desagüe lateral, se mantienen en circuito abierto (caudal moderado para evitar turbulencias), temperatura ambiente (17-19°C) y aireación muy suave que permita un ligero movimiento del huevo, pero sin dañarlo ya que esta fase es muy delicada. La densidad de incubación es de 20000 huevos por litro.

A 19 °C, la eclosión tiene lugar 48 horas después de la fecundación.

4.3. CULTIVO LARVARIO Y DESTETE

4.3.1. Siembra y estabulaciones.

Horas antes de la eclosión los huevos, previa una segunda selección de la sección flotante y no flotante, son estabulados en tanques cilíndricos de 500 o 2000 litros de capacidad con desagüe lateral y de superficie, provisto de mallas cuyo tamaño va desde 315 μ m a 1 mm según va avanzando el cultivo y de acuerdo con el tamaño de las larvas. El agua, esterilizada y filtrada a 50 micra y con 36% de salinidad, entra por la parte inferior central mediante un tubo lateral que se ha colocado para que llegue ahí primero y caiga en cascada lo que permite evitar la posible sobresaturación de gases que pueda llevar el agua causando problemas a las larvas. Hasta la apertura de la boca, los tanques están en circuito abierto. En el momento en que se comienza a suministrar la alimentación se cierra el circuito de agua para evitar la pérdida del rotífero. En los días de la alimentación con rotífero el circuito se mantiene cerrado y se abre cada 3 o 4 días, con una renovación de un 20-25 % de la capacidad del tanque, con agua decantada y filtrada, esterilizada por UV. Los tanques deben estar equipados con limpiadores de superficie (skimmers) y además diariamente se debe realizar una limpieza con el skimmer manual. Éstos, junto con los desagües de superficie, permiten la correcta formación de la vejiga natatoria en las larvas. La correcta limpieza de la superficie del tanque es fundamental para obtener un porcentaje elevado de inflación de la vejiga natatoria y una buena supervivencia larvaria.

Debido a que la temperatura del agua en Canarias es bastante uniforme a lo largo de todo el año, no es necesario el calentamiento del agua de los tanques ya durante el cultivo larvario la temperatura se mantiene sobre 17-20°C. La iluminación empleada es con foto-período natural, los tanques deben estar bien iluminados, evitando la incidencia de la luz solar directamente sobre los tanques larvarios ya que esta situación provoca la sobre-inflación de la vejiga.

La densidad óptima de siembra de huevos en los tanques es de 100-125 huevos/litro superior a muchas de las especies cultivadas, esto es debido a que todavía hay un pico grande de mortalidad a los 15 días de edad, y sembrando un poco alto se evita que los tanques queden después a densidades demasiado bajas, lo cual es perjudicial para el buen desarrollo del cultivo.

No es recomendable el recuento de las larvas porque la agitación del agua necesaria para la distribución homogénea de las larvas provoca una gran mortalidad. Nosotros no realizamos estos recuentos en crías experimentales. Se debe estimar la supervivencia larvaria al final de la cría. El sifonado debe ser

diario siempre que sea posible, excepto en los primeros días de cría en que las larvas se encuentran situadas en el fondo del tanque.

4.3.2. Secuencia alimentaria

El primer alimento suministrado es rotífero *Brachionus plicatilis* desde un día anterior a la apertura de la boca, a razón de 7 rotíferos/ml, los primeros tres días de alimentación para luego aumentar hasta 10 rotíferos/ml, enriquecido con DHA-protein Selco, según protocolo comercial. El suministro se realiza a media mañana, tras recuento previo en los tanques de cría del rotífero remanente, y renovación del agua de cría cuando se ha realizado. Si es necesario, se realiza un aporte de alimento antes de la renovación del medio. El rotífero debe limpiarse de forma muy cuidadosa en los salabres de recogida, con agua salada, y dulce durante 1-2 minutos para disminuir la carga bacteriana.

La técnica de cría en esta fase es mediante “aguas verdes”, mezclando *I. galbana* y *N. gaditana* $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ respectivamente. El agua de cría debe ser de turbidez elevada, que permita “enmascarar” las larvas. El suministro de fitoplancton comienza aproximadamente cuando las larvas tienen 3 días de edad (antes de suministrar el primer alimento) y continua hasta el día 17 de edad.

El aporte de artemia comienza aproximadamente al día 15 de edad según el crecimiento que hayan experimentado las larvas. Se suministra nauplios de artemia de elevada calidad, recién eclosionados (artemia AF 480). El ciste de artemia ha de ser desinfectado (descapsulado) previo a la eclosión con hipoclorito neutralizado con tiosulfato, al igual que el agua de eclosión, para evitar crecimientos bacterianos. Se suministran nauplios de artemia AF durante 2 o 3 días, empezando por dosis bajas hasta que las larvas de pargo se habitúan a la nueva presa. Se realizan 6-75 aportes diarios (0,5-1 nauplios/ml). Durante estos 3 o 4 días se continua suministrando rotíferos a una dosis de 5 individuos/ml.

Los metanauplius de artemia EG enriquecidos con DHA-selco DC según protocolo, se suministran desde el día 17 hasta el destete. El suministro es continuado durante todo el día, desde el amanecer hasta el anochecer, mediante una bomba peristáltica. Es muy importante para evitar el canibalismo el suministro continuado de alimento durante esta fase. Previo al aporte al tanque, los metanauplios suministrados han de estar limpiados de forma cuidadosa con agua de mar filtrada y esterilizada, para evitar el aporte de grasa al tanque de cría. Desde el comienzo de la alimentación con artemia el circuito se mantiene abierto con renovaciones de 40-50 % día. Es necesario extremar las precauciones de limpieza (limpieza paredes del tanque, limpieza aireadores, limpieza desagües de superficie y “Skimmers” de forma diaria). Durante la época de alimentación con artemia la larva es muy voraz, por lo que hay que tener mucho cuidado con la dosis de suministro ya que la larva es incapaz de parar de comer y puede llegar a morir por sobrealimentación.

4.3.3. Controles sanitarios.

No se suministra ningún tipo de baño preventivo durante el cultivo larvario.

4.3.4. Destete.

A partir del día 25 se comienzan a suministrar pequeñas cantidades de pienso de destete Lansy A2 y N3 (Artemia Systems) manualmente y siempre antes del suministro de artemia, en cantidades muy pequeñas. Posteriormente se va eliminando la artemia poco a poco hasta terminar solo con los piensos referidos anteriormente, asimismo se aumenta paulatinamente la renovación del agua y se limpia el fondo.

La selección de tallas se realiza aproximadamente el día 45 mediante clasificadores de varillas. Se deben realizar a medida que se observa gran dispersión de tallas, hecho habitual en el pargo.

4.3.5. Controles especiales.

Si se observa una elevada mortalidad, se suministran baños de formol o bien ácido oxolínico adicionado al pienso.

4.3.6. Criterios de calidad de las larvas.

La estimación de la mortalidad larvaria se realiza durante la clasificación por tallas y mediante el peso de un determinado número de individuos se calcula la biomasa total, luego diariamente mediante el recuento de sifonados. El pargo debe tener un 100% de la inflación de vejiga natatoria (es sencillo si se sigue el protocolo higiénico y los "skimmers" funcionan adecuadamente). Los alevines han de ser de color rosa-anaranjado (no negros) hasta que se completa el destete y pasan a la nursery. Entonces su color es más oscuro y moteado, similar a los adultos, sin embargo lo normal es que tengan coloración oscura, este es un tema que se está tratando de corregir en el engorde mediante dietas especiales. Las deformaciones esqueléticas van ligadas, en gran medida, a la formación de la vejiga natatoria.

5. PROTOCOLO DEL SARGO PICUDO (*Diplodus puntazzo*)

5.1. MANEJO DE REPRODUCTORES

El Sargo Picudo (*Diplodus puntazzo*) es una especie gonocórica (sexos separados). La puesta de esta especie en Baleares comienza cuando la temperatura del agua baja de los 20°C, a mediados de octubre prolongándose hasta mediados de diciembre. Como en la mayoría de las especies de espáridos, los machos maduran antes que las hembras, observándose ejemplares fluyentes ya a principios de octubre.

5.1.1.1. Selección y gestión de los reproductores

Los stocks reproductores deben presentar una buena variabilidad genética por lo que es interesante que se vayan añadiendo individuos salvajes a la vez que se van seleccionando de las distintas generaciones filiales individuos que por sus características fenotípicas externas y de crecimiento presenten las mejores características de la especie. Uno de los aspectos más importantes junto con el de la variabilidad genética, es el de la domesticación de los stocks reproductores ya que esta afecta al comportamiento frente al estrés de los alevines provenientes de estos ejemplares domesticados. Una de las prácticas que se deberían asumir en el manejo de reproductores sería realizar periódicamente un estudio de la consanguinidad y atribución de parentales mediante las técnicas de marcadores genéticos.

Para la identificación individual de los reproductores, es conveniente marcar cada ejemplar con una marca PIT insertada en el dorso e identificada con un número. Esto permite llevar un control exhaustivo de cada uno de ellos y tener conocimiento de los que han intervenido en la puesta de cada temporada permitiéndonos gestionar mejor las puestas.

Durante la época del año no reproductora, los ejemplares previamente seleccionados como futuros reproductores marcados e identificados como machos o hembras, se estabulan en jaulas flotantes o tanques para reproductores a cargas inferiores a 5 kg / m³. A mediados de septiembre, cuando la temperatura del agua comienza a bajar, se debe seleccionar de la jaula o del tanque de reproductores, el grupo de reproductores que se utilizarán en la puesta. Para ello un número determinado de ejemplares con un peso entre 0,5 y 1 kg (dependiendo del tamaño de los tanques de reproductores) son trasladados a la hatchery donde son muestreados y seleccionados previa anestesia con MS-222 (90 ppm). El sex ratio adecuado para la especie es 1:1.

En caso de transporte desde una jaula a la hatchery es importante que los niveles de oxígeno no bajen de 5 mg/ l. y la buena calidad del agua se mantenga en todo momento. Estas condiciones son sencillas de mantener cuando las instalaciones de jaulas se encuentran cercanas a la hatchery. En caso contrario deberá disponerse de tanques de transporte adecuados y procurar no superar la carga de 20 kg/m³ para evitar el estrés de los ejemplares.

Los tanques de puesta pueden ser tanto de cemento como de fibra, rectangulares o cilíndricos y su volumen debe ser el adecuado para que la carga no supere los 4 kg / m³. El suministro de agua debe ser el adecuado para el tamaño del tanque permitiendo una renovación del volumen de agua total al menos dos veces diarias. La calidad del agua es muy importante y dependiendo de esta precisará de mayor o menor grado de filtración. En caso de agua de buena calidad será suficiente su filtrado a 100 μ con objeto de obtener las puestas lo más limpias posibles. La salinidad adecuada para la especie es de 37 ‰.

La puesta del sargo picudo es natural estando regulada además de por la temperatura del agua por el fotoperíodo, siendo ideal que los tanques se encuentren situados al aire libre o en zonas de la hatchery que permitan recibir la iluminación adecuada. No tenemos experiencia en el manejo fotoperíodos artificiales con esta especie.

El tanque de reproductores, previa su estabulación, ha de ser convenientemente limpiado y desinfectado para conseguir la máxima asepsia posible y evitar problemas patológicos durante la puesta.

5.1.1.2. Controles sanitarios periódicos

En ningún caso se deben realizar tratamientos preventivos de formol o sulfato de cobre en las fases previas a la puesta ya que dichos tratamientos resultan muy estresantes para los peces y pueden repercutir en la calidad de la puesta. Dichos tratamientos de formol en cambio si son adecuados una vez finalizada ésta y previo a la devolución de los peces a la jaula o a los tanques de mantenimiento. En este momento es conveniente someterlos a un baño de formol a 160mg/1000L durante 15 minutos para evitar problemas parasitarios (en esto hay que ser especialmente cuidadosos, aportando oxígeno al tanque de desparasitación si hace falta. Es mejor realizar la operación en un tanque auxiliar de capacidad adecuada para evitar la sobreexposición a la formalina). Si los peces se mantienen en el tanque de reproducción todo el año, después de la puesta es conveniente, también, realizar, desparasitaciones "in situ".

5.1.1.3. Alimentación

Fuera de la época de puesta, los reproductores son alimentados diariamente con pienso de dorada (no existe un pienso específico para la especie) de la casa Skretting mediante comederos automáticos y siguiendo las indicaciones de la casa comercial en cuanto a cantidad de alimento por peso vivo. Este pienso da buenos resultados para el mantenimiento del stock. Como se ha demostrado en otros espáridos la alimentación de los reproductores es de particular importancia para la obtención de huevos de buena calidad, cuatro meses antes de la puesta el pienso debe ser sustituido por un pienso especial para reproductores que los preparará para la puesta.

5.1.1.4 Recolección de las puestas.

Los huevos fecundados son flotantes y se recogen diariamente mediante salabres redondos o rectangulares de malla de red de 500 μ m situados en los rebosaderos de los tanques de reproductores. Se deben regular los caudales de agua y los desagües de los tanques para conseguir que el flujo de agua que rebosa sea suave para evitar dañar los huevos que se van recogiendo en el salobre. La puesta se debe de proteger de la exposición al sol en caso de tanques exteriores. Estas operaciones son de extrema importancia, porque la excesiva exposición al sol y la turbulencia afectan de manera decisiva a la calidad de la puesta. Una vez recogida la puesta, ésta se pasa a recipientes plásticos o de vidrio donde se decanta y se separa la fracción flotante de la decantada. La fracción flotante, una vez separada y limpia, se deposita en vasos de precipitado de 10 L de capacidad con agua filtrada y esterilizada, y se desinfecta mediante iodoformos. (Betadine 0.2 ml/l). Se realiza un recuento diario de la fracción flotante y la decantada por volumetría, para tener datos sobre la viabilidad del huevo y la calidad de la puesta obtenida.

La viabilidad de la puesta se determina mediante el recuento de 5 muestras de 10 ml de cada fracción (flotante y decantada) previa homogeneización de la muestra seleccionándose para su incubación las puestas en que la fracción flotante sea superior al 80% del total de la puesta.

Generalmente estos porcentajes de viabilidad se alcanzan después de una o dos semanas desde que ha comenzado la puesta, ya que las primeras puestas suelen tener una calidad bastante baja.

El huevo fecundado del sargo picudo es esférico, flotante y transparente de 0.84 ± 0.03 mm. Es importante como criterio de selección de la puesta que esta no presente huevos con doble gota de grasa o que la proporción de estos no supere el 5%, que el corion sea totalmente transparente y que a lo largo del desarrollo embrionario hasta la eclosión las divisiones de las células sean regulares.

Las puestas seleccionadas para la producción de alevines deben tener una eclosión superior al 80%.

5.1.2. INCUBACIÓN

La incubación de las puestas se realiza en incubadores normalmente troncocónicos de fibra de vidrio provistos de malla de desagüe central de 150-500 μm en circuito abierto (caudal moderado para evitar turbulencias) de agua filtrada a 1 μm y esterilizada por UV, temperatura ambiente (20-18°C) y aireación muy suave que permita un ligero movimiento del huevo pero sin dañarlo ya que esta fase es muy delicada. La densidad de incubación suele ser de entre 500-800 huevos por litro. A 20 °C la eclosión tiene lugar 48 horas después de la fecundación.

El control de los siguientes parámetros de incubación y eclosión nos indicarán la calidad de la puesta:

- Huevo incubado flotante
- Huevo muerto durante la incubación
- nº larvas eclosionadas
- nº larvas saco vitelino reabsorbido(%)
- Tasa flotabilidad huevos (%)
- Tasa fertilidad aparente (%)
- Tasa fertilidad real (%)
- Tasa eclosión aparente (%)
- Tasa eclosión real (%)
- Tasa supervivencia larvaria (%)

5.1.3. CULTIVO LARVARIO

5.1.3.1. Estabulación de las larvas

Una vez eclosionadas, las larvas son estabuladas en tanques de cultivo larvario, cilíndricos de volumen 1000-2000 litros de capacidad, dependiendo de las instalaciones, con desagüe central y de superficie, ambos provistos de mallas cuyos tamaños van desde 62 μm a 1 mm según va avanzando el cultivo y de acuerdo con el tamaño de las larvas. Es fundamental que el trasvase del tanque de eclosión al tanque de cría sea especialmente cuidadoso, pues las larvas eclosionadas son muy frágiles. El agua, filtrada a 1 micra y con 37% de salinidad, entra por la parte superior lateral mediante un desagüe en cascada que evita la posible sobresaturación de gases que pueda llevar el agua causando problemas a las larvas. Hasta la apertura de la boca, los tanques están en circuito abierto. En el momento en que se comienza a suministrar la alimentación se cierra el circuito de agua para evitar la pérdida del rotífero, aunque se les deja un pequeñísimo caudal de agua con objeto de que el desagüe superficial pueda funcionar limpiando la capa superficial del agua. En los días de la alimentación con rotífero, se renueva diariamente los 2/3 de la capacidad del tanque, con agua decantada filtrada y esterilizada por UV. Los tanques deben estar equipados con limpiadores de superficie (skimmers). Éstos, junto con los desagües de superficie, permiten la correcta formación de la vejiga natatoria en las larvas. La correcta limpieza de la superficie del tanque es fundamental para obtener un porcentaje elevado de inflación de la vejiga natatoria y una buena supervivencia larvaria.

Debido a la época en que se produce la puesta del sargo picudo, es necesario el calentamiento del agua de los tanques hasta 20-22°C. La iluminación empleada es con foto- período natural, los tanques deben estar bien iluminados, evitando la incidencia de la luz solar directamente sobre los tanques larvarios ya que esta situación provoca la sobre-inflación de la vejiga. En experiencias realizadas en nuestro laboratorio no encontramos ningún tipo de diferencias en supervivencia, inflación de la vejiga y desarrollo de los cultivos en relación con el color de los tanques (blancos o negros)

La densidad óptima de siembra de larvas en los tanques es de 50- 80 larvas/ litro

No es recomendable el recuento de las larvas porque la agitación del agua provoca una gran mortalidad. Se debe estimar la supervivencia larvaria a partir del recuento de sifonados. El sifonado debe ser diario siempre que sea posible, excepto en los primeros días de cría en que las larvas se encuentran situadas en el fondo del tanque. En esos días se sifonan únicamente los depósitos de detritus.

5.1.3.2. Secuencia alimentaria

El primer alimento suministrado es *Brachionus rotundiformis* desde el día de la apertura de la boca 3DDE hasta 20DDE, a razón de 10-15 rotíferos/ml, enriquecido con DHA-protein Selco, según protocolo comercial. El suministro se realiza a media mañana, tras recuento previo en los tanques de cría del rotífero remanente, y renovación del agua de cría. Si es necesario, se realiza un aporte de alimento antes de la renovación del medio. Una vez renovado el medio, se ajusta la densidad de presas a 10-15 r/ml. La técnica de cría en esta fase es mediante "aguas verdes", las especies de fitoplancton empleadas son ó *N. Gaditana* ó *Tetraselmis suecica*. Si existe posibilidad, es mejor cambiar el tamaño de la presa a *Brachionus plicatilis* a medida que crecen las larvas (a partir del día 10). El rotífero debe limpiarse de forma muy cuidadosa en los salabres de recogida, con agua salada, y dulce durante 1-2 minutos para disminuir la carga bacteriana.

El aporte de artemia comienza a los 15 días de edad. Se suministran nauplios de artemia de elevada calidad, recién eclosionados (artemia AF 480). El ciste de artemia ha de ser desinfectado previo a la eclosión con hipoclorito neutralizado con tiosulfato, al igual que el agua de eclosión, para evitar crecimientos bacterianos. Se suministran nauplios de artemia AF desde el día 15 al 25 de edad a demanda, empezando por dosis bajas hasta que las larvas se habitúan a la nueva presa. Se realizan 2 aportes diarios y la concentración de nauplios en el tanque es a razón de 0,5-2 nauplios/ml.

Los metanauplius de artemia EG enriquecidos con DHA-selco DC según protocolo, se suministran desde el día 20 hasta día 50 a razón de 3-4 metanauplius / ml. Previo al aporte al tanque, los metanauplios suministrados han de estar limpiados de forma cuidadosa con agua de mar filtrada y esterilizada, para evitar el aporte de grasa al tanque de cría. Diariamente se renueva las $\frac{3}{4}$ partes del tanque de cría y durante esta fase el circuito se mantiene abierto, en cascada para evitar la sobresaturación de gases, y a caudal moderado. Es necesario extremar las precauciones de limpieza (limpieza paredes del tanque, limpieza aireadores, limpieza desagües de superficie y "Skimmers" de forma diaria). Tras la renovación del medio, se realiza el primer aporte diario de metanauplios al tanque de cría.

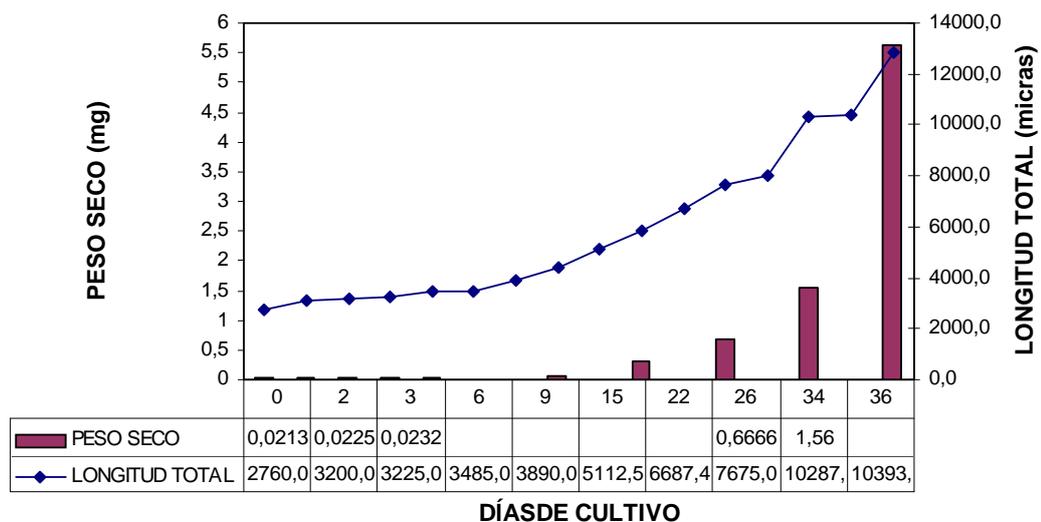
Controles sanitarios.

Durante la cría larvaria, a partir de los 20 días de edad, se administran baños desinfectantes con carácter preventivo. Estos pueden ser de cloramina T a 10 ppm durante 1 hora cada semana. Si aumenta la mortalidad larvaria se dan baños sucesivos de cloramina T (2) con un día de descanso y un baño adicional de formol de 160 mg/m³. Como ya hemos recalcado, es muy importante una extremada higiene del tanque de cría y del alimento suministrado.

5.1.3.3. Crecimiento larvario, controles de talla y peso.

La figura 1 muestra la evolución, en talla y peso seco, de un cultivo larvario de Sargo picudo hasta los 40 días de edad. Mientras que en la figura 2 se muestra la evolución de la tasa instantánea de crecimiento en peso en el mismo período.

Figura 1: Evolución de la talla y el peso seco hasta los 40 días



Día	0	1	2	3	4		
		2	9	6	4	0	
SGR (%Δpeso/d)	.47	.73	2.24	4.28	0.37	0.62	3.93

Figura 2: Tasa específica de crecimiento (%Δ Peso/día) desde el día 0 a el 40 DDE.

5.1.3.4. Cribas y recuentos de larvas

La estimación de la mortalidad larvaria se hace mediante el recuento de sifonados. El sargo picudo no suele presentar problemas en la inflación de la vejiga natatoria. Obtener valores del 90-100% de inflación de vejiga natatoria es sencillo si se sigue el protocolo higiénico y los "skimmers" funcionan adecuadamente. Es importante valorar el porcentaje de individuos con vejiga natatoria funcional en cada tanque de cultivo el día 15 después de la eclosión, y desechar de proseguir con el cultivo de los tanques que no presenten en este momento entre un 90-100%. Las deformaciones esqueléticas van ligadas, en gran medida, a la formación de la vejiga natatoria aunque no exclusivamente, factores de tipo nutricional afectan también a este tipo de deformaciones.

Aproximadamente el día 60 se realiza la primera clasificación por tallas mediante clasificadores de varillas, al no ser una especie donde se manifieste canibalismo, no son necesarias excesivas separaciones de tallas aunque esta práctica siempre mejora los alevinajes ya que permite un mejor aprovechamiento y

distribución de la alimentación entre los lotes de individuos más pequeños. Al mismo tiempo que se realiza la clasificación por tallas, se realiza el recuento de individuos de cada lote, lo cual es imprescindible a la hora de calcular las dietas de alimentación diarias. Los alevines presentan muy precozmente la coloración rayada de los adultos.

5.1.3.5. Destete

A partir de los 30 días se comienza a suministrar unas pequeñas cantidades de pienso de destete Lansy A2 y N3 (Artemia Systems) en comedero automático en cantidades muy pequeñas. El destete propiamente dicho, sin embargo, comienza el día 45 con pienso de destete regulando el paso de pienso a medida que se observa la adaptación de los peces al alimento inerte. Al mismo tiempo, se reduce el suministro de metanauplius de forma progresiva. Los tratamientos sanitarios siguen el protocolo anterior.

A día 70 de edad la supervivencia que se obtiene es del 30-35%.

ANEXO III. PROTOCOLOS DE PREENGORDE Y ENGORDE.

IMIDA (Murcia), IFAPA (Andalucía), LIMIA (Baleares), ICCM-ULPGC (Canarias), CIMA, IGAFSA, IEO de Vigo (Galicia), UPV (Valencia).

1. BESUGO

Los datos que han sido utilizados para la elaboración de los protocolos de cultivo y las curvas de crecimiento que se presentan en esta memoria proceden de las diferentes experiencias realizadas en colaboración por el C.O. de Vigo del IEO y el CIMA e IGAFSA de la Consellería de Pesca (Xunta de Galicia) en las diferentes fases de engorde del besugo.

1.1. Preengorde en tanques.

Este período dura aproximadamente 120 días, desde 2 gramos de peso hasta 40-50 gramos. Las condiciones standard de cultivo (Olmedo et al., 1997) fueron las siguientes:

- volumen de los tanques: 500 litros
- alimentación: alimento inerte en forma de gránulos de 0.5-0.8 mm de diámetro al inicio hasta 2 mm al final del período. El suministro del alimento es a saciedad
- tasa de alimentación : 7% al principio del preengorde y 3% al final del mismo
- densidad de estabulación inicial: 1 g/l
- temperatura ambiente: aprox. 16.5°C
- concentración de oxígeno. >6 mg/litro
- salinidad: 35‰.

No se encuentran diferencias en crecimiento entre los diferentes lotes a densidades de 1,2 y 3 g/l

La temperatura controlada a 19°C da mejores resultados de crecimiento que la tª de 16°C

No existen patologías específicas en esta fase y la mortalidad es inferior al 5%.

Se presentan la curva de crecimiento en la fase de preengorde (Fig.2), la relación talla-peso (Fig.3) y la relación entre la tasa de crecimiento diaria y el peso medio inicial (Fig.3)

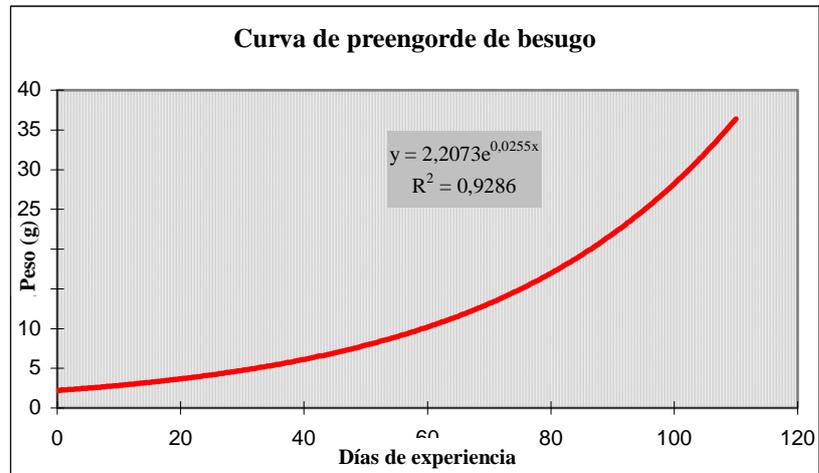


Fig.1

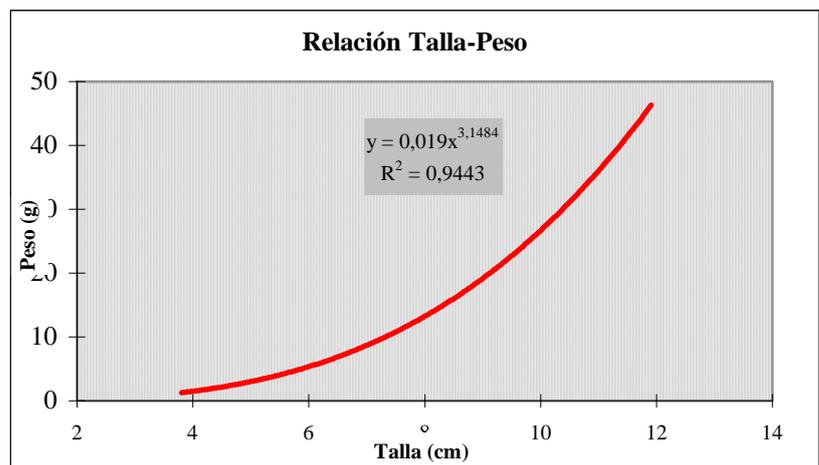


Fig.2

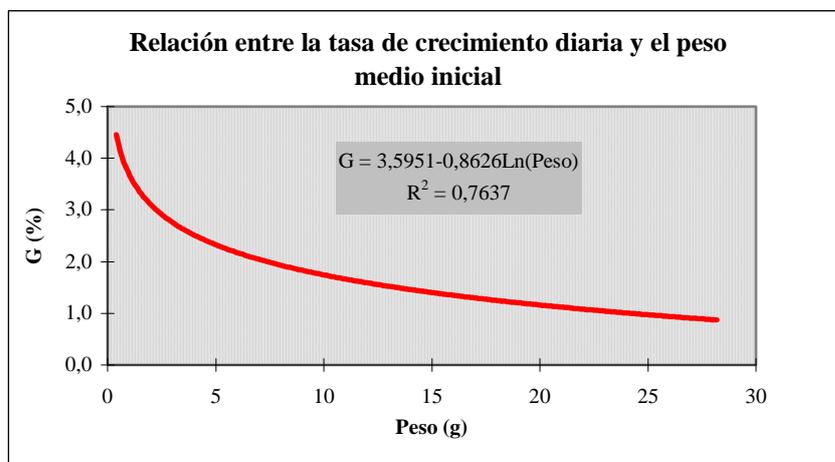


Fig.3

1.2. Engorde en jaulas

Esta fase se inicia a partir de los 30-40 gramos de peso (7 meses de edad de los juveniles) Las condiciones del engorde en jaulas de besugo han sido descritas previamente en los diferentes períodos de crecimiento por Linares et al., 2001 y Olmedo et al., 2001. Las condiciones de cultivo fueron las siguientes:

- dimensiones de las jaulas: 3.5-5x3.5-5 m de lado y 8 metros de profundidad
- densidad de carga. 0.25-4 Kg/m³
- temperatura ambiente (12-20°C)
- alimentación: pienso seco granulado aumentando el tamaño según el tamaño de los alevines (3-7 mm)
- tasa de alimentación: 1-2%

No se han descrito patologías. La mortalidad en todo el período ha sido inferior al 5%. Los ejemplares de besugo presentan una buena adaptación a las jaulas de cultivo, ausencia de patologías y baja mortalidad. Aunque el aspecto externo de los ejemplares es bueno, existe un excesivo engrasamiento perivisceral. Este problema probablemente pueda ser corregido con la utilización de una dieta adecuada a los requerimientos nutritivos de esta especie.

Se presentan las curvas de crecimiento obtenidas en tanques y jaulas en los diferentes períodos de engorde. Fig.4 (100-500gramos); Fig.5 (30-200 gramos)

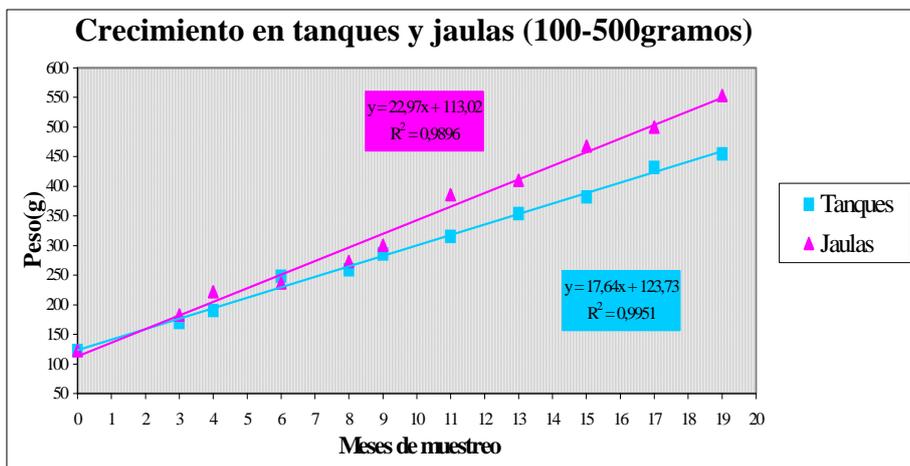


Fig.4

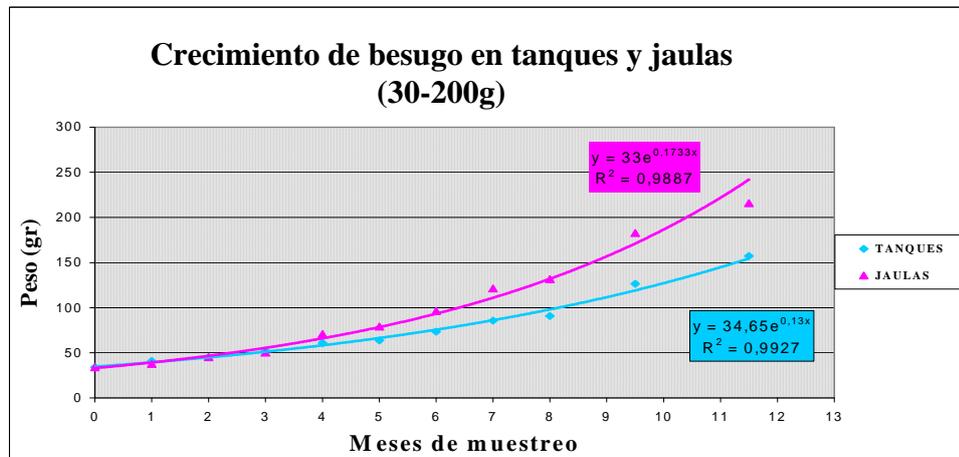


Fig.5

Con todos los datos anteriores se realizó una curva de crecimiento para toda la fase de engorde del besugo (Fig.6)

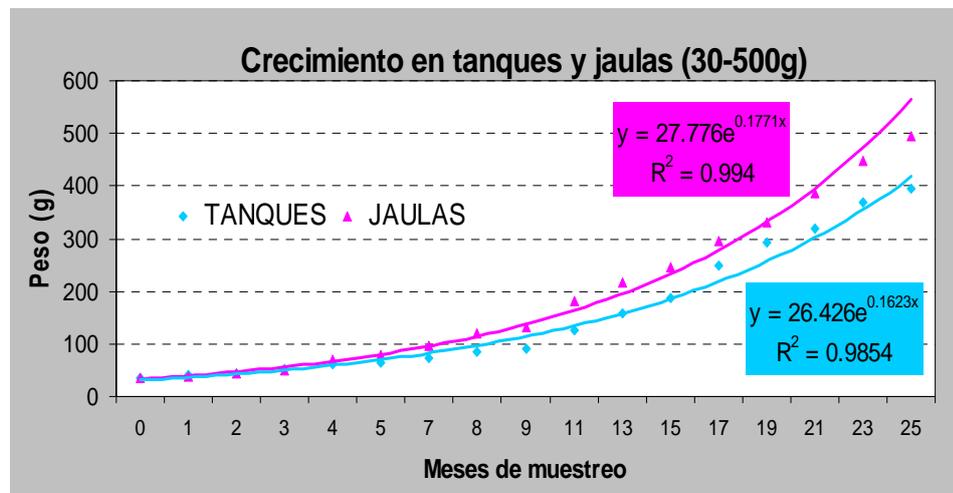


Fig.6

2. DENTÓN

2.1.- PREENGORDE.

Fase de Nursery

El dentón es una especie muy fácil de adaptar a la alimentación inerte, debido a su gran voracidad el paso de alimento vivo a pienso se realiza en pocos días. El pienso empleado para el destete y la fase de nursery es del tipo Perla larva , de la casa Trouw cuya composición química es: Proteína 62%, grasa 11%, carbohidratos 8,2%. En esta fase de preengorde es donde se da el principal problema en el cultivo del dentón , el canibalismo, por lo cual hay que tener especiales cuidados en ella. El canibalismo en el denton se manifiesta aproximadamente desde los 40 días de edad hasta que los alevines alcanzan los 3-5 g de peso. A partir de este momento, el canibalismo propiamente dicho desaparece.

Deben realizarse clasificaciones de los alevines frecuentemente para evitar las agresiones entre ellos y mejorar la supervivencia. Igualmente la alimentación en esta fase debe asegurar siempre que el pienso suministrado por los comederos caiga en exceso, y preocuparse de una buena limpieza de los fondos.

Otro aspecto a tener en cuenta en los tanques de nursery es que al alcanzar los alevines de dentón 1 g de edad son capaces de saltar fuera del tanque en una situación de estrés, por lo cual es conveniente, que dichos tanques se tapen con una red de tamaño adecuado o se les ponga una protección externa que evite las bajas por esta causa.

Preengorde en jaulas:

El tamaño ideal para el paso de los alevines a las jaulas es de 5-10 g de peso. El único inconveniente de estabular los alevines más pequeños lo representa el tipo de red de las jaulas ya que al ser mallas muy ciegas requieren cambios de red muy a menudo. Es indispensable una buena clasificación por tallas previa a la estabulación en las jaulas. El pienso empleado en el preengorde pasa de las migas más grandes del Perla larva de la casa Trouw a los granulos más pequeños del pienso Europa 22 para Rodaballo de la misma empresa. Este pienso se utiliza durante todo el engorde del denton siendo el que dá mejores resultados de "performance" y crecimiento aunque no alcanza los excelentes resultados que se dan con piensos semihumedos (1.060 g en 23 meses de edad) La composición del pienso es la siguiente: Proteína 53%, grasa 20%, carbohidratos 6% .

Para el calculo de la cantidad de alimento a suministrar se emplean las tablas de alimentación que la empresa Trouw suministra. El suministro en el preengorde debe realizarse mediante comederos automáticos. El empleo de comederos automáticos simplifica el trabajo y asegura el suministro de alimento en continuidad. A esta edad y con las temperaturas de agua que se dan en la época del preengorde (23-26°C) los peces comen constantemente. En caso de realizar la alimentación manualmente se deben suministrar el pienso 4-5 veces al día.

2.2. ENGORDE.

Una vez que los juveniles alcanzan los 30-40g de peso, deja de ser necesaria una alimentación tan frecuente y a partir de este momento es más aconsejable una alimentación de tipo manual.

Alimentando manualmente se observa el comportamiento de los peces y se evita la perdida de alimento siendo los datos de Índice de conversión de alimento mejores que en el caso de alimentación de forma automática. Con temperaturas de agua superiores a los 18° C se debe alimentar a los peces tres veces al día, una vez que la temperatura baja de 18 el apetito disminuye y una toma diaria es suficiente. Utilizando

el pienso Europa 22 de Rodaballo el peso medio de los ejemplares alcanza los 180-200 g en 12 meses y 550-600g de media en 24 meses.

En relación a las cargas adecuadas para el engorde, no parece existir ningún estudio sobre ello ya que para realizar estos estudios de cargas óptimas es necesario trabajar con un número muy grande de ejemplares que te permita trabajar en varias jaulas con distintas cargas. De todas formas en la experiencia acumulada a lo largo de estos años de trabajar con la especie en la Estación de Acuicultura se ha observado que toleran perfectamente cargas elevadas.

Es importante que las redes se cambien frecuentemente y que el tamaño de la malla sea el adecuado para el tamaño de los peces de modo que el agua circule a través de la jaula asegurando la buena calidad del medio.

2.3. PATOLOGIAS.

El principal problema observado en el dentón en engorde en jaulas son las vivriosis que se dan en determinadas épocas del año con temperaturas del agua bajas 15-17° C. Y que suelen afectar a los peces en preengorde cuando estos tienen entre 40-60 g. Y que se manifiestan en forma de manchas blanquecinas en la piel que llegan a transformarse, en casos graves, en verdaderas ulceraciones. En caso de la aparición de manchas en la piel de algunos ejemplares se debe adicionar a la alimentación vitamina C en una proporción de 3g /kg de alimento o un premix polivitamínico con objeto de reforzar las defensas. En caso de que la infección no remita con la adición de estas sustancias, es eficaz el tratamiento con antibióticos mezclados con el pienso durante 7-10 días.

3. SARGO PICUDO.

3.1. PREENGORDE EN TANQUES.

Los ejemplares de esta especie con 1 g de peso corporal húmedo pueden estar totalmente adaptados a una alimentación con pienso seco, y, por otro lado un peso apropiado para que sean estabulados en las jaulas es el de 15-20g. Consiguientemente el preengorde en tanques se puede desarrollar de 1 a 15-20 g y la duración del proceso dependerá de la temperatura. En la Tabla 1 y Fig. 1 se muestra el crecimiento estimado para tres regímenes de temperatura posible. A) Temperatura ambiente del agua de mar en los meses de abril, mayo y junio. B) Temperatura constante de 20°C, que se puede obtener en instalaciones que operan con agua de mar de pozo; y temperatura controlada a 24°C en instalaciones con recirculación del agua.

Tabla 1. Crecimiento del sargo picudo en preengorde en función del régimen de temperaturas.

	Temperatura Natural (1)	Temperatura 20°C (Pozo)	Temperatura 24°C (Recirculación)
Peso inicial (g)	1	1	1
Peso final (g)	20	15	15
Duración (días)	76	71	46
Alimento/ejemplar (g)	23	24	21
IC	1.39	1.24	1.10
Carga (Kg/m ³)	10-20	10-20	10-20

(1) Temperatura natural: abril: 17°C; mayo: 20°C y junio: 23°C.

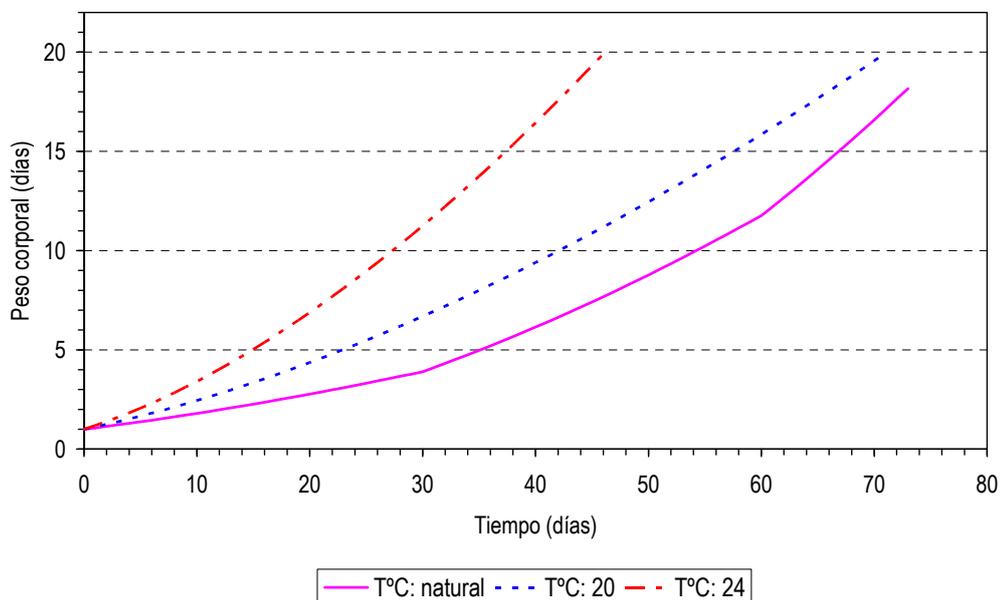


Figura 1. Crecimiento del sargo picudo en la fase de preengorde bajo tres regímenes de temperatura. Temperatura natural: abril: 17°C; mayo: 19°C y junio: 21°C.

En la Tabla 2 se estima, para una temperatura de 22°C, el caudal de agua expresado como renovaciones del tanque a la hora, en función del peso corporal y la carga de cultivo. Para dichas

estimaciones se ha considerado que el agua de entrada al tanque de preengorde tiene un 100% de saturación de oxígeno y a la salida del 60%.

Al menos hasta cargas de cultivo de 20 Kg no parece que en esta especie se vea afectado el crecimiento. Sin embargo, los caudales de agua pueden ser demasiados altos al principio del preengorde, cuando los ejemplares tienen entre 1 y 8 g, si la carga es alta (Tabla 2). Por tanto, una buena estrategia podría ser la de mantener cargas en torno a los 5 y 10 Kg/m³ durante la primera fase, hasta que los alevines alcancen aproximadamente los 8 g, y seguidamente desdoblarse y clasificar por tamaños, y alcanzar cargas de 15 a 20Kg/m³ al final del proceso.

Tabla 2. Estimación del caudal de agua renovaciones del tanque a la hora, en función del peso y de la carga de cultivo. El consumo de oxígeno está estimado para 22°C de temperatura del agua. COEDIA: consumo de oxígeno específico medio diario con alimentación rutinaria.

Peso (g)	COEDIA (mgO ₂ /Kg/h)	Carga de cultivo (Kg/m ³)				
		1	5	10	15	20
1	1460	0,52	2,61	5,22	7,82	10,43
4	965	0,34	1,72	3,45	5,17	6,89
8	785	0,28	1,40	2,80	4,20	5,60
12	695	0,25	1,24	2,48	3,72	4,97
16	634	0,23	1,14	2,28	4,42	4,56
20	597	0,21	1,07	2,13	3,20	4,26

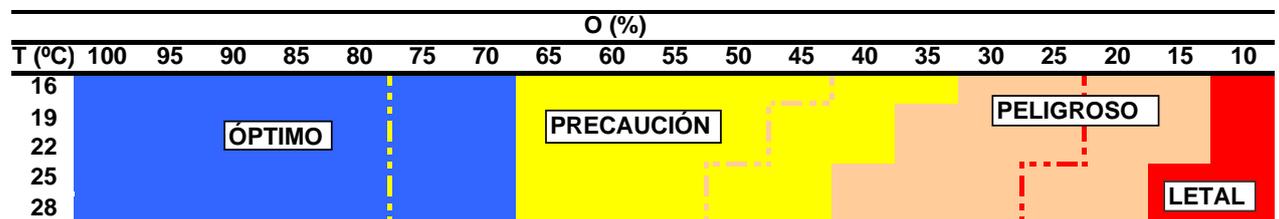


Figura 2. Concentración de oxígeno adecuada para el cultivo del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*)*.

ÓPTIMO = NO SE MODIFICAN NI LA FRECUENCIA DE VENTILACIÓN NI EL CONSUMO DE OXÍGENO.

PRECAUCIÓN = SE MODIFICA LA FRECUENCIA DE VENTILACIÓN PERO NO EL CONSUMO DE OXÍGENO.

PELIGROSO = SE MODIFICA EL CONSUMO DE OXÍGENO.

LETAL = VALOR POR DEBAJO DEL CUAL MUEREN LOS ANIMALES.

*La línea discontinua representa un margen de seguridad del 10 % de saturación. Valores obtenidos para animales de 100 g de peso.

Al igual que para las otras especies objeto de este proyecto, para el sargo picudo no existe un pienso comercial específico, sin embargo los piensos para dorada ofrecen muy buenos resultados.

En la tabla 3 se muestra dicha tasa, expresada como % de la biomasa de peces en cultivo, en función de la temperatura del agua y del peso del animal. El pienso se puede suministrar con comederos automáticos de tal manera que se distribuya durante 8 a 12 horas al día. Si se suministra manualmente a saciedad es conveniente suministrarlo como mínimo 5 veces al día, 3 por la mañana y 2 por la tarde.

Tabla 3. Tabla de alimentación para sargo picudo durante el preengorde en función del peso corporal de los ejemplares y la temperatura del agua. La tasa de alimentación se expresa en % de la biomasa en cultivo.

Peso (g)	Temperatura (°C)							
	14	16	18	20	22	24	26	28
1	4.32	6.04	8.02	10.11	12.09	13.73	14.81	15.15
2	3.19	4.46	5.93	7.47	8.93	10.14	10.94	11.19
4	2.36	3.30	4.38	5.52	6.60	7.49	8.08	8.27
8	1.74	2.44	3.23	4.07	4.87	5.53	5.97	6.11
12	1.46	2.04	2.71	3.41	4.08	4.64	5.00	5.12
16	1.29	1.80	2.39	3.01	3.60	4.09	4.41	4.51
20	1.17	1.63	2.17	2.73	3.27	3.71	4.00	4.09

Tabla 4. Simulación del preengorde para obtener 150.000 ejemplares de sargo picudo en instalaciones con bombeo de agua de mar de pozo, con una temperatura constante de 20°C. Los valores se estiman cada 30 días.

Temp. (°C)	Peso (g)	Número ejemplares	Biomasa (Kg)	Pienso (Kg/día)	Pienso (Kg/mes)	Incremento Biomasa (Kg)	Suma. Pienso (Kg)
20	1.00	160.000	160	16			
20	6.44	154.880	997	45	913	837	913
20	15.49	149.934	2.323	71	1.733	2163	2.646

No se han descrito patologías de esta especie, siendo la mortalidad si las condiciones de cultivo y manipulación son óptimas muy baja, inferior al 5%. No obstante, se puede asumir una mortalidad del 10% incluyendo ejemplares que presente malformaciones o de crecimiento muy bajo.

3.2. ENGORDE

El crecimiento y por tanto la duración del cultivo depende del régimen de temperatura en la zona donde se desarrolle el engorde. Para construir la tabla 5 se ha simulado el crecimiento y las necesidades de alimento del sargo picudo en distintas zonas con regímenes de temperatura diferentes. Como se puede observar los mejores resultados se obtienen en Canarias y los más pobres en Galicia, de forma similar a lo que ocurre con dorada.

Tabla 5. Tiempo necesario para alcanzar los 400 g de peso, partiendo de juveniles de 15g, estimado con los regímenes de temperatura de cada zona.

	Tiempo de engorde (días)	Índice de Conversión
Galicia	859	2.47
Bahía de Cádiz	493	1,62
Esteros de Cádiz	488	1,61
Canarias	420	1,59
Cataluña	509	1,64
Murcia	476	1,60

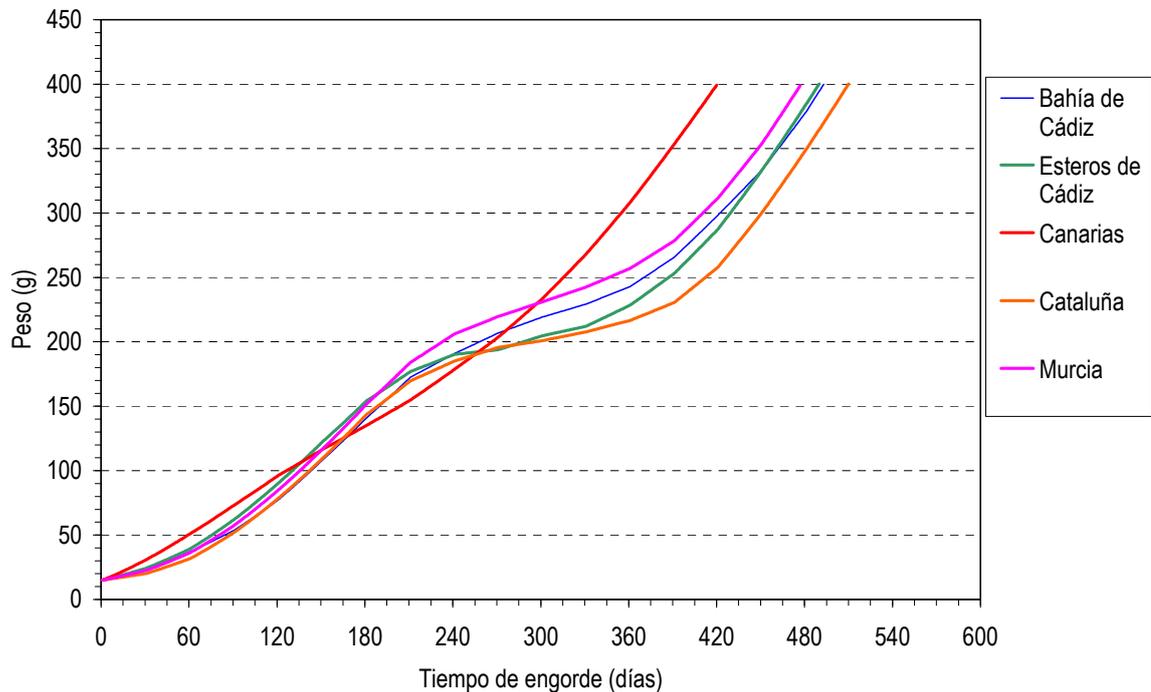


Figura 3. Crecimiento del sargo picudo en distintos puntos, estimado con la ecuación desarrollada para esta especie.

Tampoco durante la fase de engorde existe un pienso comercial específico, pero también los piensos para dorada ofrecen muy buenos resultados. En la Tabla 6 se muestra la tasa de crecimiento en función del peso y la temperatura del agua, y en la Tabla 7 la tasa de alimentación. En la Tabla 8 se simula el engorde 100.000 ejemplares en las costas de Murcia, y mes a mes se muestran los valores de peso medio de la población, la biomasa y las necesidades de pienso. Las cargas de cultivo podría mantenerse entre los 10 y 20 Kg/m³. El sargo picudo es una especie muy resistente por lo que no es previsible una mortalidad superior al 10% durante el proceso de engorde. No obstante, el sargo picudo es una especie muy sensible a *Enteromyxum leei*, que puede ocasionar mortalidades importantes, siendo este el principal problema de esta especie.

Tabla 6. Tabla de crecimiento para sargo picudo durante el engorde en función del peso corporal de los ejemplares y la temperatura del agua. La tasa de crecimiento se expresa en % del peso corporal.

Peso (g)	Temperatura (°C)							
	14	16	18	20	22	24	26	28
16	0.86	1.27	1.76	2.27	2.74	3.09	3.25	3.19
20	0.75	1.11	1.53	1.98	2.39	2.69	2.83	2.78
30	0.58	0.86	1.19	1.54	1.86	2.10	2.20	2.16
50	0.42	0.63	0.87	1.13	1.36	1.53	1.61	1.58
100	0.28	0.41	0.57	0.73	0.89	1.00	1.05	1.03
150	0.22	0.32	0.44	0.57	0.69	0.78	0.82	0.80
200	0.18	0.27	0.37	0.48	0.58	0.65	0.68	0.67
250	0.16	0.23	0.32	0.42	0.50	0.57	0.60	0.58
300	0.14	0.21	0.29	0.37	0.45	0.51	0.53	0.52
350	0.13	0.19	0.26	0.34	0.41	0.46	0.48	0.47
400	0.12	0.17	0.24	0.31	0.38	0.42	0.45	0.44
450	0.11	0.16	0.22	0.29	0.35	0.39	0.41	0.41

Tabla 7. Tabla de alimentación para sargo picudo durante el engorde en función del peso corporal de los ejemplares y la temperatura del agua. La tasa de alimentación se expresa en % de la biomasa en cultivo.

Peso (g)	Temperatura (°C)							
	14	16	18	20	22	24	26	28
16	0.86	1.24	1.69	2.18	2.66	3.06	3.33	3.42
20	0.78	1.13	1.55	1.99	2.43	2.80	3.04	3.12
30	0.66	0.96	1.31	1.69	2.06	2.37	2.58	2.65
50	0.54	0.78	1.06	1.37	1.67	1.92	2.09	2.15
100	0.41	0.59	0.80	1.03	1.26	1.45	1.57	1.62
150	0.34	0.50	0.68	0.87	1.06	1.22	1.33	1.37
200	0.30	0.44	0.60	0.78	0.94	1.09	1.18	1.22
250	0.28	0.40	0.55	0.71	0.86	0.99	1.08	1.11
300	0.26	0.37	0.51	0.66	0.80	0.92	1.00	1.03
350	0.24	0.35	0.48	0.62	0.75	0.86	0.94	0.97
400	0.23	0.33	0.45	0.58	0.71	0.82	0.89	0.91
450	0.22	0.32	0.43	0.56	0.68	0.78	0.85	0.87

Tabla 8. Tabla de índice de conversión para sargo picudo durante el engorde en función del peso corporal de los ejemplares y la temperatura del agua.

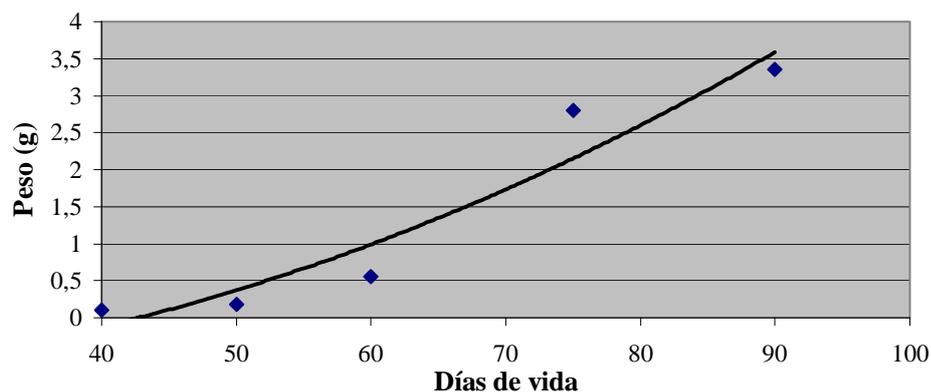
	Temperatura (°C)							
	14	16	18	20	22	24	26	28
16	1.00	0.98	0.96	0.96	0.97	0.99	1.03	1.07
20	1.05	1.02	1.01	1.01	1.02	1.04	1.07	1.13
30	1.14	1.11	1.10	1.09	1.11	1.13	1.17	1.22
50	1.27	1.24	1.22	1.22	1.23	1.26	1.30	1.36
100	1.46	1.43	1.41	1.40	1.42	1.45	1.50	1.57
150	1.59	1.55	1.53	1.53	1.54	1.58	1.63	1.71
200	1.69	1.65	1.62	1.62	1.64	1.67	1.73	1.81
250	1.77	1.72	1.70	1.70	1.71	1.75	1.81	1.90
300	1.84	1.79	1.77	1.76	1.78	1.82	1.88	1.97
350	1.90	1.85	1.82	1.82	1.84	1.88	1.94	2.04
400	1.95	1.90	1.87	1.87	1.89	1.93	2.00	2.09
450	2.00	1.95	1.92	1.92	1.94	1.98	2.05	2.14

4. BOCINEGRO O PARGO.

4.1. Preengorde

Durante esta fase los peces fueron estabulados en tanques de preweaning de 40 m³ a una densidad de 1,2 kg/m³ aproximadamente. Los peces tardaron en alcanzar los 0,1g de peso unos 40 días tras la eclosión (SGR: 5-6%). Entre 0,1 y 1g aproximadamente, se obtuvieron unas tasas de crecimiento muy superiores al resto del periodo de engorde, con valores de SGR que estuvieron en torno al 10%. A lo largo de este período (unos 20 días), los animales fueron alimentados con pienso comercial (Trouw) adecuado al tamaño del animal (Migas de diferente tamaño: 100 a 300 µm) y en cantidades ajustadas a la ingesta del animal (5,5% de su peso/día) a partir de los datos proporcionados por las tablas de alimentación para dorada de la casa comercial.

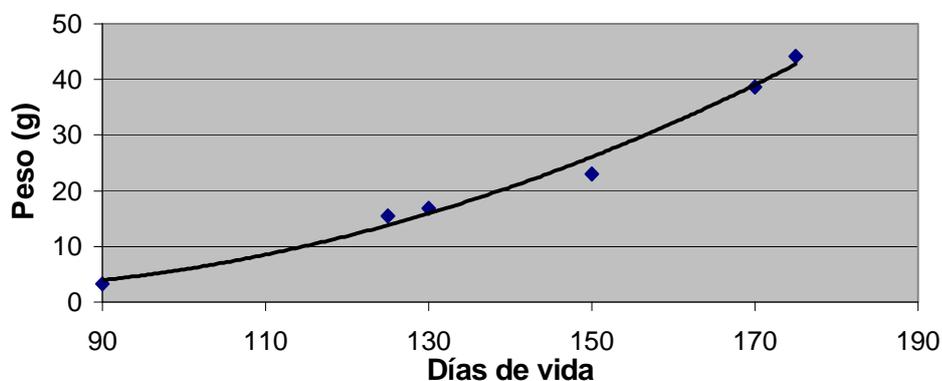
Curva crecimiento bocinegro (DESTETE-PREENGORDE)



Durante el período comprendido entre 1g y 3,5g (unos 30 días), si bien los peces continuaron comiendo de la misma forma se obtuvo una disminución notable del crecimiento con valores de ingesta de 4-5% y SGR entre 2 y 4% diario según las diferentes dietas utilizadas (Trouw, Proaqua y diferentes experimentales). Este empeoramiento de los resultados viene asimismo acompañado por un cambio en las condiciones de cultivo (tanques de 10m³, densidad de cultivo 10 kg/m³ y 10% renovación de agua por hora).

Para peces que rondaron los 15-70g se han obtenido valores de IC de 1,2 y SGR de 1,82 % aproximadamente. Estos valores empeoraron ligeramente, 1,3 y 0,92 para el IC y SGR, respectivamente en peces de 70 a 100 g de peso.

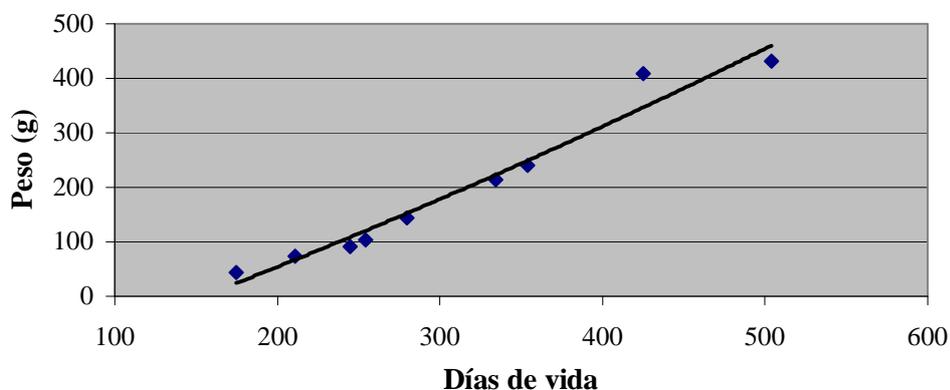
Curva de crecimiento de bocinegro (PREENGORDE)



4.2. Engorde

En este caso los datos corresponden a diferentes experiencias realizadas en tanques de 1m³ de fondo plano y color gris, con una densidad de cultivo inicial de 3-5 kg/m³ y final de 10-16kg/m³. Los valores medios de IC y SGR para peces de entre 100 y 450g rondaron los 0,72 y 1,65, respectivamente. Durante esta fase se utilizó pienso comercial de Proaqua S.A. (Mistral 17) de entre 5 y 7 mm de diámetro y otros diferentes piensos experimentales.

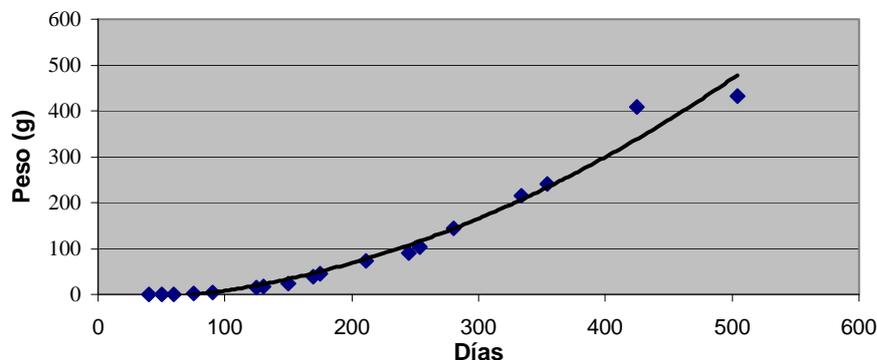
Curva crecimiento de bocinegro (ENGORDE)



4.3. Ciclo completo

Con todos los datos anteriores se realizó una curva de crecimiento estimada para el ciclo completo de cultivo de esta especie con peces de 0 a unos 500g de peso.

Curva de crecimiento de bocinegro (CICLO COMPLETO)



Comentarios generales:

- 1) En los diferentes experimentos se han utilizado tanques de fondo plano color gris, los cuales han demostrado hasta el momento y según diferentes experiencias unas mejores condiciones adaptativas de los peces (coloración, estrés, ...).
- 2) Se ha utilizado un fotoperíodo natural en las diferentes fases de engorde (12h luz/12 h oscuridad de media; mientras que en las fases de destete y preengorde se forzó a una mayor ingesta incrementando las horas de luminosidad con luz artificial).
- 3) Todas las dietas experimentales utilizadas se formularon para 50/15, intentándose en el caso de las comerciales utilizar aquellas cuyas proporciones proteínica/lípidos más se asemejaran a la misma relación, atendiendo a resultados de crecimiento y composición corporal observados en experiencias previas.
- 4) Durante la fase de preengorde los peces son alimentados con una combinación de manual (4 tomas/día) y alimentadores (pulsos de alimento cada 5 min./15h al día). En la fase de engorde se alimentó 6 veces al día/6días por semana en peces de hasta 40 y 3 veces al día/6 días por semana en peces mayores de 40g. En todos los casos se trató de alimentar a saciedad aparente según los diferentes piensos utilizados.
- 5) Se muestran valores de crecimiento e IC bastante mejores que los publicados hasta el momento para esta especie, lo que demuestra una notable mejoría en la aclimatación de la misma a las condiciones de cautividad, así como una mejor adecuación de las dietas a los requerimientos del animal.

- 6) Hasta el momento, uno de los principales problemas que presenta esta especie es la pérdida del color rojo-rosáceo característico de la piel en el animal salvaje, la cual adquiere una tonalidad negro-grisáceo en condiciones de cautividad. Estudios recientes muestran que para la obtención de la coloración característica del animal salvaje, éstos necesitan ser alimentados con pigmentos carotenoides en el pienso puesto que los peces no tienen la capacidad de biosintetizarlos. Si bien gran parte de los datos mostrados en la presente memoria corresponden a experiencias realizadas con piensos comerciales que no presentan efecto positivo alguno sobre la coloración del animal, las diferentes dietas experimentales ensayadas han ido adecuándose y orientándose a la obtención de una coloración de la piel similar a la que presenta el animal en el medio natural, mediante la adición de diferentes fuentes de carotenoides. En la actualidad se tienen resultados con algunas de las dietas ensayadas en las que la coloración obtenida es bastante similar a la del pez salvaje, mostrándose asimismo de forma homogénea en prácticamente el total de la población utilizada.
- 7) Adicionalmente, y en relación con las tasas de crecimiento observadas para esta especie, datos preliminares obtenidos en diferentes experiencias muestran una notable disminución de las excreciones de amonio al medio cuando comparamos con otras especies como la dorada. El amonio excretado al medio, como principal producto final del metabolismo de la proteína en peces teleósteos, se presenta como uno de los medios más rápidos para evaluar la utilización nutritiva de la proteína contenida en las dietas, siendo además uno de los principales factores limitantes en sistemas de cultivo intensivo por sus propiedades tóxicas y/o estresantes.

5. HURTA.

Siendo el engorde en jaulas el más idóneo para obtener un mejor crecimiento de los alevines (Cárdenas, 2007b), este protocolo para el engorde de la hurta se puede realizar en dos fases, como los desarrollados por el IFAPA en el litoral de Conil (Cádiz) (Padilla, Muñoz y Cárdenas, 2005):

Primera Fase: Aclimatación en jaulas de 50 m³, donde se realizará el preengorde desde 10 hasta 50 gramos.

Segunda Fase: Engorde en jaulas de 1.000 a 3.000 m³ desde 50 hasta 300 gramos.

5.1. ACLIMATACIÓN PREVIA A LA ESTABULACIÓN EN JAULAS EN EM MAR ABIERTO.

Se llevará a cabo un aclimatación previa de los alevines a las condiciones de estabulación en jaulas en mar abierto. Para ello utilizaremos jaulas de aclimatación (más pequeñas) de 50 m³, como el modelo de jaula circular de la empresa CORELSA de 5,5 metros de diámetro y 3 metros de profundidad, en donde se realizará el preengorde entre 10 y 50 gramos, donde se desarrollará un monitoreo diario de los parámetros principales de la calidad de agua, tales como temperatura (°C), salinidad (ppt), oxígeno disuelto (ppm y %), turbidez (ntu) y corrientes (cm/seg). Una vez conseguido este peso, y con los ejemplares aclimatados a la alimentación manual, se procederá al transporte de los juveniles hasta la jaula de engorde.

Para el abastecimiento de los piensos se utilizará algunas de las casas comerciales que suministran tales alimentos. Durante esta fase los alevines se pasará de alimentación automática mediante comederos a alimentación manual de tres tomas diarias. Se realizará un seguimiento del crecimiento con el fin de analizar las tasas de crecimiento (SGR y GF3) y el factor de conversión (FCR).

5.2. ENGORDE.

Las jaulas se deberán instalar en mar abierto debido a las condiciones de buena calidad del agua que requiere esta especie. Es necesario hacer una mención a la posible influencia negativa de la turbidez en el comportamiento de esta especie en cautividad (Cárdenas *et al.*, 2003). La turbidez es mayor en las cercanías de la costa, por lo que serán más adecuadas zonas de más profundidad y poco influenciadas por ríos.

Se podrán utilizar jaulas entre 1.000 y 3.000 m³, como el modelo de jaula bicónica Sea Station de la empresa Ocean Spar (Figura 24). Este modelo de jaula de flotabilidad controlable está construido en acero galvanizado. Consta de un eje cilíndrico vertical en cuyos extremos se fija la red, la cual mantiene el volumen de la estructura gracias a la acción de un anillo circular también de acero. Dentro de la estructura vertical existe un depósito de aire que hace que la jaula pueda variar su posición en la columna de agua. La instalación se fondea mediante cuatro puntos de anclaje y es de destacar el material que compone la red, llamado Dynnema, que se caracteriza por su alta resistencia. Además se colocara una red de alevinaje especialmente suministrada por la empresa fabricante de la jaula, y que posee un volumen de 200 m³, esta red tiene la función de facilitar la cría cuando las hurtas tienen un pequeño tamaño, manteniéndolas concentradas.

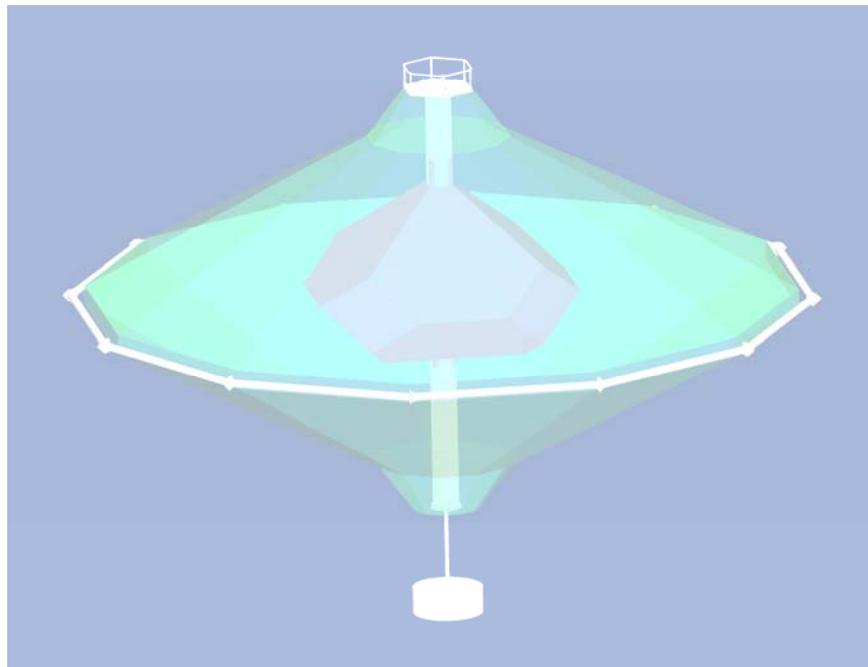


Figura 2.- Vivero flotante “Sea Station” de 3.000 m³ utilizada para el engorde de la hurta.

En todo caso las cargas finales a introducir no superaran los 15 kg/m³. El engorde se llevará a cabo entre 50 y 300 gramos, usando pienso para dorada o pargo de 2 a 4 mm, dada la carencia de un pienso específico para hurta, cuyas características nutricionales serán: 40-50 % de proteína y 22-24% en grasa.

A partir de los 100 gramos de peso medio se pasará de alimentación manual de tres tomas diarias a una toma manual diaria. Se realizará un seguimiento del crecimiento con el fin de analizar las tasas de crecimiento (SGR y GF3) y el factor de conversión (FCR). Puesto que estos índices no son constantes sino que dependen de muchos factores, tendremos que cuidar tales parámetros para conseguir un óptimo índice de conversión que oscile entre (1-2), aspecto que será ventajoso para el desarrollo del proceso de engorde.

El tiempo estimado para alcanzar los 300 gramos de peso medio (tamaño ración) es de 18 meses según los ensayos realizados por nuestro equipo a lo largo de este proyecto PROESP (Cárdenas, 2006) (Figura 25), similar al que presenta la dorada, pero con la ventaja de que el precio de la hurta en el mercado es superior al de la dorada.

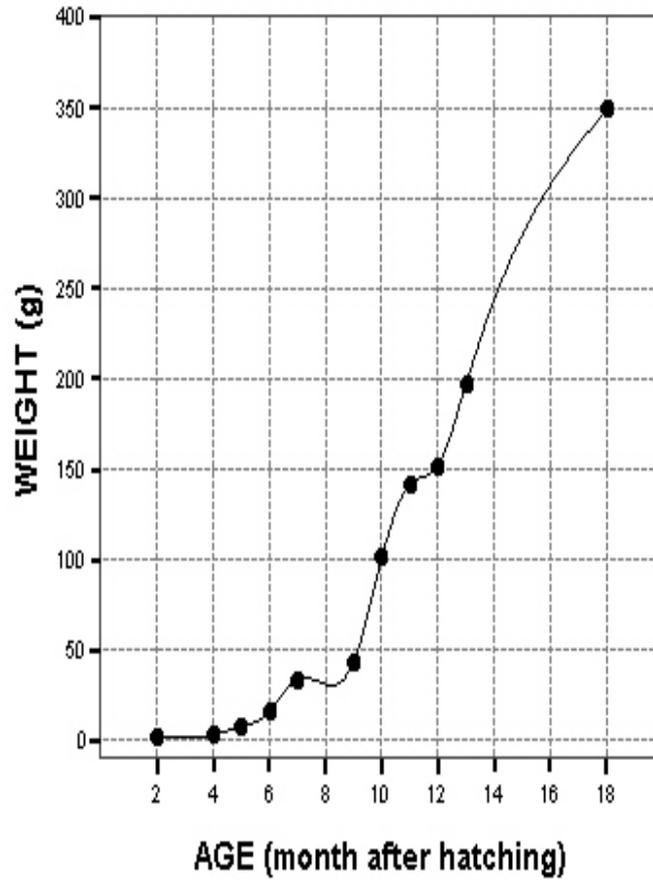


Figura 2.- Crecimiento previsible para el engorde de hurtas en jaulas.