



**Determinação do requisito proteico em juvenis de
corvina (*Argyrosomus regius*, Asso, 1801)**

André Jorge Vieites Amoedo

Dissertação de Mestrado em Ciências do Meio Aquático e Recursos
Marinhos – Especialização em Aquacultura e Pescas

2011

André Jorge Vieites Amoedo

**Determinação do requisito proteico em juvenis de corvina
(*Argyrosomus regius*, Asso, 1801)**

Dissertação de Candidatura ao grau de Mestre em Ciências do Meio Aquático e Recursos Marinhos – Especialização em Aquacultura e Pescas, submetida ao Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto.

Orientação: Doutor Pedro Pousão Ferreira, Investigador Auxiliar Estação Piloto de Piscicultura de Olhão, INRB, I.P. – IPIMAR

Agradecimentos

Gostaria de agradecer às inúmeras pessoas que contribuíram para a realização desta dissertação. Ao meu orientador, o Doutor Pedro Pousão Ferreira pela disponibilidade em me receber para a realização da dissertação e pela infinita paciência na elaboração da mesma. Ao Doutor Jorge Dias e à Doutora Laura Ribeiro pelos conhecimentos, entusiasmo e paciência transmitidos no decorrer do ensaio. À Marisa pelos ensinamentos transmitidos durante a minha estadia na Estação Piloto de Piscicultura de Olhão e pelo agradável ambiente de trabalho depois transformado em amizade. A todos os colegas e amigos que ganhei no decorrer dos quatro meses de trabalho da EPPO. À Doutora Luísa Valente, por me ter recebido no seu laboratório (LANUCE) para a realização das análises bromatológicas, e à Eduarda, ao Pedro e à Sónia pelos conhecimentos e companheirismo durante a minha estadia no LANUCE.

Finalmente gostaria de agradecer à minha família e aos meus amigos por tornarem mais agradável todo o meu percurso académico.

Resumo

A corvina (*Argyrosomus regius*, Asso, 1801) é um dos maiores sciaenídeos a nível mundial, e uma espécie de elevado valor comercial no Sudoeste da Europa, sendo neste momento objecto de grande interesse em todo o Mediterrâneo com o intuito da sua produção comercial. As suas características biológicas qualificam-na como uma candidata de excelência para a diversificação da piscicultura marinha. A produção de corvina (*A. regius*) começou na segunda metade dos anos 90, contudo informações acerca das necessidades nutricionais da espécie só agora começaram a ser investigadas. A semelhança de outras espécies da família *Sciaenidae*, os juvenis de corvina tem um requisito de proteína elevado, contudo ainda desconhecido, na sua dieta. A proteína é o nutriente mais dispendioso em aquacultura e simultaneamente o mais necessário em quantidade. Torna-se assim extremamente importante avaliar o requisito de proteína em juvenis de corvina, de forma a melhorar a eficiência e rentabilidade do cultivo desta espécie.

1125 de juvenis de corvina (*A. regius*), com um peso inicial de 55g, distribuídos de forma aleatória por 15 tanques (n=75) a uma densidade de 2.75 kg/m³, e uma temperatura de 18.5 ± 0.5°C, de forma a obterem-se triplicados por cada tratamento, foram alimentados *Ad libitum* duas vezes ao dia durante 81 dias, com cinco dietas isoenergéticas (Cp) formuladas de forma a conterem respectivamente 36, 42, 48, 54 e 60% de proteína bruta e 14% de lípidos. No final do ensaio, 11 exemplares aleatórios por tanque foram sacrificados, 5 peixes para análises bromatológicas (proteínas, lípidos, matéria seca, cinzas, fósforo e energia) e 6 exemplares para recolha de fígado para determinação do índice hepatossomático. O peso final, eficiência alimentar, taxa de conversão alimentar, taxa de crescimento específico, rácio de eficiência da proteína, ingestão diária de alimento e índice hepatossomático foram determinados.

Os resultados gerais deste ensaio apontam a dieta com 60% de proteína como a mais indicada para a alimentação da corvina (*A. regius*) nas condições ensaiadas, maior peso final (101,28 ± 9,59 g), menor taxa de conversão alimentar (1,27 ± 0,13), maior eficiência proteica (1,33 ± 0,13), assim como a taxa de crescimento específico mais elevada (0,7 ± 0,06). Aliados a estes resultados a análise da composição proximal das carcaças revela que os peixes alimentados com esta dieta apresentam ainda uma menor percentagem de lípidos e a maior percentagem de proteína comparativamente as outras dietas. Os valores de TCE obtidos neste ensaio exibem uma tendência crescente e proporcional ao aumento da percentagem de proteína das dietas, sugerindo um nível de lípidos nas dietas (14%) abaixo do requisito lipídico da corvina. Diversos autores afirmam que um

aumento de proteína nas dietas acima do requisito proteico da espécie, induz um decréscimo nos valores da eficiência alimentar, contudo os dados recolhidos neste ensaio não apontam para a existência desse decréscimo dos valores da eficiência alimentar. Assim podemos inferir que o requisito proteico da corvina (*A. regius*), para uma temperatura de 18.69 ± 0.09 °C, pode encontrar-se acima dos 54% de proteína incluída na dieta Cp54, devido a catabolização da proteína para conversão em energia.

Abstract

The meagre (*Argyrosomus regius*, Asso, 1801) one of the larger Sciaenidae, and a species of high commercial value in Southeast Europe, is currently the subject of great interest throughout the Mediterranean with the aim of commercial production. The biological characteristics qualify it as an excellent candidate for the diversification of marine fish farming. The production of meagre (*A. regius*) began in the second half of 90's, however information about the nutritional needs of the species have only begun to be investigated. Similarity to other species of the Sciaenidae family, meagre has a high dietary protein requirement, yet still unknown, in diet. Protein is the most expensive nutrient in aquaculture and simultaneously the most necessary in quantity. It is therefore extremely important to evaluate the dietary protein requirement of juvenile meagre, in order to improve efficiency and profitability of the cultivation of this species.

1125 juvenile meagre (*A. regius*), with an initial weight of 55g, randomly distributed in 15 tanks ($n = 75$) at a density of 2.75 kg/m^3 and a temperature of $18.5 \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$, so there be triplicate for each treatment, were fed ad libitum twice a day for 81 days, with five isoenergetic diets (Cp) formulated to contain respectively 36, 42, 48, 54 and 60% crude protein and 14% lipid. After the study, 11 random fish per tank were killed, five fish for bromatological analysis (proteins, lipids, dry matter, ash, phosphorus and energy) and six to collect liver for determination of the hepatosomatic index. Final weight, feed efficiency, feed conversion ratio, specific growth rate, protein efficiency ratio, daily intake of food and hepatosomatic index were determined.

The overall results of this study indicate the diet with 60% protein, as the most suitable for the feeding of meagre (*A. regius*) under the tested conditions, with the higher final body weight ($101,28 \pm 9,59 \text{ g}$), lower feed conversion ratio ($1,27 \pm 0,13$), higher rate protein efficiency ($1,33 \pm 0,13$), as well as the higher specific growth rate ($0,7 \pm 0,061$). Allied to these results the analysis of the proximal composition of the whole body revealed that fish fed this diet have a lower percentage of lipid content and the highest percentage of protein content, compared to other diets. SGR values obtained in this experiment show a growing and proportional trend to the increase in the percentage of dietary protein in the diets, suggesting that the level of lipids in the diet (14%) is lower than the lipid requirement of meagre. Several authors argue that an increase in protein in the diet above the requirement of protein species induces a decrease in the values of feed efficiency, however the data collected in this study does not indicate the existence of a decrease in the values of feed efficiency. So we can infer that the protein requirement of juvenile

meagre (*A. regius*) to a temperature of 18.69 ± 0.09 ° C, can be above the 54% of dietary protein included in the diet Cp54, due to conversion of the dietary protein into energy.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Corvina	1
1.2. Aquacultura dos <i>Sciaenidae</i>	4
1.2.1. Corvina (<i>Argyrosomus regius</i>)	4
1.2.2. Corvinão de Pintas (<i>Sciaenops ocellatus</i>)	8
1.2.3. Corvina japonesa (<i>Argyrosomus japonicus</i>)	8
1.2.4. Viúva (<i>Umbrina cirrosa</i>)	9
1.3. Aquacultura em Portugal	10
1.4. A corvina (<i>Argyrosomus regius</i>) no mercado europeu	12
1.4.1. Custo de produção e comercialização	12
1.4.2. Comercialização de peixe inteiro	12
1.4.3. Comercialização de filetes	14
1.5. Determinação dos requisitos de proteína	15
1.5.1. Proteína	15
1.5.2. Conceitos metabólicos	16
1.5.3. As relações entre os requisitos de energia e proteína	18
1.5.4. Qualidade e digestibilidade de proteínas na dieta	19
1.5.4.1 O conteúdo de proteína dos alimentos	19
1.5.4.2 Digestibilidade	19
2. Objectivos	21

3. Materiais e métodos	22
3.1. Ensaio	22
3.1.1. Ensaio de crescimento	22
3.1.2. Dietas experimentais	22
3.1.3. Amostragens	25
3.1.4. Parâmetros biométricos	27
3.1.5. Quantificação da ingestão	27
3.2. Análises bromatológicas	28
3.3. Análise dos dados	29
3.4. Análise estatística	31
4. Resultados e Discussão	32
4.1. Ensaio de crescimento	32
4.2. Análises bromatológicas	37
4.3. Comportamento	39
4.4. Análise económica	39
5. Conclusão	41
6. Estudos futuros	43
7. Bibliografia	44

1. Introdução

1.1. Corvina (*Argyrosomus regius*, Asso, 1801)

A família *Sciaenidae* encontra-se entre as maiores famílias de peixes roncadores, englobando 270 espécies em 70 géneros (Ono *et al.*, 1982; Chao, 1986). Estes sons, compostos por sequências de batidas, tambores ou coxos (Tavolga, 1971), são emitidos pela vibração de um par de músculos da bexiga-natatória, associados a musculatura lateral do corpo (Tower 1908; Takemura *et al.*, 1978).

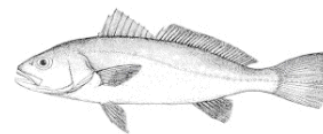


Figura 1 - *Argyrosomus regius*, Asso, 1801, FAO. 2005-2011. Cultured Aquatic Species Information Programme. *Argyrosomus regius*. Cultured Aquatic Species Information Programme

A corvina, *Argyrosomus regius* (figura 1) é um dos maiores sciaenídeos a nível mundial, atingindo mais de 180 cm de comprimento total e 50 kg de peso (Quéméner *et al.*, 2002), com uma ampla distribuição ao longo da costa atlântica (Sul da Noruega até ao Congo) incluindo todo o Mar Mediterrâneo (Chao, 1986) (Figura 3). Na Europa os desembarques de corvina selvagem situam-se abaixo das 500 toneladas, sendo um peixe de importância secundária nos totais de captura de pescado (FAO, 2009).

Contudo devido ao seu grande tamanho, elevado preço de venda nas lotas e disponibilidade sazonal elevada em águas costeiras, a corvina constitui um alvo muito apetecível para as frotas de pesca locais artesanais, frotas comerciais e ainda pelo sector recreativo (Quéro *et al.*, 1987; Quéméner *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2002; Prista *et al.*, 2008).

A corvina é uma espécie semi-pelágica costeira, com tendência demersal (Quéro *et al.*, 1987), sendo facilmente encontrada em águas litorais até aos 80 m. A corvina é uma espécie euritermal e eurihalina, resistente a mudanças bruscas de temperatura (2 a 38°C) e de salinidade (5 a 39‰), facultades que lhe permitem entrar na foz de rios e estuários, onde realizam a desova.

Possui uma cabeça grande, corpo alargado quase fusiforme e ligeiramente comprimido, com o dorso de cor cinzento esverdeado ou azulado e o ventre esbranquiçado, possuindo iridiscências e brilhos dourados. As escamas da corvina (*A. regius*) que revestem o seu corpo são relativamente grandes e ciclóides e a sua linha lateral é curva e com aproximadamente 50 escamas ctenóides que se destacam pelo seu brilho intenso (Figura 2). As barbatanas são de cor castanhas avermelhadas e tem uma mancha escura pouco diferenciada sobre o opérculo. Possui boca terminal, com o maxilar dilatado na zona posterior e pré-maxilar prolongado. A mandíbula apresenta dentes em série de diferentes

tamanhos (os maiores e mais fortes situam-se na serie mais externa, na zona central da parte superior e na zona interna situam-se na parte inferior. O interior da boca é amarelo\dourado, sendo esta a origem do nome comum atribuído a esta espécie em Itália, Bocca d'oro.

Esta é uma espécie corpulenta e muito ágil (Piccolo *et al.*, 2008, Poli *et al.*, 2001).

A evolução da organogênese do sistema digestivo da corvina (*A. regius*) foi descrita durante os primeiros 30 dias de vida por Cruz *et al.*, (2007) e durante os primeiros 60 dias de vida por Abreu *et al.*, (2009). Ambos os autores descrevem a corvina como uma espécie de rápido desenvolvimento larvar e muito susceptível aos parâmetros de criação durante a sua fase larvar (Figura 3), condicionando o seu crescimento.

A corvina (*A. regius*) na sua fase adulta apresenta um tracto digestivo relativamente curto, típico de peixes carnívoros, representando cerca de 70% da sua longitude corporal. O esófago é curto e largo com paredes musculosas. O estômago com função secretora, musculoso e em forma de saco pequeno, em cuja zona anterior se insere tanto uma porção do esófago como do intestino, originando o estômago posterior que permite a ingestão de presas de grande tamanho. O intestino é também curto e de paredes de espessura variável, sendo as zonas intermédia, anterior e anal as de menor espessura. Na porção anterior do intestino e próximo da zona pilórica do estômago existem 9 cegos pilóricos, que junto com o intestino tem funções secretoras e de absorção. (Oliva *et al.*, 2005; Gil *et al.*, 2009).

A corvina (*A. regius*) é uma espécie muito voraz, alimentando-se de poliquetas, crustáceos, equinodermes, moluscos e outras espécies de peixes mais pequenos como clupeídeos e mugílidos (Jiménez *et al.*, 2005).

É uma espécie gregária e de hábitos nocturnos, deslocando-se em pequenos grupos. Durante a época de reprodução, entre Abril e Junho, alteram o seu comportamento e reúnem-se em grandes grupos para desovar. A desova ocorre em zonas costeiras ou em estuários. É uma espécie particularmente abundante na foz dos rios Garona (Pasquaud, 2006), Guadiana (Prista *et al.*, 2007) e Guadalquivir (Catalán *et al.*, 2006; Fernández-Delgado *et al.*, 2000; Sobrino *et al.*, 2005).



Figura 1 - Exemplar de reprodutores de corvina (*Argyrosomus regius*), estabelecidos na Estação Piloto de Piscicultura de Olhão (INRB, IP/L-IPIMAR) 2010

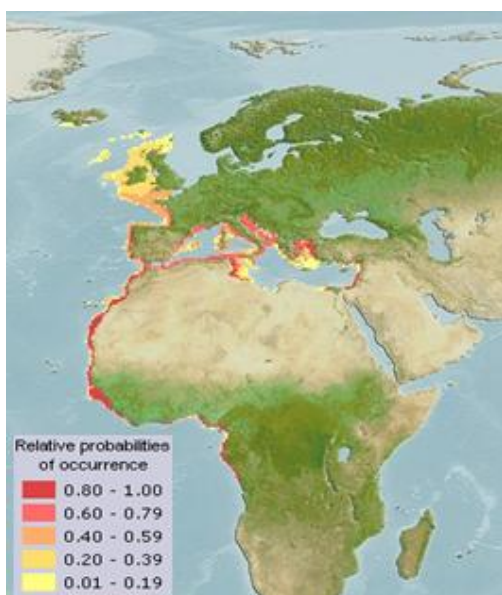


Figura 2 - Mapa da distribuição nativa da Corvina (*Argyrosomus regius*), revisto (www.aquamaps.org, versão Agosto 2010)



Figura 3 - Larva de corvina (*Argyrosomus regius*), 26 DAE (10mm), Estação Piloto de Piscicultura de Olhão (INRB, IP/L-IPIMAR) 2010

1.2. Aquacultura dos *Sciaenidae*

Das espécies integrantes da família *Sciaenidae* sete são cultivadas em diversos países a nível comercial ou experimental:

Corvina japonesa (*Argyrosomus japonicus*): Austrália (Silberschneider *et al.*, 2008), África do Sul (Bernatzeder *et al.*, 2007; Musson, 2010) e Taiwan (Ueng *et al.*, 2007).

Corvina (*Argyrosomus regius*): Espanha (Mateos, 2007), Egipto, França, Itália, Marrocos e Turquia (Jiménez *et al.*, 2005).

Cilus gilberti: Chile (Aburto, 2005; Augsburguer, 2006; Cárdenas *et al.*, 2009a).

Micropogonias furnieri: Uruguai (García-Alonso *et al.*, 2004).

Sciaena umbra, Grécia (Chatzifotis *et al.*, 2006) e Turquia (Claki *et al.*, 2006).

Corvinão de Pintas (*Sciaenops ocellatus*): China (Xu *et al.*, 2007), Estados Unidos (Henderson-Arzapalo, 1995; Holt, 2000), Equador (Rajoy, 2003), Israel, Martinica (Dao, 2003; Gardes *et al.*, 2000; Soletchik *et al.*, 1989), México (García-Ortega *et al.*, 2004; Goffings, 2010) e Taiwan (Liao *et al.*, 2001).

Umbrina cirrosa: Chipre (Mylonas *et al.*, 2000), Espanha (Arizcun *et al.*, 2009), Grécia (Mylonas *et al.*, 2004), Itália (Barbaro *et al.*, 2002) e Turquia (Basaram *et al.*, 2009).

1.2.1. Corvina (*Argyrosomus regius*, Asso, 1801)

A corvina (*A. regius*), utilizada neste ensaio, é neste momento objecto de interesse em todo o mediterrâneo com o intuito da sua produção comercial. As suas características biológicas qualificam-na como uma candidata de excelência para a diversificação da piscicultura marinha. É uma espécie de elevada fecundidade e amplamente distribuída com preços de mercado médio-altos (6 euros/kg, INE 2010) e boa aceitação por parte do consumidor.

A produção de corvina (*A. regius*) começou na segunda metade dos anos 90, no seguimento de um acordo entre produtores Italianos e Franceses, do qual resultou a primeira produção comercial em 1997 em França. Os juvenis produzidos em Sète

(França) eram depois transferidos para pisciculturas na lagoa de Orbetello, Toscana, na costa oeste de Itália. Nos anos seguintes a cultura de corvina (*A. regius*) espalhou-se por outros países mediterrânicos e a sua produção aumentou rapidamente (Tabela 1).

Sendo uma espécie eurihalina possui uma fácil adaptação a diversos ambientes, incluindo crescimento em tanques de terra com águas salobras. A corvina (*A. regius*) tolera também o “aprisionamento” como demonstra a sua presença em grandes aquários e alcança elevadas taxas de crescimento e bons níveis de conversão de alimento (Calderón *et al.*, 1997; Pastor *et al.*, 2002). A sua resistência a condições desfavoráveis demonstrou ser considerável: juvenis de 100 g chegaram a suportar 45 ‰ de salinidade e 26° de temperatura num tanque de 4 ha (Ifapa El Toruño, resultados não publicados).

As características organolépticas da corvina de aquacultura apresentam umas quantidades inusitadamente baixas de gordura (1,5 a 4%, Tabela 5) comparativamente com outras espécies de piscicultura, tolerando grandes períodos de conservação pelo frio, características que conferem à corvina de piscicultura a categoria de um produto de excelência (Poli *et al.*, 2003).

Durante o crescimento larvar esta espécie apresenta taxas de sobrevivência muito elevadas, variando entre os 38% no dia de eclosão, 5% aos quinze dias após a eclosão e 77% aos setenta dias após eclosão (Pousão-Ferreira *et al.*, 2010). Aos trinta dias após a eclosão as corvinas (*A. regius*) podem alcançar 10 mg de peso seco, o quádruplo do peso de larvas de Dourada (*S. aurata*). As larvas demonstram ainda boa adaptação ao alimento vivo e a rações, podendo ser desmamadas a partir do décimo terceiro dia após a eclosão (Mendes *et al.*, 2011).

Esta espécie oferece expectativas excelentes de crescimento em jaulas, tendo atingido um peso médio de 1850g em 8 meses, partindo de exemplares selvagens com um peso médio de 110 g e um factor de conversão de alimento de 2.73, quando alimentados com peixe fresco e com uma mortalidade nula (Porto de Andratx, Maiorca, Ilhas Baleares) (Jiménez *et al.*, 2005). Este ensaio de crescimento em jaulas flutuantes no Porto de Andratx demonstrou que a corvina (*A. regius*) apresenta um comportamento tranquilo, sendo um peixe de fácil maneiio, adaptando-se facilmente as condições das jaulas. Esta espécie não apresenta manifestações patológicas relevantes (Tabela 3), sendo por isso o controle da densidade de cultivo o principal método de prevenção.

Contudo, a engorda em tanques demonstra pior adaptação, obtendo-se ainda assim bons índices de crescimento: 872 g de peso médio em 4 meses (Pastor *et al.*, 2002).

A corvina de piscicultura é maioritariamente vendida fresca, inteira com cabeça ou esviscerada dependendo do mercado final. Mais de 50% dos peixes são vendidos com um peso entre 1 e 2 kg, e 25% com peso superior a 2 kg.

O tamanho dose (300-400g), de outros peixes de aquacultura (*S. aurata*; *D. labrax*; *O. Mykiss*), não é considerado indicado para esta espécie, pois corvinas com este peso têm cabeça e espinhas grandes e pouca carne relativamente ao corpo, sendo ainda considerada pouco saborosa (Monfort, 2010). Em Espanha, corvinas com peso inferior a 1 kg são consideradas muito escuras (negra) e conseqüentemente pouco atractivas para o consumidor.

Apenas pequenos volumes de corvina (*A. regius*) são processados para posterior congelamento. Filetes fumados são considerados pelos produtores como outra possibilidade de comercialização da corvina, não existindo ainda produtores comerciais. Considerando que peixes de menor tamanho não estão aptos para venda, e que a corvina (*A. regius*) atinge rapidamente o tamanho ideal para ser processado em filetes, e que o mercado para o peixe inteiro com cabeça está a diminuir enquanto a procura por produtos tamanho porção está em crescimento, o futuro para a produção de corvina (*A. regius*) passa obrigatoriamente pela produção de porções prontas a cozinhar (Monfort, 2010).

Tabela 1 - Produção de corvina (*A. regius*) em toneladas, (Monfort, 2010).

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
França	30	30	30	33	35	165	100	147	267	282	282	300
Itália						131		696	186	172	192	300
Espanha							3	16	347	489	251	1 374
Portugal									47	47	25	15
Grécia												240
Turquia												512
Malta										28	12	12
Egipto												2 031

Tabela 2 – Produção de juvenis de corvina (*A. regius*) em França, FAO 2010

	2003	2004	2005	2006	2007
França	1300000	1100000	1700000	900000	2200000

Tabela 3 – Manifestações patológicas na corvina (*A. regius*), FAO 2010

Agente	Tipo	Sintomas	Actuação\profilaxia
<i>Vibrio anguillarum</i>	Bacteriana	Barbatanas e áreas em volta da boca e avermelhadas, perda de apetite	Antibióticos na alimentação
<i>Amyloodinium ocellatum</i>	Protozoário (parasita)	Protozoários nas brânquias, irritação, asfixia e hiper segregação de mucose	Formol, sulfato de cobre
<i>Gyrodactylus</i> sp	Tremátode (parasita)	Parasitas nas barbatanas e brânquias	Formol

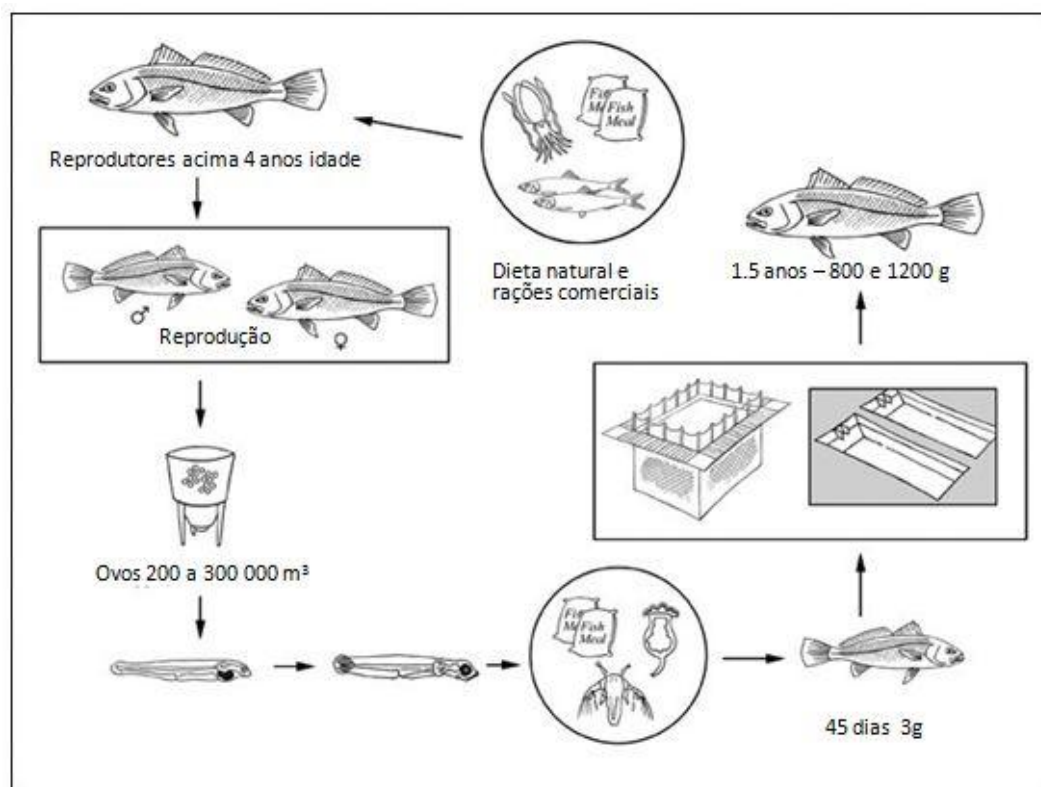


Figura 5 – Ciclo de produção da *Argyrosomus regius*, FAO 2010

1.2.2. Corvinão de Pintas (*Sciaenops ocellatus*, Linnaeus 1766)

É um peixe eurihalino e com uma distribuição entre Cape Cod, Massachusetts até Tuxpan, México. Os adultos desovam de Agosto a Outubro em águas costeiras, perto de estuários. A corvina de pintas desova ovos pelágicos (cerca de 1mm de diâmetro), e as fêmeas maiores podem produzir mais de 1 milhão de ovos. As larvas com cerca de 6 mm são arrastadas para os estuários pelas correntes e se instalam nas pradarias de algas. Tipicamente os juvenis e exemplares sub-adultos de *S. ocellatus* permanecem em estuários e baías, migrando para longe da costa quando atingem os 3.5-5 anos juntando-se a população de reprodutores (FAO, 2005-2011).

O cultivo do corvinão de pintas começou na década de 70, quando foi induzida em cativeiro a postura em adultos desta espécie manipulando a temperatura e o fotoperíodo e se desenvolveram as técnicas de cultivo larvar (Arnold *et al.*, 1977; Holt *et al.*, 1990).

Esta espécie adaptou-se bem ao cativeiro, produzindo posturas naturais sem a utilização de hormonas para a indução, aceitando bem a alimentação artificial e atingindo os 500 g de peso em cerca de 9 meses (Holt, 2000).

O seu rápido crescimento e a elevada sobrevivência larvar alimentadas com dietas microparticuladas e algas (*Isocrysis galbana*) em vez de rotíferos (Lazo *et al.*, 2000) permitem uma importante redução dos custos de produção. São produzidas comercialmente nas costas Norte-Americanas do golfo do México. Na Europa a sua produção está orientada para o repovoamento das suas áreas naturais que se encontram submetidas a grande pressão humana (captura para alimentação) (Jiménez *et al.*, 2005).

1.2.3. Corvina japonesa (*Argyrosomus japonicus*, Temminck & Schegel, 1843)

A corvina Japonesa (*A. Japonicus*) é uma espécie com larga distribuição mundial, sendo encontrada desde o Japão e Coreia do sul, ao longo da costa Chinesa até Hong Kong e nas costas este e sul da Austrália (Griffiths *et al.*, 1995). É ainda encontrada ao longo da costa sudoeste de África, do Cabo da Boa Esperança até ao sul de Moçambique, sendo especialmente frequente entre o Cabo Agulhas e KwaZulu-Natal (Griffiths, 1996). Com uma longevidade de 30 anos pode atingir os dois metros de comprimento e um peso de

43kg, sendo a maturidade atingida as 6 anos e 75 cm. Os adultos desovam junto à costa (até profundidades de 100m) durante a primavera/verão e as larvas (> 20 mm TL) são recrutadas para os estuários, migrando para a parte superior onde a salinidade varia entre 0 e 5 ppm. Juvenis com comprimento total inferior a 150 mm estão confinados às zonas superiores dos estuários, enquanto os juvenis com comprimento total superior a 150mm são encontrados nas zonas inferiores dos estuários, na zona de rebentação e no mar (Griffiths, 1996; Ter Morshuizen *et al.*, 1996).

A sua produção comercial iniciou-se na Austrália em 1992, no estado da Nova Gales do Sul. Entre 2001 e 2002 foram produzidos comercialmente mais de 12000 juvenis com um valor unitário de 0.56 euros (NSW Fisheries, 2003). O seu comportamento de agregação em cardumes, a fácil adaptação ao cativeiro e o manejo fácil fizeram desta espécie uma excelente candidata para ser produzida em piscicultura. Os longos períodos que os indivíduos desta espécie passam estáticos, sem qualquer actividade natatória, são uma vantagem na redução dos gastos energéticos, o que conduz a um crescimento mais rápido (Pirsa, 2011). Assim a corvina japonesa desenvolve-se bem em jaulas flutuantes atingindo os 45 cm (1,1 kg) ao fim de 26 meses a temperatura ambiente na área de Sidney, (NSW Fisheries, 2000).

1.24. Viúva (*Umbrina cirrosa*, Linnaeus 1758)

A viúva é um *teleósteo* eurihalino encontrado nos mares negro e mediterrâneo, habitando fundos arenosos e rochosos de zonas costeiras e estuarinas (Chao *et al.*, 1990). Os adultos podem atingir os 100cm e 10 quilos de peso e reproduzem-se durante a primavera e verão.

Os ensaios de cultivo da Viúva (*U. cirrosa*) iniciaram-se no Chipre nos anos 1993/1994. Mylonas *et al.* (2000) utilizando juvenis selvagens alimentados com farinha de peixe misturada com dietas comerciais de robalo (*D. labrax*) e dourada (*S. aurata*), induziram a desova através de injeções de GnRH α , tendo contudo obtido um baixo número de juvenis. Em Itália Barbaro *et al.* (2002) induziram posturas utilizando GnRH α de curta e de larga actividade, tendo obtido 95% de resposta à estimulação utilizando GnRH α de larga actividade e um desenvolvimento de 67% dos embriões após fecundação.

Mylonas *et al.*, (2004) realizaram na Grécia e no Chipre um estudo exaustivo sobre a biologia reprodutiva da viúva em cativeiro tendo observado que apesar da GnRH α ser efectiva na indução da postura com ovos viáveis, tratamentos múltiplos com injeções de

GnRHa, não induziram posturas múltiplas, como seria de esperar em exemplares com desenvolvimento ovárico por grupos.

1.3 Aquacultura em Portugal

Segundo a FAO (2010) a aquicultura tornou-se no sector de produção de alimentos que mais rapidamente cresceu a nível mundial, tendo aumentado a um ritmo de cerca de 8,8% ao ano, desde 1970, aumentando continuamente a sua contribuição para o desenvolvimento económico, o fornecimento de alimentos e a segurança alimentar nas economias nacionais. Na União Europeia, o sector da aquicultura produziu em 2007, 1,3 milhões de toneladas, correspondendo a um terço do valor total da produção do sector das pescas. A produção total de alimentos marinhos em 2007 atingiu 156 milhões de toneladas, representando um aumento de 21% ao longo da última década. Da mesma forma o consumo mundial de pescado per capita aumentou de 14.4 kg em 1990 para um consumo estimado de 16.7Kg em 2007. Este aumento na produção deve-se inteiramente ao aumento de 90% na produção em aquicultura, uma vez que a captura de peixe selvagem diminuiu quase 3% no período homólogo.

A Aquicultura em Portugal realiza-se maioritariamente em zona costeira e em tanques de terra utilizando como metodologias de produção os sistemas extensivos e semi-intensivo. Estas unidades de produção estão inseridas em sistemas lagunares, estuários e zonas do intertidal, quando se trata de aquicultura marinha. Os sistemas intensivos são sobretudo de água doce, havendo no entanto na ilha da Madeira e no Porto de Sines produção em jaulas. As condições adversas na zona costeira Oeste Atlântica têm condicionado a instalações de estruturas comerciais offshore, existindo no entanto uma instalação de jaulas em offshore na Área Piloto de Produção Aquícola da Armona (APPA) desde 2001.

A aquicultura nacional constitui uma importante alternativa às formas tradicionais de abastecimento de pescado, sendo considerada um sector estratégico pelo Governo. A aquicultura portuguesa está bem posicionada para tirar partido de um mercado nacional grande consumidor de peixe e de um mercado comunitário altamente deficitário em produtos da pesca. De entre as principais "espécies" produzidas em aquicultura no nosso País, os bivalves produzidos em regime extensivo representaram em 2009 48% da produção nacional (Tabela 2).

A estratégia de desenvolvimento da Aquacultura em Portugal faz parte do Programa Operacional Pescas 2007-2013, onde se prevê como meta para 2013 uma produção aquícola de 15000 toneladas e 8% de representatividade da aquicultura na produção nacional do sector. Este aumento está baseado na promoção de modelos de produção intensivos, nomeadamente de jaulas em *offshore*. Assim, e com vista a facilitar o desenvolvimento ordenado desta actividade, em Março de 2008 foi criada, com a colaboração técnico-científica do IPIMAR, uma zona de lotes, designada por Área Piloto de Produção Aquícola da Armona (APPA), localizada na costa sul para a instalação de sistemas de produção de peixes em jaulas e de bivalves em cordas *long-lines*. Com esta área espera-se atingir as metas atrás definidas para a produção aquícola portuguesa.

Tabela 4 - Produção Nacional de Aquicultura - Estatísticas da Pesca (INE/DGPA, 2011)

ANO	Peixes Agua Doce		Peixes Marinhos		Moluscos		Total	
	Ton.	1.000 €	Ton.	1.000 €	Ton.	1.000 €	Ton.	1.000 €
2000	1296	2578	2872	15982	3368	23719	7536	42279
2001	1220	3006	3058	16720	3933	31004	8211	50759
2002	1233	2569	3069	16095	3985	25910	8277	44572
2003	954	2029	3174	16565	3905	48696	8033	67290
2004	916	2018	3201	17624	2684	20010	6801	39652
2005	845	1834	3326	17821	2525	14838	6696	34493
2006	944	2067	3443	18961	3506	2210	7893	43238
2007	937	2251	3356	17796	3151	20558	7444	40605
2008	941	2227	3134	17490	3913	23490	7988	43207
2009	937	2 082	3 205	18485	3 837	23559	7 979	44127

1.4. A corvina (*Argyrosomus regius*) no mercado europeu

1.4.1. Custo de produção e comercialização

Os custos de produção e comercialização da corvina (*A. regius*) são bastante elevados quando comparados com outros peixes produzidos em aquicultura na Europa, sendo usuais preços de venda do produtor de 6€/kg (e por vezes superior) para exemplares inteiros com 2 – 3 kg (2008). Preços de venda no produtor tão elevados originam preços de corvina processada (filetes) da ordem dos 15-17€/kg e um preço para o consumidor final de acima dos 20€/kg. Neste gama de preços, a corvina tem poucas hipóteses de sucesso pois os consumidores vão optar preferencialmente por espécies mais conhecidas (Monfort, 2010).

Os preços de juvenis, que podem atingir até €1 por exemplar (2009), podem descer cerca de 30% devido à acção combinada de melhorias na tecnologia e do aumento da competição pelo mercado de abastecimento de juvenis para engorda (em 2008, uma única maternidade era responsável por 90% da produção total de juvenis de corvina) (Monfort, 2010).

Os rácios de conversão de alimento também baixaram de 2.5 para valores entre 0.9 e 1.2 em alguns estabelecimentos de produção (Poissons du Soleil, 2011).

Caso estes cenários se confirmem, a corvina pode vir a situar-se como uma excelente oferta no mercado dos filetes de preço médio (10 a 15 €/Kg ao invés de 20 €/kg).

Contudo o preço de venda da corvina é também influenciado pelas produções de robalo (*D. labrax*) e dourada (*S. aurata*). Um aumento na produção de corvina poderá ainda implicar um decréscimo no preço de venda destas duas espécies (Monfort, 2010).

1.4.2 Comercialização de peixe inteiro

O preço médio da corvina (*A. regius*) selvagem teve pequenas oscilações entre 1985 e 1991 (2 a 4€/kg), tendo aumentado para 4.5 a 6 €/kg em 1992. Entre 1996 e 1998 e devido à elevada disponibilidade de corvina derivada do aumento de capturas no Mediterrâneo, os preços desceram para 4 a 5 €/kg. Em 1999 devido a uma diminuição nas capturas de corvina selvagem os preços aumentaram para 6€/kg. Desde então, registou-se um aumento da procura de corvina com peso superior a 2 kg, com preços de mercado entre os 7 e os 12€/kg (Monfort, 2010).

A Itália e o sul de França são os principais mercados para esta espécie (com pesos entre 1 e 3 kg), sendo actualmente abastecidos por capturas de exemplares selvagens e exemplares provenientes de pisciculturas. No Egipto o preço de venda do produtor em 2009 para corvinas com peso superior a 1.25 kg era de 6.25€ (Sadek *et al.*, 2009).

Desde 2002 os produtores de corvina tentam diversificar a forma de apresentação de ste peixe ao consumidor final: peixes de menor tamanho (0.6 a 1kg) vendidos inteiros ou em filetes e peixes maiores (1 a 3-5kg) vendidos em porções, filetes e fumados. O processo de fumagem apesar de recente tem obtido bons resultados (Monfort, 2010).

A qualidade da carne de corvina (*A. regius*) é considerada muito boa, caracterizada por um elevado conteúdo em proteínas e baixo conteúdo lipídico (Tabela 3). Os lípidos presentes na carne da corvina apresentam um alto conteúdo em ácidos gordos polinsaturados, principalmente representados por uma alta proporção de n-3 PUFA e uma baixa relação entre os valores n-3/n-6 (Monfort, 2010).

Tabela 5 – Composição química e nutricional de corvinas (*Argyrosomus regius*) de diferentes tamanhos amostradas em Pisciculturas Italianas (Orban *et al.*, 2008).

	min	max
Peso (kg)	0.65	4.83
Comprimento (cm)	43	84
<i>Valores referentes a 100 g de tecido</i>		
pH	6.37	6.67
moisture (g)	72.69	76.1
Proteína (g)	19.14	21.71
Lípidos Totais (g)	1.68	4.18
Cinzas (g)	1.12	0.35
Azoto não proteico (g)	0.31	1.36
Energia (kcal)	97	124
Colesterol (mg)	54.46	68.68
α -tocoferol (mg)	1.17	2
γ -tocopherol (mg)	0.02	0.12
Esqualeno (mg)	0.83	2.31
Acidos Gordos (% of total)		
Saturados	29.29	30.41
Monosaturados	26.28	30.82
Polisaturados	34.48	39.16
n-3	20.7	26.72
n-6	11.71	13.79
n-3/n-6	1.5	2.15

1.4.3. Comercialização de filetes

O peixe é um dos alimentos mais perecíveis devido à sua composição química. A qualidade sensorial, físico-química e nutricional do pescado pode ser afectada por mudanças de factores fisiológicos (idade, sexo, maturação), ambientais (qualidade da água, temperatura) e alimentação do peixe, o que no vai determinar o grau de frescura do peixe na hora de sacrificá-lo (Huss, 1995). Durante a manipulação e armazenamento a corvina sofre alterações físicas, químicas e microbiológicas, que conduzem a uma perda de qualidade e garantia de segurança, o que vai limitar a sua vida útil, como demonstrado por Garrido *et al.*, (2007) e Poli *et al.*, (2003b). Hernández *et al.*, (2009) e Poli *et al.*, (2003a) estabeleceram a vida útil de um filete de corvina refrigerada em 9 dias. A corvina (*A. regius*) é uma espécie idónea para a transformação, tanto pelo seu rendimento em carne como pela facilidade em transforma-la em filetes. De acordo com Garcia-Mesa *et al.*, (2009d), Poli *et al.*, (2002) e Rodrigues-Rua *et al.*, (2009) o rendimento do filete na corvina supera os 44% e com um conteúdo em proteína ligeiramente superior a outras espécies de piscicultura.

Os filetes de corvina (*A. regius*) podem virtualmente ocupar três segmentos de mercado: segmento de baixo preço e grandes volumes, o segmento de preços e volumes médio e o segmento exclusivo de baixos volumes e altos preços (Figura 4).

O desenvolvimento económico do sector aliado aos esforços de *marketing* aplicados junto do consumidor final são as duas principais forças que irão definir a posição da corvina (*A. regius*) no mercado europeu de peixe.

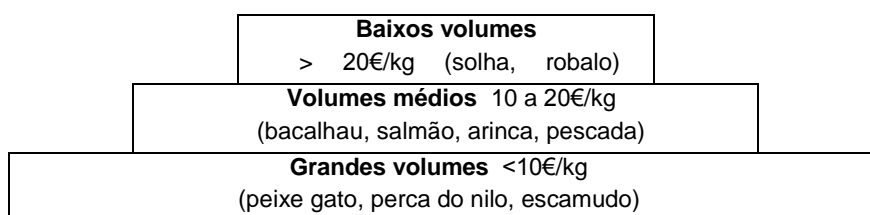


Figura 6 – Descrição esquemática do mercado de retalho europeu para filetes de peixe fresco por categorias de preços (Monfort, 2010)

O desenvolvimento da indústria baseada na corvina irá depender da capacidade de redução de custos de produção e processamento. Caso ocorra uma estruturação da indústria com ferramentas industriais adequadas (ex. fabricas de processamento de filetes), o preço dos filetes fresco pode estabilizar em redor dos 6 a 8 €/kg. Desta

forma os filetes de corvina (*A. regius*) irão posicionar-se no mercado de preços médios para filetes de peixe, competindo directamente com o bacalhau, arinca e pescada (Monfort, 2010).

O nível de industrialização atingido, quer na produção, quer no processamento será um factor chave para a competitividade e desenvolvimento futuro da aquicultura de corvina.

O futuro do mercado de filetes frescos passa indiscutivelmente por produtos pré-embalados. Esta forma de apresentação, já desenvolvida nos países do norte da Europa está em franca expansão para os países localizados mais a sul da Europa, estando os sinais desta expansão visíveis nos supermercados da Península Ibérica.

Estratégias de *marketing* bem estruturadas podem exercer uma influência positiva na procura de filetes de peixe, o que no caso específico da corvina (*A. regius*) não existe uma imagem ou designação de marca a que o consumidor possa associar o produto final (Monfort, 2010).

1.5. Determinação dos requisitos de proteína

1.5.1. Proteína

A palavra proteína vem da palavra grega “protos”, que significa “ de primordial importância”.

As proteínas são moléculas orgânicas que contem carbono, hidrogénio, oxigénio, azoto e frequentemente enxofre. A composição básica da maioria das proteínas é muito similar, sendo as percentagens dos seus componentes 50-55% de carbono, 20-23% de oxigénio, 15-18% azoto, 6-8% hidrogénio, e entre 0 e 4% de enxofre (Jobling, 1995). São os compostos mais abundantes nos seres vivos e exercem funções fundamentais em todos os processos biológicos. São polímeros formados por unidades monoméricas chamadas α -aminoácidos, unidos entre si por ligações peptídicas. As proteínas são constituídas a partir de 20 aminoácidos diferentes reunidos em combinações praticamente infinitas, possibilitando a formação de milhões de estruturas diversas (NRC, 1993).

O requisito de proteína é descrito em NRC (1993), como a quantidade mínima de proteína necessária para satisfazer as necessidades de aminoácidos e para se atingir o crescimento máximo em peixes.

Os requisitos de proteína alteram-se de acordo com factores bióticos, espécie, estado fisiológico, tamanho e características da dieta, qualidade da proteína, rácio energia - proteína e fontes de energia não proteicas (lípidos e hidratos de carbono). Factores abióticos como a temperatura e salinidade também podem influenciar os requisitos de proteína (Guillaume, 1997).

A proteína é um componente básico nas dietas de peixes, e quer em qualidade como em quantidade os requisitos proteicos dos peixes são mais elevados do que os dos mamíferos e aves (Cowey, 1975).

As proteínas são o maior constituinte orgânico presente nos tecidos dos peixes, atingindo 65 a 75% do peso seco total. Os peixes consomem proteínas para obterem aminoácidos. As proteínas são digeridas ou hidrolisadas e libertam aminoácidos livres, que são absorvidos no tracto intestinal e distribuídos pelo sangue pelos órgãos e tecidos. Estes aminoácidos são utilizados pelos vários tecidos para sintetizar novas proteínas. É necessária uma ingestão regular de proteínas pois os aminoácidos são constantemente utilizados pelos peixes, quer para produzir novas proteínas (crescimento e reprodução) ou para a substituição de proteínas já existentes (manutenção das funções vitais). De acordo com Sugiura (2000) níveis baixos de proteína na dieta originam baixo crescimento e baixas taxas de conversão de alimento, enquanto níveis excessivamente altos, são catabolizados para produção de energia, resultando desta forma em desperdício económico e poluição ambiental.

A proteína é simultaneamente o nutriente mais importante e mais caro das dietas utilizadas em aquacultura. Devido ao seu alto valor nutricional e palatabilidade, as farinhas de peixe são a principal fonte de proteína nas dietas em aquacultura, sendo 20 a 60% das dietas constituídas por farinha de peixe (Watanabe, 2002).

1.5.2. Conceitos metabólicos

Mesmo no estado estacionário, as proteínas do corpo sofrem constantemente degradação e síntese (*turnover*) em novas proteínas. Durante a fase de crescimento ocorre deposição de proteína nos tecidos, acompanhada por um aumento das taxas de degradação e síntese de proteínas (Pencharz *et al.*, 1977; Golden *et al.*, 1977). Os

princípios deste processo de degradação e síntese em novas proteínas foram descritos por Waterlow (1978).

As taxas de *turnover* das proteínas variam de tecido para tecido, e as contribuições relativas dos diferentes tecidos para o valor total de *turnover* de proteína alteram-se com a idade e com a adaptação aos diversos níveis de ingestão de proteína (Waterlow, 1978; Young *et al.*, 1968). Os aminoácidos, resultantes da decomposição são reutilizados para a síntese de novas proteínas. Contudo este processo de reaproveitamento não é totalmente eficiente, existindo perda de aminoácidos por catabolismo oxidativo. De facto o *turnover* diário de proteína é várias vezes superior à ingestão diária de proteína, sendo este processo de primordial importância para o equilíbrio do metabolismo proteico (Waterlow 1968, Waterlow 1978).

O processo de *turnover* de proteínas, que engloba o intercâmbio de aminoácidos entre tecidos, assim como o reaproveitamento a nível intracelular, depende de vários factores metabólicos e hormonais, sendo influenciado pelo estado fisiológico do indivíduo. A reutilização de aminoácidos é altamente eficiente durante a recuperação do crescimento, após uma fase de privação de alimento, ou durante a convalescença de um episódio catabólico, resultante de uma lesão ou infecção (Waterlow, 1978). O aumento da eficiência da reutilização de proteína sob estas circunstâncias resulta numa melhor utilização dos aminoácidos, ocorrendo um aparente aumento no valor biológico da proteína ingerida (Allison, 1964).

Este mecanismo de adaptação ocorre também em circunstâncias de excesso ou restrição de ingestão de proteína ou aminoácidos. Uma diminuição na ingestão de proteína origina uma diminuição no *turnover* proteico a nível dos tecidos e uma diminuição da taxa de catabolização de aminoácidos libertados pela degradação das proteínas (Garlick *et al.*, 1980; Motil *et al.*, 1981). Desta forma, e dentro de certos limites, a disponibilidade proteica nos tecidos alcança um novo estado de equilíbrio, ajustado à diminuição da ingestão de proteína.

Em condições experimentais, utilizando uma dieta sem proteína, a síntese e degradação proteica continuam a ocorrer através da reutilização dos aminoácidos. O processo de reutilização de aminoácidos torna-se muito eficiente, existindo contudo a catabolização de uma pequena proporção de aminoácidos em compostos nitrogenados libertados através da urina, assim como perdas de azoto através das fezes (Munro, 1964; FAO, 1965).

1.5.3. As relações entre os requisitos de energia e proteína

Os processos de síntese e degradação de proteínas, requerem energia, sendo influenciados pela disponibilidade da mesma. Consequentemente, o equilíbrio energético do corpo é um factor importante na determinação do balanço de azoto e na utilização de proteína.

A magnitude das necessidades energéticas basais e da quantidade total de proteína reutilizada durante um dia estão relacionadas com a massa de tecido activo (Waterlow, 1978; Blaxter, 1978; Reeds *et al.*, 1980).

Existem no entanto outras interacções importantes entre energia e metabolismo proteico, no requisito de proteínas. Munro (1951 e 1964) e Iyenga *et al.*, (1981) descrevem a influência da ingestão de energia e do balanço energético na utilização da proteína. Calloway (1975) e Iyengar (1981) demonstraram que para cada nível proteína existente na dieta, um aumento na disponibilidade de energia promove um acréscimo no balanço de azoto, até ser atingida uma estagnação ou decréscimo no aumento da disponibilidade de azoto, situação que representa a limitação imposta pelo nível de proteína na dieta. Este efeito pode ser prolongado pelo aumento da ingestão de proteínas. Estudos realizados em animais (Munro, 1964) e em humanos (Motil, 1981) sugerem que o aumento da ingestão de energia promove a síntese de proteínas e reduz a oxidação de aminoácidos.

A influência do balanço energético no equilíbrio de azoto é tal, que qualquer alteração na ingestão de energia, abaixo ou acima das necessidades do sujeito é susceptível de influenciar o balanço de azoto, sendo este efeito da ordem 0,24-0,48 mg de azoto retido por kJ (Calloway, 1981; Young *et al.*, 1981). Esta influência tem implicações importantes para a determinação das necessidades de proteínas quando o equilíbrio azoto é utilizado como critério de adequação (Kishi, 1978; Calloway, 1981). Tendo em vista a dificuldade da determinação das necessidades energéticas dos indivíduos sujeitos a experimentação, o efeito do consumo de energia deve ser cuidadosamente considerado quando se avalia as estimativas dos requisitos de proteína obtidos através do método do balanço de azoto.

Uma relação menos definida parece existir entre a ingestão de proteína e a eficiência de utilização de energia. Maclean *et al.*, (1979) e Young *et al.*, (1981) sugerem que alterações na ingestão ou utilização de proteína induzem mudanças nas taxas de peso ganho em crianças e adultos em condições isoenergéticas de ingestão e consumo de

energia. Este pode ser um aspecto do princípio geral, em que o aumento no balanço de azoto causado pela suplementação de energia à dieta, pode ser inibido pelo baixo teor de proteína na dieta administrada (Munro, 1951; Calloway *et al.*, 1954).

1.5.4. Qualidade e digestibilidade de proteínas na dieta

1.5.4.1 O conteúdo de proteína dos alimentos

Geralmente a determinação dos requisitos proteico é baseada no balanço de azoto, resultante da diferença obtida na medição do azoto total na alimentação e nos produtos excretados. A convenção utilizada em tabelas de composição de alimentos, baseia-se na medição do azoto total de um alimento, geralmente através de um processo baseado no método Kjeldahl, e multiplicando por um factor para determinar o teor de proteínas dos alimentos. Uma vez que a maioria das proteínas contém cerca de 16% azoto, o azoto da dieta total multiplicado por 6,25 vai dar uma estimativa razoável do consumo de proteínas. Em termos estritos, esta estimativa deve ser referida como "proteína bruta".

Algumas proteínas contêm uma percentagem maior ou menor de azoto e alguns alimentos contêm ainda azoto não proteico. O conteúdo de azoto de varias proteínas isoladas foi calculado e os factores de conversão determinados (FAO 1973). Estes factores de conversão de azoto podem ser aplicados de forma a permitir uma comparação precisa da composição de aminoácidos nos alimentos.

1.5.4.2 Digestibilidade

Para determinar a digestibilidade da proteína, são realizadas medições de azoto em alimentos e fezes. A Digestibilidade Aparente da proteína (N) e Verdadeira digestibilidade da proteína (N) são calculados através das seguintes fórmulas:

$$\text{Digestibilidade aparente da proteína (N)(\%)} = \frac{I-F}{I} \times 100$$

$$\text{Digestibilidade (verdadeira) da proteína (N) (\%)} = \frac{I-(F-Fk) \times 100}{I}$$

Onde I = ingestão de azoto

F = azoto fecal excretado da dieta testada

F_k = azoto fecal excretado numa dieta não proteica

O valor de F_k não precisa necessariamente de ser determinado, se a dieta estudada contiver apenas uma pequena quantidade de fibra.

Diferenças na digestibilidade podem surgir de diferenças intrínsecas na natureza da proteína alimentar (natureza da parede celular), a partir da presença de outros factores dietéticos que modificam a digestão (fibra alimentar e polifenóis, incluindo taninos) e de reacções químicas que alteram a libertação de aminoácidos das proteínas por processos enzimáticos. Diferenças na digestibilidade afectam a utilização da proteína, de forma que um ajuste para a digestibilidade é necessário ao traduzir requisitos para proteínas de referência para níveis seguros de ingestão de misturas comuns de proteínas na dieta. Hopkins (1981) reuniu dados representativos sobre as variações da digestibilidade de proteínas.

2. Objectivos

A corvina (*A. regius*) é um peixe marinho de elevado valor comercial, a sua produção em pisciculturas começou na segunda metade dos anos 90. Actualmente a sua alimentação é baseada em rações comerciais desenvolvidas para outros peixes marinhos (dourada, robalo). Não existem rações comerciais especificamente formuladas para a corvina (*A. regius*), e as rações desenvolvidas para outros peixes marinhos, podem não satisfazer os requisitos nutricionais da corvina, resultando assim num crescimento mais lento ou num excesso de nutrientes perdidos através da excreção de compostos azotados nas águas dos efluentes, que podem contribuir para um impacto ambiental desnecessário. Atendendo a que 30 a 50% dos custos totais de uma produção aquícola provem da alimentação (Miles *et al.*, 2011) é extremamente importante desenvolver uma dieta óptima que vá de encontro aos requisitos nutricionais de esta espécie, minimizando os desperdícios de alimento e diminuindo o impacto ambiental. Assim este ensaio pretende determinar o requisito proteico da corvina (*A. regius*), através da realização de um ensaio de nutrição com a duração de doze semanas e utilizando cinco dietas isoenergéticas com diferentes níveis de proteína bruta (36, 42, 48, 54 e 60%) durante o crescimento de juvenis a uma temperatura média de 18°C.

3. Materiais e métodos

3.1. Ensaio

3.1.1. Ensaio de crescimento

O ensaio decorreu durante um período de 12 semanas (Dezembro de 2010 a Fevereiro de 2011) nas instalações da *Estação Piloto de Piscicultura de Olhão (EPPO)*, INRB, I.P. – IPIMAR, com juvenis de corvina (*Argyrosomus regius*) produzidos em cativeiro na Estação, tendo-se realizado o ensaio em tanques em fibra de vidro de 1500 l (Figura 7), mantidos em sistema aberto. Os parâmetros de físico-químicos da água foram registados diariamente, tendo-se registado ao longo do ensaio os seguintes valores, salinidade 36 ± 1 ‰, saturação de oxigénio dissolvido $>80\%$ e temperatura $18.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ (água aquecida por caldeira). Um total de 1125 juvenis de corvina (*A. regius*), com um peso médio de 55 g, manualmente triados do lote de juvenis da EPPO, foram distribuídos de forma aleatória por 15 tanques ($n=75$) a uma densidade de 2.75 kg/m^3 , de forma a ter triplicados por cada tratamento. Os peixes foram aclimatados durante 30 dias antes do início do ensaio. A alimentação foi fornecida à mão e *Ad libitum* duas vezes ao dia.

3.1.2. Dietas experimentais

Foram utilizadas 5 dietas isoenergéticas formuladas pela SPAROS Lda, de forma a conterem respectivamente 36, 42, 48, 54 e 60% de proteína bruta e 14% de lípidos. Os níveis de óleo e farinha de peixe são idênticos em todas as rações, contendo 30% de farinha de peixe e 10% de óleo de peixe. A variação da percentagem de proteína foi conseguida através da variação dos níveis de glúten de trigo, uma fonte de proteínas com elevada digestibilidade, quase sem gordura e que não aporta factores antinutricionais, de acordo com Jorge Dias (2010, comunicação pessoal). Para a inclusão dos níveis de proteína foi necessário reduzir os carboidratos, redução feita através do trigo e de amidos de ervilha. Para prevenir uma possível deficiência de metionina foi incluído na ração CP36 0,20% de DL-Metionina (Tabelas 6 e 7). Todas as dietas foram extrudidas em pellets de 3 mm. Durante o ensaio e posteriores análises as dietas foram identificadas como Cp36, Cp42, Cp48, Cp54 e Cp60 de acordo com os seus níveis de proteína.

Tabela 6 - Ingredientes das dietas experimentais, Jorge Dias (2010, comunicação pessoal)

Ingredientes Base	CP36	CP42	CP48	CP54	CP60
	%	%	%	%	%
Fishmeal Peruvian	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Fishmeal 60/9	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Wheat gluten	1.60	9.50	17.00	24.50	32.30
Soybean meal 48	12.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Wheat meal	24.20	21.80	14.00	5.50	0.00
Aquatex 8071 (gel)	10.00	7.00	7.00	8.00	2.60
Aquatex G2000 (bran)	10.00	5.60	5.90	5.90	9.00
Fish oil	10.00	10.10	10.10	10.10	10.10
Vit & Min Premix	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DCP	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Binder (Kilseghur)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-Methionine	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabela 7 - Composição proximal teórica das dietas experimentais, Jorge Dias (2010, comunicação pessoal)

Composição	CP36	CP42	CP48	CP54	CP60
	%	%	%	%	%
<i>Proteína Bruta</i>	36.22	42.12	48.12	54.22	60.25
<i>Proteína digerível</i>	33.68	39.17	44.75	50.42	56.03
<i>Gordura Bruta</i>	14.11	14.25	14.22	14.18	14.28
<i>Fibras</i>	1.78	1.62	1.42	1.22	1.16
<i>Amido</i>	28.33	23.32	18.73	14.02	8.81
<i>Energia Bruta</i>	20.95	21.56	22.01	22.44	22.99
<i>Arg</i>	2.52	2.66	2.84	3.03	3.17
<i>His</i>	0.98	1.08	1.19	1.29	1.39
<i>Ile</i>	1.66	1.84	2.02	2.21	2.39
<i>Leu</i>	2.72	3.08	3.45	3.82	4.19
<i>Lys</i>	2.55	2.58	2.67	2.78	2.81
<i>Thr</i>	1.45	1.58	1.71	1.85	1.97
<i>Trp</i>	0.42	0.48	0.52	0.57	0.61
<i>Val</i>	1.84	2.05	2.26	2.48	2.69
<i>Met + Cys</i>	1.44	1.43	1.61	1.79	1.99
<i>Phe + Tyr</i>	2.85	3.30	3.73	4.16	4.60
<i>Fósforo</i>	0.90	0.90	0.89	0.88	0.88

3.1.3. Amostragens

Foram realizadas um total de cinco amostragens, uma amostragem inicial, três amostragens intermédias e uma amostragem final.

Na amostragem inicial, todos os peixes foram individualmente pesados (g) e medidos (cm) (Figura 8). Como amostra inicial, foram aleatoriamente recolhidos, e congelados, 1 peixe de cada tanque, para posterior análise bromatológica (proteínas, lípidos, matéria seca, cinzas, fósforo e energia).

Nas amostragens intermédias (cada 3 semanas) os exemplares de cada tanque eram contados e pesados em grupos de 10 peixes (Figura 9).

Após as 12 semanas os peixes de cada tanque foram medidos e pesados de forma individual, dos quais se sacrificaram 11 exemplares aleatórios por tanque, 5 peixes para análises bromatológica (proteínas, lípidos, matéria seca, cinzas, fósforo e energia) e os restantes 6 exemplares para recolha de fígado para determinação do índice hepatossomático.



Figura 7 - Tanques de ensaio, Estação Piloto de Piscicultura de Olhão (INRB, IP/L-IPIMAR) 2010



Figura 8 - Medição de juvenil de corvina (*Argyrosomus regius*), Estação Piloto de Piscicultura de Olhão (INRB, IP/L-IPIMAR) 2010



Figura 9 - Pesagem de corvinas (*Argyrosomus regius*) durante uma amostragem intermédia, Estação Piloto de Piscicultura de Olhão (INRB, IP/L-IPIMAR) 2010

3.1.4. Parâmetros biométricos

O comprimento dos peixes foi medido através da utilização de um ictiómetro, graduado ao milímetro, e o peso determinado com o auxílio de uma balança (Kern & Sohn GmbH, modelo ITB 35K11P) com sensibilidade de 1g.

3.1.5. Quantificação da ingestão

Para quantificação da ingestão de alimento foram realizadas a cada três semanas, durante sete dias, a recolha e pesagem do alimento rejeitado. O excesso de alimento foi recolhido do fundo dos tanques, através de aspiração, duas horas após a última alimentação. Após a remoção do excesso de água, a ração foi pesada e dividida pelo factor de hidratação. Este foi calculado para cada dieta, através da divisão do peso da dieta hidratada, durante duas horas com água a 18°C, pelo peso seco da mesma (Tabela 8). Após determinação do peso seco da ração não ingerida, estes valores foram subtraídos ao peso da ração fornecida em cada alimentação, obtendo-se dessa forma a quantificação diária do alimento ingerido para cada tanque. A média dos valores obtidos durante cada quantificação foi determinada, e o valor resultante usado como referência para cada três semanas, sendo subtraído a quantidade diária de alimentação fornecida.

Tabela 8 - Factor de Hidratação das dietas utilizadas

Dieta	CP36	CP42	CP48	CP54	CP60
Factor de hidratação	1.81	1.95	1.99	2.16	1.96

3.2. Análises bromatológicas

A palavra Bromatologia deriva do grego: Broma, Bromatos que significa “dos alimentos”; e Logos que significa Ciência. Portanto, por extensão dos termos BROMATOS e LOGOS, pode-se definir Bromatologia como a ciência que estuda os alimentos.

A Bromatologia é a disciplina científica que estuda integralmente os alimentos. Permite conhecer a sua composição qualitativa e quantitativa; o significado higiénico e toxicológico das alterações e contaminações, como e porque ocorrem e como evitá-las; qual é a tecnologia mais apropriada para tratá-los e como aplicá-la; como utilizar a legislação; segurança alimentar; protecção dos alimentos e do consumidor; quais os métodos analíticos a aplicar para determinar a sua composição e para determinar a sua qualidade.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição, Crescimento e Qualidade do Peixe (LANUCE), CIIMAR, Porto, segundo os procedimentos AOAC (2006). Amostras das rações e carcaças de peixes liofilizadas foram analisadas para determinar a percentagem de matéria seca (secagem durante 24 horas a 105 °C). O conteúdo de cinzas foi determinado por incineração numa mufla a 550 °C durante 6 h (Nabertherm L9/11/B170, Bremen, Alemanha). As análises do conteúdo de proteína bruta foram determinadas utilizando o método de Kjeldahl após digestão ácida (Kjeldatherm TR e Vapodest 40, Gerhardt, Königswinter, Alemanha; micro-Kjeldahl; N x 6.25). O conteúdo lipídico foi determinado através de extracção com éter de petróleo (Soxtherm Multistat/SX PC, Gerhardt, Königswinter, Alemanha; 40-60 °C). Foi ainda utilizado um calorímetro de bomba adiabática (Werke C2000, IKA, Staufen, Alemanha), para determinar a energia. Todas as análises foram realizadas em duplicado.

3.3. Análise dos dados

Os dados do peso inicial, peso final e ração ingerida foram utilizados para calcular a taxa de conversão alimentar (TCA), taxa de crescimento específico (TCE), rácio eficiência proteica (REP), ingestão diária de alimento (IDA) e o índice hepatossomático (IH).

A taxa de conversão alimentar (TCA) é calculada com base no número de quilos de alimento utilizados para produzir um quilo de peixe inteiro.

$$\text{Taxa de conversão alimentar (TCA)} = \frac{\text{Consumo de ração seca}}{\text{Ganho de Peso}}$$

Dois termos adicionais são utilizados pelo aquicultor, a TCA biológica e a TCA económica. A TCA biológica é a quantidade líquida de alimentação utilizada para produzir um quilograma de peixe, enquanto a TCA económica tem em conta todos os alimentos utilizados, o que significa que os efeitos das perdas de ração e mortalidade, por exemplo, estão incluídos. A super ou sub alimentação aumenta o valor da TCA.

O princípio básico na alimentação é que os peixes devem ser alimentados exactamente até ao ponto de saciedade. Se eles são totalmente saciados, não estarão em stress e irão fornecer alimentos para consumo humano de alta qualidade. Isto requer que o aquicultor tenha a habilidade de julgar com precisão a quantidade de alimentos a fornecer em cada situação. Com a evolução tecnológica da aquacultura, muitos dispositivos foram desenvolvidos para ajudar o agricultor na determinação da quantidade de alimento a fornecer, softwares de gestão de stocks e de vigilância fornecem orientações precisas para a obtenção de regimes de alimentação otimizados.

Aquaculturas com taxas de conversão de alimentos baixas têm boas práticas de gestão no local, sem superalimentação e uma mortalidade muito baixa ou quase nula. Num estabelecimento de produção de salmonídeos, o FCR será próximo de 1. Isto é extremamente baixo quando comparado com os animais terrestres. Existem três razões para isso, a biologia dos peixes, a forma de vida dos peixes e a alta concentração de nutrientes de alimentos para peixes:

Os peixes têm uma baixa necessidade de manutenção corporal, são animais *poiquilotérmicos* (a temperatura do corpo é igual ao do seu ambiente) e, portanto, não utilizam a alimentação para manter a temperatura corporal como os animais de sangue

quente. Um peixe a flutuar na água consome menos energia do que um animal que precisa de se sustentar em pé ou andando sobre pernas.

O ratio de eficiência proteica (REP) é determinado através da seguinte equação:

$$\text{Rácio eficiência proteica (REP)} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Ingestão de proteína bruta}}$$

De acordo com Jobling, (1995) este parâmetro fornece a informação sobre o desempenho da proteína bruta administrada na dieta no requisito de aminoácidos essenciais dos animais, assim como a eficiência do equilíbrio entre energia e proteína da dieta. O ratio de eficiência proteica mede também a deposição de lípidos, desta forma dietas associadas a peixes com elevado conteúdo de lípidos podem ser associados com valores elevados de REP.

A taxa de crescimento dos peixes é dependente de uma série de factores, incluindo espécie, idade, potencial genético, temperatura da água, saúde, quantidade e qualidade dos alimentos.

Um simples modelo de crescimento de peixes pode ser obtido afirmando que todo o tecido recentemente “construído” é por si só capaz de um crescimento semelhante, produzindo-se desta forma uma curva de crescimento exponencial. Contudo esta afirmação apenas é válida se a percentagem do peso corporal ganho por unidade de tempo permanecer constante ao longo da vida do peixe. Este não é o caso, juvenis de peixes são capazes de duplicar o seu peso em tempo muito menor que peixes mais velhos, devido à diminuição das taxas de crescimento potencial. O modelo de crescimento ideal é um modelo que permita estimar algumas medidas de comprimento a cada momento no tempo. A taxa de crescimento específico (TCE), também chamada de taxa de crescimento instantânea ou taxa de crescimento intrínseco, é definida como a taxa de variação do logaritmo do peso com o tempo (Elliott *et al.*, 1995), e a taxa de crescimento específica é dada por:

$$\text{Taxa de crescimento específico (TCE)} = \frac{\ln(\text{Peso final(g)} - \text{Peso inicial(g)})}{\text{Tempo (dias)}} \times 100$$

A temperatura exerce também um efeito sobre a taxa de crescimento específico - quanto maior a temperatura, maior a taxa de crescimento, dentro dos limites de cada espécie.

A ingestão diária de alimento (IDA), foi determinada subtraindo ao peso da alimentação fornecida diariamente, o peso de ração rejeitada (quantificada após aspiração do fundo dos tanques).

Ingestão diária de alimento (IDA) = Alimentação fornecida (g) – Alimentação rejeitada (g)

$$\text{Índice hepatossomático} = \frac{\text{Peso Fígado (g)}}{\text{Peso total (g)}} \times 100$$

3.4. Análise estatística

As análises estatísticas basearam-se nos métodos delineados por Zar (1999).

Os valores são apresentados como média \pm desvio padrão. A homogeneidade dos dados foi testada através do teste de Leven's, e submetidos a uma análise de variância a um factor (one-way ANOVA), utilizando o software IBM SPSS Statistics 19 com um nível de confiança de 95%. Quando os resultados mostravam significância, as médias individuais foram comparadas utilizando o teste de Tukey.

4. Resultados e Discussão

4.1. Ensaio de crescimento

Os diferentes teores de proteína das dietas experimentais (Cp) não afectaram os níveis de crescimento tal como indicado na tabela (Tabela 9). Assim e utilizando um nível de significância de 0.05 não se observaram diferenças significativas no peso inicial dos peixes amostrados para cada ração garantindo uma homogeneidade no stock de peixes utilizado no ensaio. Após 81 dias de ensaio a uma temperatura média de 18.69 ± 0.09 °C, os peixes quase duplicaram o seu tamanho (Gráfico 1). Os peixes alimentados com a dieta Cp48 apresentaram o menor peso de todos os grupos, e os peixes alimentados com a dieta com Cp60 tinham um tamanho maior relativamente a todas as outras dietas ensaiadas, não sendo contudo estatisticamente significativo ($P < 0.05$).

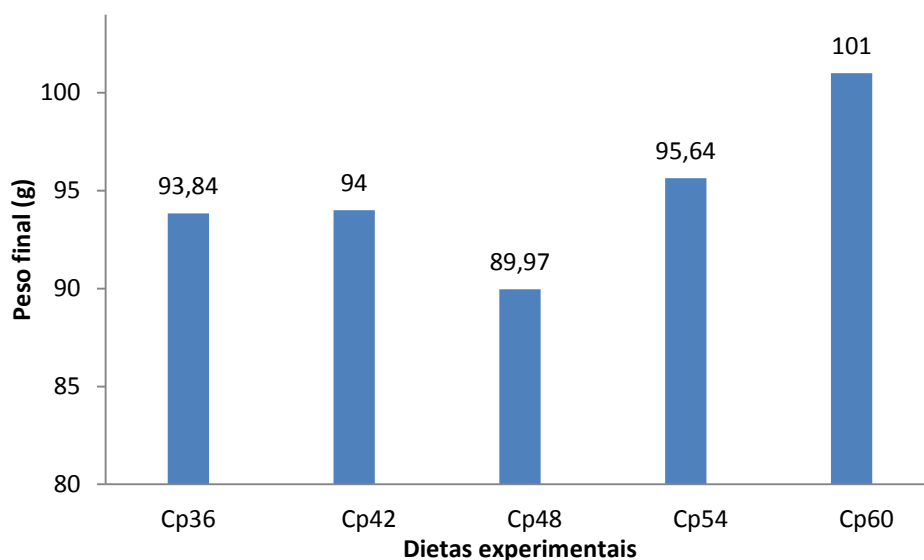


Gráfico 1 – Peso médio final das corvinas

O crescimento dos peixes ao longo de todo o ensaio foi gradual para os grupos alimentados com todas as dietas (Gráfico 2)

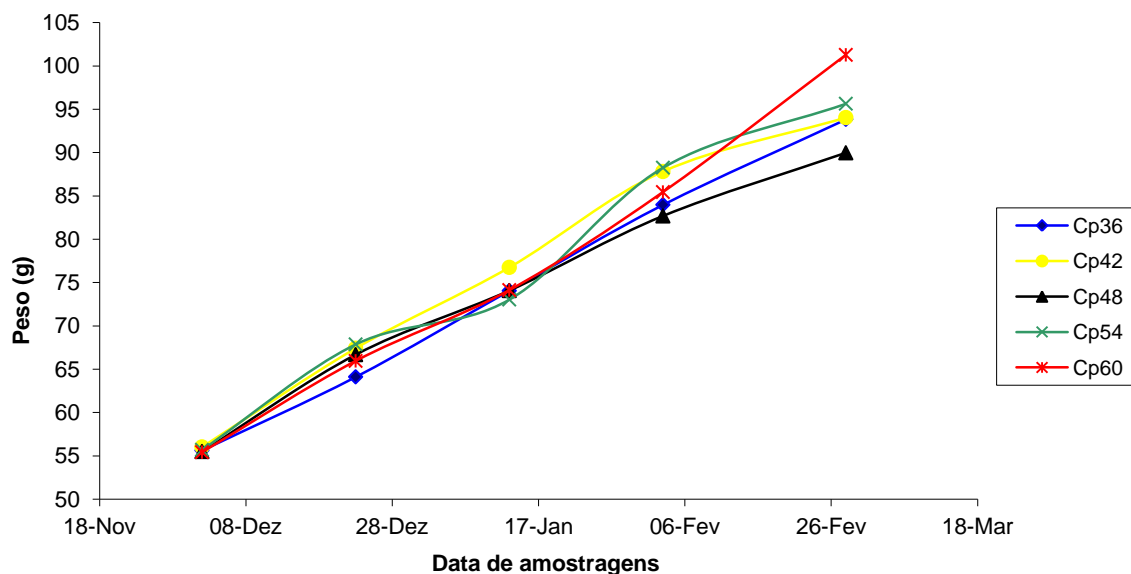


Gráfico 2 – Crescimento médio das corvinas alimentadas com as diferentes dietas ensaiadas

A taxa de conversão alimentar (TCA) foi gradualmente mais baixa (melhor) quanto mais altos os níveis de proteína incluídos nas dietas (Gráfico 3). Assim os valores do factor de conversão alimentar variaram entre os $3,28 \pm 0,24$ e os $1,27 \pm 0,13$ nas dietas com 36 e 60% de proteína respectivamente, não sendo estatisticamente significativa a diferença entre os valores das dietas Cp36 e Cp42, Cp42 e Cp48, Cp48 e Cp54, Cp54 e Cp60 (Tabela 9).

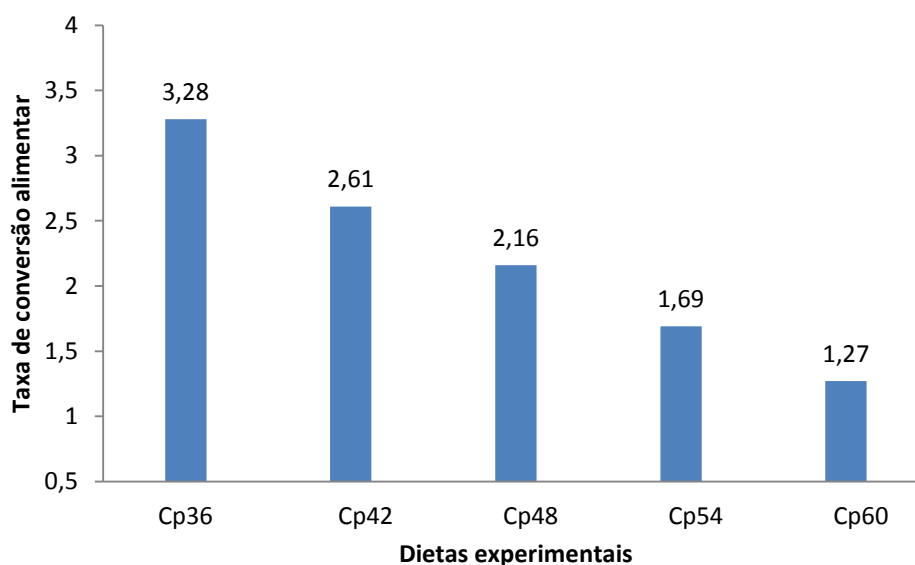


Gráfico 3 - Taxa de conversão alimentar das corvinas

A TCA dos peixes alimentados com as dietas Cp 54 e Cp60 tiveram os valores mais baixos de todo o ensaio ($1,69 \pm 0,34$ e $1,27 \pm 0,13$ respectivamente), sendo significativamente mais baixos do que os valores obtidos pelos peixes alimentados com as restantes dietas ($P < 0.05$). As diferenças entre os valores da TCA obtidos nas dietas Cp54 e Cp60, apesar de não serem estatisticamente significativos, quando multiplicados pelos valores de uma unidade de produção industrial, originarão valores com diferenças importantes. Os valores de TCA obtidos neste ensaio são corroborados pelos valores obtidos por Chatzifotis *et al.*, (2010) e Martínez-Llorens *et al.*, (2011) em que um aumento da percentagem de proteína bruta na dieta administrada resulta num factor de conversão alimentar mais baixo. Chatzifotis *et al.*, (2010) obteve valores de TCA mais baixos utilizando uma temperatura de água ligeiramente superior (19°C), comparativamente aos obtidos neste ensaio, 1.0 ± 0.1 para 14% de lípidos e 50,5% de proteína bruta contra $1,69 \pm 0,34$ obtidos neste ensaio utilizando uma formulação semelhante (14% lípidos e 54% proteína bruta). Já Martínez-Llorens *et al.*, (2011) utilizando uma temperatura de água superior ($23 \pm 1^{\circ}\text{C}$) atingiu uma TCA de 1.2 em peixes alimentados com uma dieta com 47% de proteína bruta e 20% de lípidos, contrastando com o $2,16 \pm 0,54$ obtidos neste ensaio para a dieta Cp48, ficando provada a influencia da temperatura na taxa de conversão alimentar da corvina (*A. regius*). Tendo como referencia para peixes marinhos o salmão (*Salmo salar*), com valores industriais de TCA médios de 1.28 na Escócia e 1.26 no Chile (Neuman *et al.*, 2004), o valor de TCA obtido neste ensaio para os peixes alimentados com a dieta Cp60 ($1,27 \pm 0,13$), foi surpreendentemente baixo, sendo contudo pior que as taxas de conversão alimentar obtidas nas publicações acima citadas.

Os valores da ingestão diária de alimento (IDA) são directamente proporcionais aos valores da TCA, tendo sido significativamente condicionados pelos valores de proteína bruta das dietas ($P < 0.05$). Os peixes alimentados com a dieta Cp36 apresentaram os valores de IDA mais elevados (1.78 ± 0.07), e os peixes alimentados com a dieta Cp60 os valores mais baixos (0.82 ± 0.14) (Gráfico 4). A relação observada entre os valores da ingestão diária de alimento (IDA) e os valores da taxa de conversão de alimento (TCA) é facilmente explicada através da necessidade da ingestão de proteína e sustentada pelos resultados experimentais de Kentouri *et al.*, (1995), Marti Palanca *et al.*, (1996), Santinha *et al.*, (1999), Péres *et al.*, (1999), Fountoulaki *et al.*, (2003), Du *et al.*, (2005) e Chatzifotis *et al.*, (2010). Assim para compensar a deficiência proteica ingerida através das dietas fornecidas, os peixes aumentavam a quantidade de alimento ingerido, ajustando-se desta forma o consumo de alimento ao consumo de proteína.

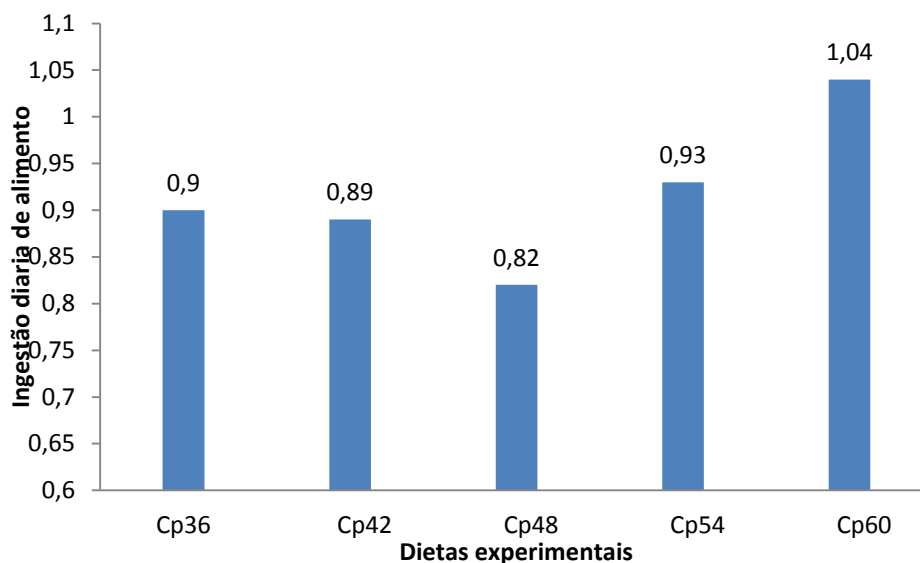


Gráfico 4 – Ingestão diária de alimento

O ratio de eficiência proteica (REP) é uma importante medida da eficiência de utilização da proteína (Gómez-Montes *et al.*, 2003). Neste ensaio o rácio de eficiência proteica foi mais baixo na dieta CP36 ($0,85 \pm 0,06$) aumentando gradualmente até atingir o valor de $1,33 \pm 0,13$ na dieta CP60, não existindo contudo diferenças significativas entre as diferentes dietas. O ratio de eficiência proteica tende a decrescer com o aumento de proteína bruta nas dietas, sabendo-se que os peixes não são capazes de utilizar o excesso de proteína contida nas dietas para a síntese de proteínas, podendo no entanto utilizar o excesso de proteína como fonte de energia (Parazo, 1990; Santinha *et al.*, 1996).

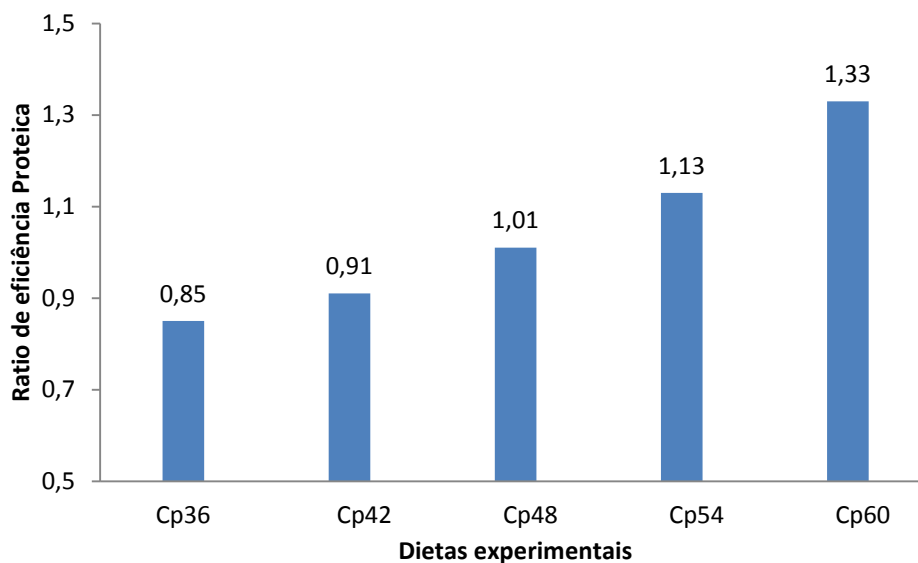


Gráfico 5 – Rácios de Eficiência Proteica

Contrariamente aos resultados observados neste ensaio (Gráfico 5), peixes alimentados com dietas com baixos níveis de proteína tem valores mais elevados de REP do que peixes alimentados com dietas com altas percentagens de proteína (Ogino *et al.*, 1970; Dabrowski, 1977; Singh, 1990; Santinha *et al.*, 1996). Estas observações sugerem a utilização de proteína pelos peixes como fonte de energia, especialmente quando os peixe são alimentados com dietas com elevados níveis de proteína (Kim *et al.*, 1991; Santinha *et al.*, 1996). Neste estudo o aumento do ratio de eficiência proteica, relacionado com o aumento dos níveis de proteína nas dietas administradas sugere que as dietas formuladas possuem baixos níveis energéticos para satisfazer as necessidades dos peixes, sendo estes obrigados a converter a proteína disponível em energia. Com o aumento da disponibilidade de proteína nas dietas administradas observa-se um aumento não só do valor do rácio de eficiência proteica e da taxa de crescimento específico, mas também uma diminuição do índice hepatossomático. Resultados semelhantes foram obtidos por Martínez-Llorens *et al.*, (2011).

O índice de crescimento diário foi mais elevado nos peixes alimentados com a dieta Cp60 (1.04), não existindo diferenças significativas entre os diferentes. Curiosamente as corvinas alimentadas com as dietas Cp36 tiveram o terceiro índice de crescimento mais elevado com $0,90 \pm 0,07$ (Gráfico 6).

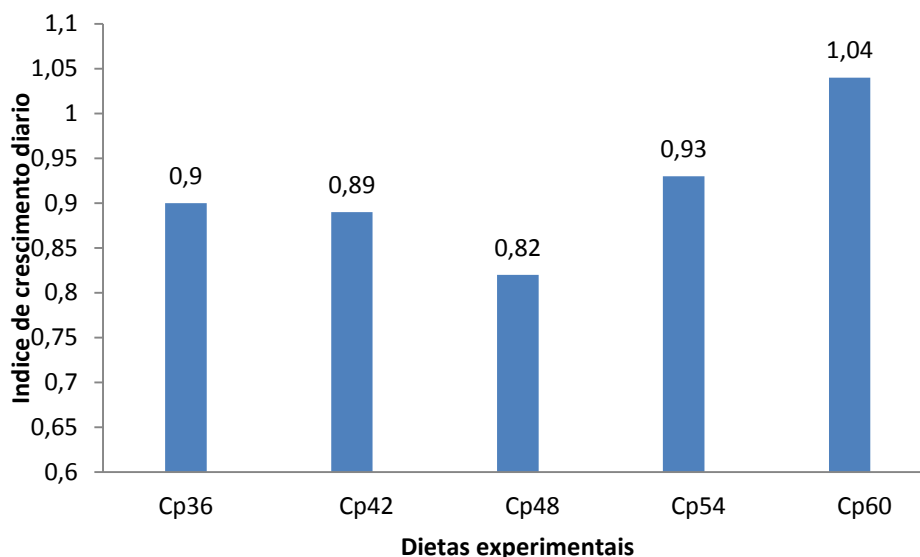


Gráfico 6 – Índice de crescimento diário

A taxa de crescimento específico (TCR) foi mais elevada nos peixes alimentados com a dieta Cp60 ($0,7 \pm 0,06$), sendo apenas significativas as diferenças registadas entre as dietas Cp48 e Cp60 (Gráfico 7).

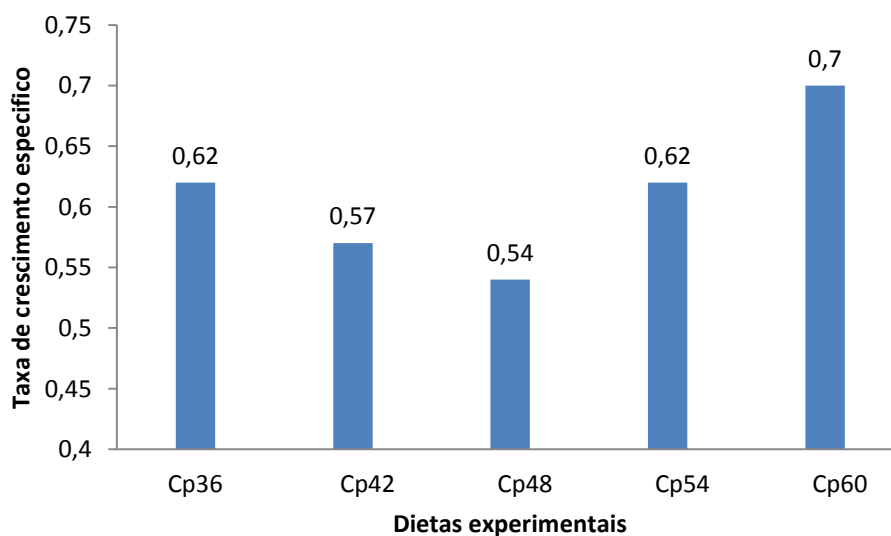


Gráfico 7 - Taxa de crescimento específico

Curiosamente as corvinas alimentadas com as dietas Cp36 e Cp54 tiveram a segunda maior taxa de crescimento específico com $0,62 \pm 0,05$ e $0,62 \pm 0,25$ respectivamente. De facto foi surpresa observar que os peixes alimentados com Cp36 apresentassem a mesma taxa de crescimento específica que os peixes alimentados com a dieta Cp54 que incorpora mais 50% de proteína. Na formulação das dietas e para prevenir uma possível deficiência de metionina na dieta Cp36, foi incorporado 0,20% de DL-Metionina na constituição da mesma. Lisina e metionina são os aminoácidos mais limitantes nas matérias-primas utilizadas em dietas de peixes (Abimorad *et al.*, 2009; Sardar *et al.* 2009), e de acordo com F. ZHOU *et al.*, (2011), Zhi Luo *et al.*, (2005) e Kangsen Mai *et al.*, (2006), um aumento de metionina nas dietas administradas induz um aumento da taxa específica de crescimento dos peixes. Os valores de crescimento específico obtidos são modestos quando comparados com os resultados de Martínez-Llorens (2011) (TCE $1,2\% \text{ dia}^{-1}$ a $23 \pm 1^\circ\text{C}$), $1,2\% \text{ dia}^{-1}$ a 19°C por Chatzifotis (2010), $1,17\% \text{ dia}^{-1}$ por (Pastor Gracia *et al.*, 2002), $0,92\% \text{ dia}^{-1}$ temperatura 9 a 27°C (Piccolo *et al.*, 2008), obtidos com temperaturas superiores as utilizadas neste ensaio. Contudo segundo CLIVE Talbot (1993), para a maioria das espécies de peixe conhecidas e quando a disponibilidade de alimento não é um factor limitante, as taxas de crescimento específico aumentam com o aumento da temperatura. El-Shelby (2007) obteve valores de crescimento específico de $1,04\% \text{ dia}^{-1}$ com variações de temperatura entre os 15 e os 32°C , apresentando no entanto uma taxa de conversão alimentar de 3.10. Os valores de crescimento específico aqui determinados para a corvina (*A. regius*) $0,7 \pm 0,07\% \text{ dia}^{-1}$, ainda estão longe dos valores alcançados em juvenis de *A. japonicus* $3,25\% \text{ dia}^{-1}$ (Battaglione *et al.*, 1994) e *S. ocellatus* $3,32\% \text{ dia}^{-1}$ (Alo, 2008), sendo contudo mais elevados do que os valores obtidos por Mylonas *et al.*, (2009) a $19 \pm 1^\circ\text{C}$ para a *U. cirrosa*, TCE $0,51\% \text{ dia}^{-1}$.

O índice hepatossomático foi significativamente afectado pelas diversas dietas em estudo. Assim obtivemos um decréscimo dos valores do índice hepatossomático proporcional ao aumento do conteúdo proteico nas diferentes dietas ensaiadas (Gráfico 8). A dieta Cp36 teve o valor mais elevado ($2,40 \pm 0,48$) durante este ensaio e a dieta Cp60 o valor mais baixo do ensaio ($1,62 \pm 0,37$). Valores elevados do índice hepatossomático são geralmente encontrados em peixes alimentados com dietas contendo níveis elevados de hidratos de carbono (Debnath *et al.*, 2007). Quando o nível de proteína incluso nas dietas administradas é baixo, outros nutrientes vão ser utilizados para produção de energia, originando níveis mais altos de glicogénio no tecido hepático, ou seja valores mais elevados do índice hepatossomático.

De facto e corroborando os dados obtidos neste ensaio, Phumee *et al.*, (2009) argumenta que um decréscimo de deposição de lípidos nas vísceras dos peixes está relacionado com um aumento da actividade metabólica relacionada com a ingestão adicional de proteínas.

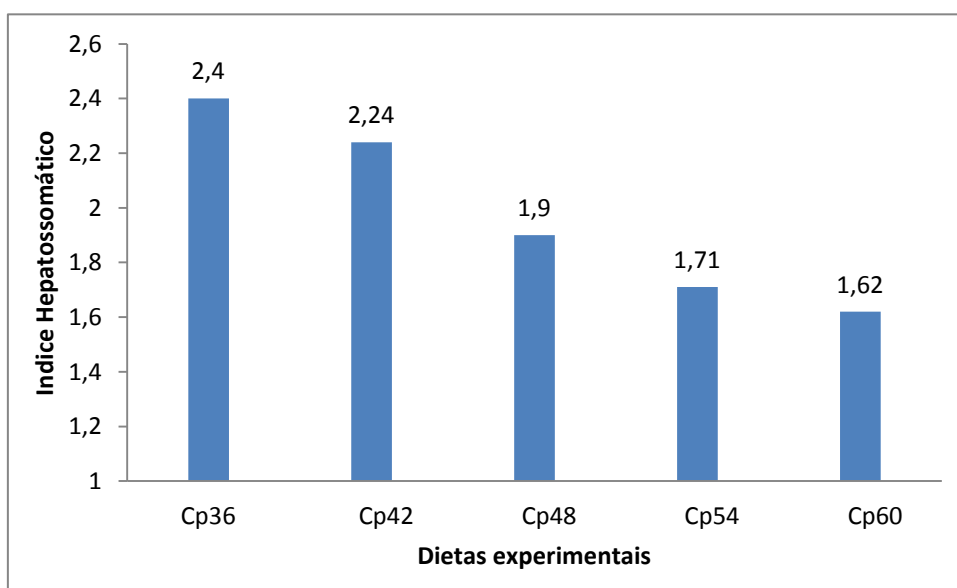


Gráfico 8 – Índice hepatossomático

Chatzifotis *et al.*, (2010) utilizando uma dieta com 43 % de proteína bruta, demonstraram que um aumento de lípidos na dieta de 13 para 17% aumenta a taxa de crescimento específico da corvina (*A. regius*). Geralmente um aumento nos níveis de lípidos incluídos nas dietas promovem o crescimento, eficiência proteica e alimentar, evitando a catabolização de proteínas para utilização como fonte de energia (Lee *et al.*, 2002; Skalli *et al.*, 2004).

Os valores obtidos neste ensaio indicam que a corvina (*A. regius*) é uma espécie carnívora com elevados requisitos proteicos (superiores a 60% de proteína) quando comparada com espécies como o robalo (*D. labrax*) e a dourada (*S. aurata*), as duas espécies mais cultivadas ao longo da costa mediterrânica. Desta forma as rações comerciais formuladas para estas duas espécies, cujos requisitos proteicos variam entre 45 e 55% (Company *et al.*, 1999), são deficientes em proteína e consequentemente irão limitar o desenvolvimento da corvina.

Tabela 9 - Desempenho crescimento e utilização das dietas por juvenis de corvina ¹

	Dietas				
	Cp36	Cp42	Cp48	Cp54	Cp60
PI (g)	55,6 ± 0,80	56 ± 0,43	55,5 ± 0,87	55,7 ± 0,35	55,4 ± 1,61
PF (g)	93,84 ± 3.42	94.0 ± 1.71	89,97 ± 5.68	95,64 ± 1.03	101,28 ± 9.59
IDA (%)	1.78 ± 0.07 a	1.39± 0.08b	1.05 ± 0.15bc	0.95± 0.19c	0.82± 0.14c
TCA	3,28 ± 0,24a	2,61 ± 0,19ab	2,16 ± 0,54bc	1,69 ± 0,34cd	1,27 ± 0,13d
TCE	0.62 ± 0.05ab	0.57 ± 0.2ab	0.54 ± 0.06b	0.62 ± 0.25ab	0.7 ± 0.06a
REP	0,85 ± 0,06	0,91 ± 0,07	1,01 ± 0,29	1,13 ± 0,26	1,33 ± 0,13
ICD	0.90 ± 0.07	0,89± 0,04	0,82± 0,12	0,93 ± 0,01	1,04 ± 0,18
IH	2,40 ± 0,0a	2,24± 0.22ab	1.91± 0.16bc	1.71 ± 0.09c	1.62 ± 0.15c

¹ Média mais desvio-padrão. Em cada linha os valores com letras diferentes são significativamente diferentes (P <0.05).

PI = Peso Inicial (g)

PF = Peso Final (g)

IDA= Ingestão diário de alimento

TCA = Taxa de conversão alimentar

TCE = Taxa de crescimento específico

REP = Rácio eficiência proteica

ICD = Índice de crescimento diário

IH = Índice hepatossomático

4.2. Análises bromatológicas

A composição proximal da corvina (*A. regius*) de aquacultura é afectada por factores endógenos e exógenos. Os níveis de proteína e cinza estão principalmente relacionados com o tamanho do peixe (factor endógeno), enquanto o conteúdo de lípidos está relacionado com factores exógenos como a dieta (Shearer, 1994). Os conteúdos de proteína nas carcaças dos peixes amostrados não foram significativamente afectados pelas dietas administradas ($P < 0.05$), sendo a percentagem de proteína na carcaça dos peixes alimentados com as dietas ensaiadas, semelhantes aos peixes de controlo (Tabela 10). Contudo verificou-se uma ligeira tendência de diminuição do conteúdo lipídico nas corvinas alimentadas com as dietas de maior conteúdo proteico, diferença mais evidente no grupo alimento com a dieta Cp60. Baixos valores de eficiência proteica quando a percentagem de proteína bruta é aumentada, estão relacionados com o uso do excesso de proteína para fornecer energia para o crescimento (Adron *et al.*, 1976; Steffens, 1981; De Silva *et al.*, 1991). Os resultados obtidos neste ensaio mostram uma relação entre o aumento do teor de proteína, e uma diminuição do conteúdo lipídico nas carcaças dos peixes. Assim e de acordo Salhi *et al.*, (2004) podemos inferir que nesta situação a proteína ingerida está a ser utilizada para a formação de novos tecidos e não a ser catabolizada para produção de energia, acompanhados por um aumento da eficiência proteica, resultado evidenciado pela ausência de uma diminuição nos valores de eficiência proteica.

A determinação da energia demonstrou a existência de diferenças significativas nas corvinas alimentadas com as dietas Cp36 ($22.73 \pm 0,13$ Kj/g) e Cp42 ($22,66 \pm 0,57$ Kj/g) quando comparadas com a composição inicial das corvina ($21,05 \pm 0,14$ Kj/g).

Os peixes alimentados com a dieta Cp48 tinham o menor peso final do ensaio ($89,97 \pm 5.68$ g) e a menor taxa de crescimento específico ($0,54 \pm 0,06^1$), contudo as análises bromatológicas revelaram que este grupo tinha a segunda maior percentagem de proteína na composição da carcaça apesar de o valor do ratio eficiência da proteína ser um valor intermédio ($1,01 \pm 0,29$) quando comparado com os valores dos peixes alimentados com as restantes dietas.

Vergara *et al.*, (1996) em dourada e Lanari *et al.*, (1999) em robalo, observaram que peixes com elevadas taxas de crescimento específico e conseqüente maior peso final, possuíam uma percentagem superior de lípidos nas carcaças, resultados semelhantes aos ocorridos neste ensaio com os peixes alimentados com dieta Cp36 ($22,12 \pm 0,74$ lípidos, taxa de crescimento $0,62 \pm 0,05$ e peso final $93,84 \pm 3,42$ g). Uma maior

deposição de lípidos em peixes alimentados com dietas com baixo conteúdo proteico pode ser explicada pelo consumo excessivo de nutrientes não proteicos, por unidade de peso ganho em crescimento limitado pela disponibilidade de proteína. A correlação positiva observada entre o rácio ingestão/ganho e o conteúdo lipídico da carcaça, aparenta ser uma consequência deste fenómeno pois, para um determinado ganho de peso, os peixes alimentados com dietas mais pobres em proteína ingerem uma quantidade superior de alimento (Arzel *et al.*, 1995).

Tabela 10 - Composição proximal de carcaças de juvenis de corvina ¹

	Dietas					Composição inicial
	Cp36	Cp42	Cp48	Cp54	Cp60	
MS (%)	97,51 ± 0,3ab	98,13 ± 0,28a	97,92 ± 0,17ab	97,44 ± 0,31ab	97,49 ± 0,38ab	97,25 ± 0,01ab
Cinzas (%MS)	15,16 ± 0,38b	14,18 ± 0,40b	14,78 ± 0,67b	14,85 ± 1,1b	15,35 ± 0,33ab	17,09 ± 0,18a
Gordura (%MS)	22,12 ± 0,74	22,81 ± 1,37	21,74 ± 1,55	21 ± 2,0	19,68 ± 0,75	20,64 ± 0,88
Proteína (%MS)	61,95 ± 2,25	61,32 ± 1,43	62,92 ± 1,56	61,56 ± 0,94	63,48 ± 1,15	61,95 ± 0,22
Energia (Kj/g)	22,73 ± 0,13a	22,66 ± 0,57a	21,8 ± 0,56ab	22,03 ± 0,49ab	22,22 ± 0,07ab	21,05 ± 0,14b
Fósforo (%)	2,32 ± 0,19	2,11 ± 0,04	2,28 ± 0,12	2,05 ± 0,1	2,26 ± 0,18	2,31 ± 0,08

¹ Média mais desvio-padrão. Em cada linha os valores com letras diferentes são significativamente diferentes (P <0.05).
MS = Matéria seca

4.3. Comportamento

O comportamento desta espécie (*A. regius*) observado durante todo o ensaio vai de encontro ao comportamento observado por Calderón *et al.*, (1997) e Pastor *et al.*, (2002). A corvina adapta-se facilmente ao crescimento em tanques circulares de fibra de vidro, sendo no entanto necessária uma rede de protecção na parte superior dos tanques devido aos saltos para fora da água que os juvenis destas espécies tendem a dar. São um peixe fácil de manusear durante as amostragens mas revelam alguma sensibilidade aos barulhos e sombras durante a manutenção dos tanques.

As observações do comportamento alimentar revelam que a corvina (*A. regius*) se alimentou exclusivamente no fundo do tanque e na coluna de água. Revelou-se ainda um peixe pouco voraz na procura do alimento, estando este comportamento condicionado pela baixa temperatura a que decorreu o ensaio e/ou com o número relativamente baixo de exemplares por tanque (74 peixes\tanque).

A mortalidade ao longo do ensaio foi baixa (0,04) e sem nenhuma relação com as dietas administradas.

4.4. Análise económica

Com base no preço estimado de cada dieta utilizada no ensaio de crescimento (Tabela 11), realizou-se uma simulação de rentabilidade económica. Os cálculos realizados estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 11– Preço estimado das dietas (€/kg), Jorge Dias (2010, comunicação pessoal)

Dieta	Cp36	Cp42	Cp48	Cp54	Cp60
Preço (€/kg)	0.87	0.96	1.06	1.17	1.26

Tabela 12– Análise económica das dietas

Dieta	TCA	IDA	Preço €/kg	CDA (kg)	GAD €	GDBT (kg)	Rentabilidade %
Cp36	3.28	1.60	0,87	55	48	17	35
Cp42	2.62	1.19	0,96	41	39	16	40
Cp48	2.16	0.93	1,06	32	34	15	44
Cp54	1.69	0.82	1,17	28	33	17	51
Cp60	1.27	0.68	1,26	23	29	18	62

TCA = Taxa de conversão alimentar
 IDA= Ingestão diária de alimento
 CDA= Consumo diário de alimento total
 GAD= Gasto de alimentação diário total
 GDBT= Ganho diário de biomassa tota
 Rentabilidade = GDBT/ GADI

Para a realização desta simulação realizou-se um cruzamento entre os dados obtidos neste ensaio de nutrição e uma instalação aquícola com uma produção de 500 toneladas. Com um peso médio final por peixe vendido de 0.8 kg, baseado na inserção da categoria de venda como peixe inteiro ou em filetes (Gonçalves *et al.*, 2011), a instalação necessitaria de 625000 peixes para atingir a meta de produção idealizada (500 toneladas). Como o objectivo é cruzar os dados obtidos neste ensaio com uma hipotética produção industrial, apenas faz sentido utilizar estes dados utilizando juvenis com um peso semelhante ao peso dos juvenis utilizados no ensaio. Assim os 625000 juvenis de corvina (*A. regius*) necessários para atingir a meta de produção, terão uma biomassa total de 34375 kg (peso médio de juvenis 55g, multiplicado pelo numero total de juvenis). Multiplicando a biomassa total pelos valores da ingestão diária de alimento (IDA) obtidos no ensaio, obtemos o consumo diário de alimento total para cada dieta (CDA). O valor de CDA multiplicado pelo preço estimado de cada dieta, indica a gasto de alimentação diário total (GAD €). O consumo diário de alimento total (CAD), quando multiplicado pela taxa de conversão alimentar, fornece-nos uma estimativa do ganho diário de biomassa total (GDBT). A divisão do ganho diário de biomassa total (GDBT) pelo valor do gasto de alimentação diário total (GAD €), permitimos ter uma ideia da rentabilidade de cada dieta.

Com base nestes cálculos a dieta com maior rentabilidade económica para um estabelecimento de produção de corvina, com as condições descritas acima é a Cp60, com uma rentabilidade de 62%.

Apesar de serem formuladas com ingredientes práticos, dado os objectivos da experiência o aumento gradual do teor de proteína nas dietas ensaiadas foi feito essencialmente à custa de um ingrediente caro, o glúten de trigo. Como já referido anteriormente, este ingrediente foi escolhido por ser uma fonte de proteínas com elevada digestibilidade, quase sem gordura e por não aportar factores antinutricionais. O objectivo deste ensaio de nutrição era determinar qual o nível óptimo de proteína para o crescimento de juvenis de corvina (*A. regius*). Caso a formulação das dietas fosse idealizada com base numa questão de custos, passariam a existir vários factores com variações muito significativas. É agora numa fase subsequente, que se irá tentar tornar a fórmula economicamente mais interessante.

5. Conclusão

Os resultados gerais deste ensaio apontam a dieta Cp60 como a mais indicada para a alimentação da corvina (*A. regius*) nas condições ensaiadas. Apesar de não existirem diferenças estatisticamente significativas entre as dietas Cp60 e Cp54 ($P < 0.05$), as diferenças observadas entre os diferentes valores determinados, quando transpostos para uma escala de produção industrial, como as condições simuladas na análise económica das dietas, tem um peso importante. As diferenças de rentabilidade económica observadas entre as duas dietas, Cp60 e Cp54 são de 11%, o que irá fazer uma grande diferença no orçamento anual de uma piscicultura.

Os peixes alimentados com a dieta Cp60 apresentaram o maior peso final ($101,28 \pm 9,59$ g), a menor taxa de conversão alimentar ($1,27 \pm 0,13$), o maior rácio de eficiência proteica ($1,33 \pm 0,13$), assim como a taxa de crescimento específico mais alta ($0,7 \pm 0,06$). Aliados a estes resultados a análise da composição proximal das carcaças revela que os peixes alimentados com esta dieta apresentam ainda uma menor percentagem de lípidos e a maior percentagem de proteína comparativamente as outras dietas.

Diminuições das taxas de crescimento específico foram observados em diversos estudos, (Ng *et al.*, 2001 em *Mystus nemurus*); (Kim *et al.*, 2005 em *Pseudobagrus fulvidraco*) (Schulz *et al.*, 2007 em *Sander lucioperca*); (Mohanta *et al.*, 2008 em *Puntius gonionotus*); (Siddiqui *et al.*, 2009 em *Heteropneustes fossilis*); (Farhat *et al.*, 2010 em *Clarias gariepinus*), com peixes alimentados com níveis de lípidos superiores aos seus requisitos. Os valores de TCE obtidos neste ensaio exibem uma tendência crescente e proporcional ao aumento da percentagem de proteína das dietas, sugerindo um nível de lípidos nas dietas (14%) abaixo do requisito lipídico da corvina. De facto Chatzifotis *et al.*, (2010 e 2011) demonstraram que um nível de 17% de lípidos nas dietas administradas a juvenis de corvina (*A. regius*) promove um aumento de crescimento dos mesmos.

Diversos autores afirmam que um aumento de proteína nas dietas acima do requisito proteico da espécie, induz um decréscimo nos valores da eficiência alimentar. Este decréscimo do valor de eficiência alimentar foi descrito *B. altus* (Elangovan *et al.*, 1997), *E. salmoides* (Teng *et al.*, 1978) e *S. aurata* (José *et al.*, 1996), contudo os dados recolhidos neste ensaio não apontam para a existência desse decréscimo dos valores da eficiência alimentar.

Assim e conjugando as afirmações acima descritas com as afirmações de Adron *et al.*, 1976; Steffens, 1981; De Silva *et al.*, 1991 e M. Salhi *et al.*, 2004, podemos inferir que o requisito proteico da corvina (*A. regius*), para uma temperatura de 18.69 ± 0.09 °C, pode encontrar-se acima dos 54% de proteína incluída na dieta Cp54.

6. Estudos futuros

A taxa de crescimento específico do grupo alimentado com a dieta Cp36 a segunda mais elevada do ensaio e semelhante à dieta Cp54 que contém mais 50% de proteína, contém na sua composição um acréscimo de 0.20% de DL-Metionina, pelo que será interessante verificar qual a relação entre a disponibilidade de metionina e o crescimento em juvenis de corvina.

Estudos anteriores (Chatzifotis *et al.* 2010 e 2011) demonstraram que um nível de 17% de lípidos nas dietas administradas a juvenis de corvina (*A. regius*) promove um aumento de crescimento dos mesmos. Contudo os mesmos estudos referem que os juvenis de corvina não aparentam requerer um alto nível de lípidos nas dietas, porque um aumento de 17 para 20% não resultaram num aumento na taxa de crescimento específico nem melhorias no rácio de conversão de alimento.

Desta forma realizar um ensaio de crescimento em condições ambientais semelhantes as descritas nesta tese, alterando a formulação das dietas aqui utilizadas, aumentando a percentagem de lípidos de 14 para 17%, e níveis de proteína entre 42 e 68% permitiria fazer uma comparação da importância dos lípidos no crescimento de juvenis de corvina em condições adaptadas a realidade da costa Algarvia.

A aquacultura é uma actividade económica, e como tal está dependente das margens de rentabilidade da produção. Assim e de forma a tornar o cultivo de corvina (*A. regius*) mais rentável, derivado do elevado preço das dietas experimentais formuladas, será economicamente motivador tentar tornar a fórmula utilizada na elaboração da dieta Cp60, economicamente mais interessante, através da substituição total ou parcial do glúten de trigo, por outras fontes de proteína economicamente mais acessíveis.

7. Bibliografía

- Abimorad, E.G., Favero, G.C., Castellani, D., Garcia, F., Carneiro, D.J. Dietary supplementation of lysine and/or methionine on performance, nitrogen retention and excretion in pacu *Piaractus mesopotamicus* reared in cages (2009) *Aquaculture*, 295 (3-4), pp. 266-270.
- Abreu N, Socorro J, Betancor M, Caballero MJ, Fernández-Placios H, Hernández-Cruz CM, Roo J, Schuchardt D. 2009. Nuevas aportaciones al estudio de la organogénesis en larvas de corvina (*Argyrosomus regius* Asso,1801). Páginas 510-511 en Beaz D.,Villaruel M, Cárdenas S. eds. XII Congreso Nacional de Acuicultura: Com la acuicultura alimentamos tu salud. MARM,SEA y FOESA. Madrid, España.
- Aburto GA. 2005. Estimación de los parámetros ecofisiológicos críticos (oxígeno y amonio) para la determinación de la capacidad de carga en el cultivo de juveniles de corvina (*Cilus gilberti*). Tesis de Grado. Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile
- Adrian Elangovan, K.F. Shim, Growth response of juvenile *Barbodes altus* fed isocaloric diets with variable protein levels, *Aquaculture*, Volume 158, Issues 3-4, 15 December 1997, pp. 321-329.
- Adron *et al.*, 1976 J.W. Adron, A. Blair, C.B. Cowey and A.M. Shanks, Effects of dietary energy level and dietary energy source on growth, feed conversion and body composition of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*, 7 (1976), pp. 125–132.
- Allison, J.B. The nutritive value of dietary proteins. In: Munro, H.N. & Allison, J.B., ed. *Mammalian protein metabolism*, Vol. II. New York, Academic Press, 1964, pp. 41–86.
- Alo M. 2008. Florida researchers test prototype recirculation system to rear Red Drum juveniles. *Hatchery International* 9, pp. 46-47.
- AOAC, 2006. *Official methods of analysis of AOAC International*, 18 ed. AOAC International, Maryland, USA.
- Arizcun M, Abellán E, García-Alcázar A. 2009 . Primeros resultados sobre reproducción y cultivo larvario de verrugato (*Umbrina cirrosa* L.). Páginas 518-519. XII Congreso Nacional de Acuicultura: Con la acuicultura alimentamos tu salud. MARM, SEA y FOESA. Madrid, España.
- Arzel, J., Me´tailler, R., Kerleguer, C., Le Delliou, H., Guillaume, J., 1995. The protein requirement of brown trout (*Salmo trutta*) fry. *Aquaculture* 130, pp. 67– 78.
- Augsburger A. 2006. Desarrollo tecnológico en el cultivo de peces marinos. II Congreso Nacional de Acuicultura. Perú.
- Barbaro A, Francescon A, Bertotto D, Bozzato G, Di Maria I, Patarnello P, Furlan F, Colombo L. 2002. More effective induction of spawning with long-acting GnRH agonista in the shi drum *Umbrina cirrosa* L. (*Sciaenidae*, *Teleostei*), a valuable candidate for Mediterranean mariculture. *J. Appl. Ichthyol.* 18:192-99.

- Basaran F, Muhtaroglu CG, Ozden O, Ozkizilcik S.. 2009. Spawning behaviour of shi drum (*Umbrina cirrosa*) after hormone administration. *Journal of Fisheries Science.com* 32:124-133
- Battaglene SC, Tablo Rb. 1994 . Hormone induction and larval rearing of mulloway, *Argyrosomus hololepidotus* (Pisces. Sciaenidae). *Aquaculture* 126: 73-81.
- Bernatzeder, A.K., Britz PJ. 2007. Temperature preference of juvenile dusky kob *Argyrosomus japonicus* (Pisces: Sciaenidae). *Africa Journal of Marine Science* 29: 539-543.
- Blaxter, K.L. Comparative aspects of nutrition. In: Yudkin, J., ed. *Diet of man: needs and wants*. London, Applied Science Publishers, 1978, pp. 145–158.
- Brown, M.L., Nematipour, G.R., Gatlin, D.M., 1992. Dietary protein requirement of juvenile sunshine bass at different salinities. *Prog. Fish-Cult.* 54, 148– 156.
- Calderón, J. A., J. C. Esteban, M. A. Carrascosa, P. L. Ruiz y F. Varela. 1997. Estabulación y crecimiento de un lote de reproductores de corvina (*Argyrosomus regius* (A.)). En: *Actas VI Congreso Nacional de Acuicultura* (9-11 de julio, 1997. Cartagena, Murcia, España). J. de Costa, E. Abellán, B. García, A. Ortega y S. Zamora (eds.), pp. 365-370. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Calloway, D.H. & Spector, H. *Am. J. Clin. (1954).Nutr.*, 2, pp. 405–412
- Calloway, D.H. Energy-protein interrelationships. In: Bodwell, C.E. *et al.*, ed. *Protein quality in humans: assessment and in vitro estimations*. Westport, CT, AVI Publishing Co., 1981, pp. 148–165.
- Calloway, D.H. J. (1975).*Nutr.*, 105, pp. 914–923
- Cárdenas S, Duncan N, Pastor E, Hernández-Palacios H., Rodríguez Rúa A, Estévez A, Grau A, Schuchardt D 2008a. Producción experimental de alevines en el Plan Nacional de Cría de Corvina *Argyrosomus regius* (PLANACOR, JACUMAR). IV Jornadas de Acuicultura del Litoral Suratlántico. Cartaya, Huelva, 16-17 de Abril de 2008.
- Cárdenas S. 2009a. Acuicultura de Esciénidos en el Mundo. Curso sobre Avances de la Acuicultura. Fundación de la Universidad de Málaga. Vélez-Málaga, Málaga, Julio, 2009.
- Catalán IA, Jiménex MT, Alconchel JI, Prieto L, Muñoz JL. 2006. Spatial and temporal changes of coastal demersal assemblages in the Gulf of Cadiz (SW Spain) in relation to environmental conditions. *Deep-Sea Research II* 53, pp. 1402-1419
- Chao L.N., Trewavas E. (1990) Sciaenidae. In: *Check-list of the Fishes the Eastern Tropical Atlantic (CLOFETA)*, Vol.2 (ed. By J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post & L. Saldanha), pp.813 - 826. JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris.
- Chao NL. 1986. A synopsis on zoogeography of the Sciaenidae. In Uyeno T, R Arai, T Taniuchi, K Matsuura, eds. *Indo-Pacific fish biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes*. Tokyo: Ichthyological Society of Japan, pp. 570-589.

- Chatzifotis S, Villamor A, Limberis N, Papandroulakis N, Divanach P. 2006. First data on growth of cultured brown meagre *Sciaena umbra* using diets with different protein and fat contents. *Fisheries Science* 72: 83-88.
- Chatzifotis S., Panagiotidou M., Divanach P., Effect of protein and lipid dietary levels on the growth of juvenile meagre (*Argyrosomus regius*) (2011), *Aquaculture International*.
- Chatzifotis S., Panagiotidou M., Papaioannou N., Pavlidis M., Nengas I., Mylonas C.C., Effect of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and serum metabolites of meagre (*Argyrosomus regius*) juveniles, *Aquaculture*, Volume 307, Issues 1-2, 1 September 2010, pp. 65-70.
- Cho, C.Y., Kaushik, S.J., 1985. Effects of protein intake on metabolizable and net energy values of fish diets. In: Cowey, C.B., Mackie, A.M., Bell, J.G. (Eds.), *Nutrition and Feeding in Fish*. Academic Press, London, pp. 95 – 117.
- Claki S., Dincer T., Cadun A., Saka S., Firat K. 2006. Nutrient content comparison of the new cultured species brown meagre (*Sciaena umbra*). *Archiv für Lebensmittelhygiene* 57: 80-84.
- Company R, Calduch-Giner JA, Perez-Sanchez J, Kaushik SJ (1999) Protein sparing effect of dietary lipids in common dentex (*Dentex dentex*): a comparative study with sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquat Living Resour* 12, pp. 23 – 30.
- Cowey, C.B., 1975. Aspect of protein utilisation by fish. *Proceedings of the Nutrition Society* 34, 57–63
- Craig S., 2009 *Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding*. Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech, Blacksburg, publication, pp. 420-256.
- Cruz W, Grau A, Pastor E, Crespo S, Sala R. 2007 Desarrollo ontogénico de la larva de corvina (*Argyrosomus regius*): estudio preliminar. XI Congreso Nacional de Acuicultura, Xunta de Galicia.
- Dabrowski K., 1977 K. Protein requirement of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.). *Aquaculture*, 12 (1977), pp. 63–73.
- Daniels, W.H., Robinson, E.H., 1986. Protein and energy requirements of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 53, pp. 243– 252.
- Dao JC. 2003. Aquaculture development of red drum (*Sciaenops ocellatus*) in Martinique and the French West Indies. *FAO Fisheries Report* 704: 74-85.
- De Silva S.S, R.M. Gunasekera and K.F. Shim, 1991 Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. *Aquaculture*, 95 (1991), pp. 305–318.
- De Silva S.S. and T.A. Anderson, 1995. *Fish Nutrition in Aquaculture*. Chapman & Hall Aquaculture Series, London, 319 pp.

- Debnath, D.; Pal, A.K.; Sahu, N.P.; Yengkokpam, S.; Baruah, K.; Choudhury, D.; Venkateshwarlu, G. 2007. Digestive enzymes and metabolic profile of Labeo rohita fingerlings fed diets with different crude protein levels. *Comparative Biochemistry and Physiology* 146B, pp. 107-114.
- Dong-Fang Deng, Zhi Yong Ju, Warren Dominy, Ryan Murashige, Robert P. Wilson, Optimal dietary protein levels for juvenile Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*) fed diets with two levels of lipid, *Aquaculture*, Volume 316, Issues 1-4, 15 June 2011, pp. 25-30.
- Du, Z.-Y., Liu, Y.-J., Tian, L.-X., Wang, J.-T., Wang, Y., Liang, G.-Y., 2005. Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition* 11, pp. 139–146.
- Elliott J. M., Hurley M. A., 1995, The Functional Relationship between Body Size and Growth Rate in Fish, *Functional Ecology* Vol. 9, No. 4 (Aug., 1995), pp. 625-627.
- El-Shebly Abdalla A., El-kady Mohamed A.H., Hussin Abdalla B. And Hossain Yeamin MD. 2007. Preliminary observations on the Pond Culture of Meagre, *Argyrosomus regius* (Asso, 1810) (Sciaenidae) in Egypt. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 2:345352.
- Engin, K., Carter, C.G., 2001. Ammonia and urea excretion rates of juvenile Australian short-finned eel (*Anguilla australis australis*) as influenced by dietary protein level. *Aquaculture* 194, pp. 123 – 136.
- FAO, Nutrition Meetings Report Series, No. 37; WHO Technical Report Series, No. 301, 1965 (Protein requirements: report of a Joint FAO/WHO Expert Group).
- FAO, Nutrition Meetings Report Series, No. 52; WHO Technical Report Series, No. 522, 1973 (Energy and protein requirements: report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee).
- FAO, 2009. Capture Production 1950 – 2007. FISHSTAT Plus: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3. FAO Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. FAO, Rome, Italy.
- FAO, (2010) b Aquaculture Production 1950–2008.
- FAO, © 2005-2011. Cultured Aquatic Species Information Programme. *Sciaenops ocellatus*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Cynthia K. Faulk, A. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 9 February 2005.
- Farhat, Khan MA (2010) Effects of varying dietary protein levels on growth, feed conversion, nutrient retention efficiencies and biochemical composition of fry African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). *J Appl Aquac.*
- Fernández-Delgado C, Drake P, Arias AM, García-González D. 2000. Peces de Doñana y sus entorno. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

FFA, French Aquaculture Federation, 2009

Fischer, W., Bauchot, M.L., Schneider, M., 1987. Fiches FAO identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II Vertébrés. FAO, Rome, 600 pp.

Fountoulaki E., Venou B., Alexis M.N., Nengas I., Apostolopoulou M., Castritsi-Cathariou I., Effect of extrusion of wheat and corn on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) growth, nutrient utilization efficiency, rates of gastric evacuation and digestive enzyme activities, *Aquaculture*, Volume 225, Issues 1–4, 14 July 2003, Pages 207-223

García-Alonso J, Vizziano D. 2004. Induction of oocyte maturation in the white croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces: Sciaenidae) by human chorionic gonadotropin. *Braz. J. Biol.* 64: 73-80.

García-Ortega A, Lazo JP. 2004. Marine fish larviculture in Mexico: advances and challenges in nutrition and feeding. VII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola 16-19 de Noviembre de 2004, Hermosillo, Sonora, México

Gardes L, Villanove P, Buchet V, Fauvel. 2000. Induced spawning of red drum, *Sciaenops ocellatus*. Use of multivariate and univariate analysis methods in the search for side effects of LHRHa treatments and ovarian development state upon spawn quality. *Aquat. Living Resour.* 13: 19-27.

Garlick, P.J. *et al.* *Am. J.* (1980). *Physiol.*, 238, pp. 235–249

Gil MM, Grau A, Riera I. 2009. Atlas histológico del tracto digestivo de la corvina de cría, *Argyrosomus regius*. pp. 150-151 en Beaz D, Villarroel M, Cárdenas S. eds XII Congreso Nacional de Acuicultura: Com la acuicultura alimentamos tu salud. MARM, SEA y FOESA. Madrid, España.

Goddard S., 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*, Chapman & Hall, New York, 194 pp.

Goffings JP. 2010. First Mexican marine redfish hatchery. *Hatchery International* 11: 24-25.

GOLDEN, M.H.N. *et al.* (1977). *Clin. Sci. Mol. Med.*, 53, pp. 473–477

Griffiths and Heemstra, 1995 M.H. Griffiths and P.C. Heemstra, A contribution to the taxonomy of the marine fish genus *Argyrosomus japonicus* (Perciformes: Sciaenidae), with descriptions of the two new species from southern Africa. *Ichthyological Bulletin*, 65 (1995), pp. 1–40.

Griffiths, 1996 M.H. Griffiths, Life history of the dusky kob *Argyrosomus japonicus* (Sciaenidae) off the east coast of South Africa. *South African Journal of Marine Science*, 17 (1996), pp. 135–154.

Grigorakis, K., Fountoulaki, E., Vasilaki, A., Mittakos, I. and Nathanailides, C. (2011), Lipid quality and filleting yield of reared meagre (*Argyrosomus regius*). *International Journal of Food Science & Technology*, 46, pp. 711–716.

Guillaume, J., 1997. Protein and amino acids. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M. Eds., *Crustacean Nutrition*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, pp. 26–50.

- Gunasekera, R.M., De Silva, S.S., Collins, R.A., Gooley, G., Ingram, B.A., 2000. Effect of dietary protein level on growth and food utilization in juvenile Murray cod *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell). *Aquacult. Res.* 31, pp. 181 – 187.
- Henderson-Arzapalo A. 1995. Review of nursery and growout culture techniques for red drum (*Sciaenops ocellatus*). Páginas 67-79. *Culture of high-value marine fishes in Asia and the United States*. The Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii, USA.
- Hidalgo, F., Alliot, E., 1988. Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 72, pp. 115 – 129.
- Holt J. 1990. Growth and development of red drum eggs and larvae. Páginas 46-50 en *Red Drum Aquaculture*. Texas A&M University, College Station, Texas, USA.
- Holt J. 2000. Cultivation of Sciaenidae: perspectives for aquaculture and nature conservation. Workshop on New Species for Aquaculture. 20-21 November 2000, Faro, Portugal.
- Hopkins, D.T. 1981. Effects of variations in protein digestibility. In: Bodwell, C.E. *et al.*, ed. *Protein quality in humans: assessment and in vitro estimation*. Westport, CT, AVI Publishing Co., pp. 178–181.
- Huss, H.H., 1995. *Quality and changes in fresh fish*, FAO Fisheries Technical Paper, Rome
- Iyengar, A.K. *et al.* (1981). *Brit. J. Nutr.*, 46, pp. 295–300
- Jacqueline Arzel, Robert Métailler, Christophe Kerleguer, Hervé Le Delliou, Jean Guillaume, The protein requirement of brown trout (*Salmo trutta*) fry, *Aquaculture*, Volume 130, Issue 1, 1 February 1995, pp. 67-78.
- Jiménez M. T, Pastor E, Grau A, Alconchel I, Cárdenas S. 2005. Revisión sobre el cultivo de esciéndidos en el mundo, con especial atención a la corvina (*Argyrosomus regius*). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 21, pp. 169-176.
- Jiménez, M. T.; Rodríguez de la rúa, A.; Sánchez, R. y Cárdenas, S.. 2007. Atlas de desarrollo de la corvina *Argyrosomus regius* (Pisces: Sciaenidae) durante su primer mes de vida. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. VIII.
- Jobling M., 1995. *Fish Bioenergetics*, Chapman & Hall, London
- Jobling, M., Wandsvik, A., 1983. Quantitative protein requirements of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *J. Fish Biol.* 22, pp. 705 – 712.
- Jose, M.V., H. Fernandez-Palacios, R. Lidia, K. Jauncey, D.L.H. Manuel and I. Marisol, (1996), The effects of varying dietary protein level on the growth, feed efficiency, protein utilization and body composition of gilthead sea bream fry. *Fish. Sci.*, 62 pp. 620–623.

- Kangsen Mai, Junli Wan, Qinghui Ai, Wei Xu, Zhiguo Liufu, Lu Zhang, Chunxiao Zhang, Huitao Li, 2006, Dietary methionine requirement of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea* R, *Aquaculture*, Volume 253, Issues 1-4, 31 March, pp. 564-572.
- Kentouri, M., Divanach, P., Geurden, I., Anthouard, M., 1995. Mise en evidence du comportement adaptatif de la daurade (*Sparus aurata* L.) en relation avec la composition de la ration, dans une situation de nourrissage auto-controlé. *Ichthyophysiological Acta* 18, pp. 125–143.
- Kim LO, Lee SM (2005) Effects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of bagrid catfish, *Pseudobagrus fulvidraco*. *Aquaculture* 243, pp. 323 – 329.
- Kim, K., Kayes, T.B., Amundson, C.H., 1991. Purified diet development and re-evaluation of the dietary protein requirement of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 96, pp. 57 – 67.
- Kishi, K. (1978), *J. Nutr.*, 108, pp. 658–669.
- Lagardère, J. P. and Mariani, A. (2006), Spawning sounds in meagre *Argyrosomus regius* recorded in the Gironde estuary, France. *Journal of Fish Biology*, 69, pp.1697 – 1708.
- Lanari D, Poli BM, Ballestrazzi R, Lupi P, D'Agaro E, Mecatti M (1999) The effects of dietary fat and NFE levels on growing European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Growth rate, body and fillet composition, carcass traits and nutrient retention efficiency. *Aquaculture* 179, pp. 351–364.
- Laura Gómez-Montes, Zaul García-Esquivel, Louis R D'Abramo, Armando Shimada, Carlos Vásquez-Peláez, María Teresa Viana, 2003. Effect of dietary protein:energy ratio on intake, growth and metabolism of juvenile green abalone *Haliotis fulgens*, *Aquaculture*, Volume 220, Issues 1-4, 14 April, pp.769-780.
- Lazo JP, Dinis MT, Holt GJ, Faulk C, Arnold CR. 2000. Co-feeding microparticulate diets with algae: toward eliminating the need of zooplankton at first feeding in larval red drum (*Sciaenops Cellatus*). *Aquaculture* 188:339-351.
- Lee, S.-M., Jeon, I.G., Lee, J.Y., 2002. Effects of digestible protein and lipid levels in practical diets on growth, protein utilization and body composition of juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Aquaculture* 211, pp. 227–239.
- Liao IC, Su HM, Chang EY. 2001 Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture* 200: 1-31.
- Luo, Z., Liu, Y.J., Mai, K.S., Tian, L.X., Liu, D.H. & Tan, X.Y. (2004) Optimal dietary protein requirement of grouper *Epinephelus coioides* juveniles fed isoenergetic diets in floating net cages. *Aquacult. Nutr.*, 10, pp.247–252.
- Maclean, W.C. & Graham, G.G. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32, pp. 1381–1387 .
- Manuali, E., Agnetti, F., Latini, M., Checcarelli, S., Ghittino, C. (2005), *Outbreak of systemic mycosis in intensively reared meagre (Argyrosomus regius)*. *ITTIOPATOLOGIA*, 2005, 2, pp. 129-135.

- Marti Palanca, H., Martinez Barbera, J.P., Pendon, C., Valdivia, M.M., Perez Sanchez, J., Kaushik, S., 1996. Growth hormone as a function of age and dietary protein/energy ratio in a marine teleost, the gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Growth Regulation* 6, pp. 253–259.
- Martínez-Llorens S, Espert J, Moya J, Cerdá M J, Tomás-Vidal A. 2011. Growth and nutrient efficiency of meagre (*Argyrosomus regius*, Asso1801) fed extruded diets with different protein and lipid levels, *International Journal of Fisheries and Aquaculture* Vol. 3(10), pp.195 - 203, 9 October, 2011
- Mateus A. 2007. Una nueva especie para la acuicultura marina, la corvina (*Argyrosomus regius*). XI Congreso Nacional de Acuicultura. Vigo, España.
- Mendes, A., Coutinho, J., Castanho, S., Bandarra, N., Ferreira, P. (2011), *Argyrosomus regius* Larval rearing protocols. *Aquaculture Europe 2011*, European Aquaculture Society, Rhodes, Greece, pp. 163 – 164.
- Miles ,R., Chapman, A., (2007) *The Concept of Ideal Protein in Formulation of Aquaculture Feeds*, Department of Fisheries and Aquatic Sciences, University of Florida, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. First Published: March 2007 Reviewed March 2011.
- Mohanta KN, Mohanty SN, Jena JK, Sahu NP (2008) Protein requirement of silver barb, *Puntius gonionotus* fingerlings. *Aquac Nutr* 14, pp.143 – 152.
- Monfort, M.C., 2010. Present market situation and prospects of meagre (*Argyrosomus regius*), as an emerging species in Mediterranean aquaculture. *Studies and Reviews*. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No. 89. Rome, FAO, 28p.
- Motil, K.J. (1981). *Metabolism*, 30: 783–791
- Motil, K.J. *et al.*, (1981). *Am. J. Physiol.*, 240, pp. 712–721
- Muñoz JL, Rodríguez-Rúa A, Bustillos P, Cárdenas S. 2008 . Crecimiento de corvina *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) en estanques de Tierra a Distintas salinidades. IV Jornadas de Acuicultura en el Litoral Suratlántico. Nuevos retos. Cartaya, Huelva.
- Munro, H.N. (1951). *Physiol. Rev.*, 31, pp. 449–488 .
- Munro, H.N. General aspects of the regulation of protein metabolism by diet and hormones. In: Munro H.N., & Allison, J.B., ed. *Mammalian protein metabolism*, Vol. 1. New York, Academic Press, 1964, pp. 381–481.
- Musson G. 2010. New South African hatchery to produce dusky kob. *Hatchery International* 11: 28.
- Mylonas, C.; Georgiou, G.; Stefanou, D.; Atack, T.; Alfonso, A.; Zohar, Y. (2000) Preliminary data on the reproductive biology and hatchery production of the shi drum (*Umbrina cirrosa*) in Cyprus. *Proceedings of the Seminar of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM)* Zaragoza (Spain), 24-28 May 1999.

- Neuman, J., Weir, M., Beattie, C., 2004. Skretting in the UK and Chile: An opportunity for comparison. *Skretting Outlook* 21, pp. 8-11.
- Ng WK, Soon SC, Hashim R (2001) The dietary protein requirement of a bagrid catfish, *Mystus nemurus* (Cuvier and Valenciennes), determined using semi purified diets of varying protein level. *Aquac Nutr* 7, pp. 45 – 51.
- NRC (National Research Council). 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press, Washington, D.C.
- Ogino and Saito, 1970 C. Ogino and K. Saito, Protein nutrition in fish: I. The utilization of dietary protein by young carp. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 36 (1970), pp. 250 – 254.
- Oliva M., Muñoz-Cueto Já, González de Canales ML. 2005. Contribución preliminar a la histofisiología de la corvina, *Argyrosomus regius* (Asso 1801). X Congreso Nacional De Acuicultura. Gandía, Valencia.
- ONO, R. D. AND POSS, S. G. (1982). Structure and innervation of the swim bladder musculature in the weakfish, *Cynoscion regalis* (Teleostei: Sciaenidae). *Can. J. Zool.* 60, pp. 1955 – 1967.
- Parazo, M.M., 1990. Effects of dietary protein and energy level on growth, protein utilization and carcass composition of rabbitfish, *Siganus guttatus*. *Aquaculture*, 86 (1990), pp. 41 – 49.
- Pasquaud S. 2006. Les relations trophiques: elements de structuration des Peuplements ichthyologiques en mileu estuarien. These Doctorale. Université de Bordeaux I.
- Pastor, E., Grau, A., Massuti, E., Sánchez de Lamadrid, A. Preliminary results of growth of meagre, *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) in sea cages and indoor tanks. En: *Aquaculture Europe 2002: Seafarming- Today and tomorrow*. EAS Special Publication, 2002, vol. 32, p. 422-423.
- Pencharz, P. B., Steffee, W. P., Cochran, W., Scrimshaw, N. S., Rand, W. M. & Young, V. R. (1977) Protein metabolism in human neonates: nitrogen balance studies, estimated obligatory losses of nitrogen and whole-body turnover of nitrogen. *Clin. Sci. Mol. Med.* 52: 485–498.
- Péres, H., Oliva-Teles, A., 1999. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European seabass juveniles *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* .
- Phumee, P., Hashim, R., Aliyu-Paiko, M. & Shu-Chien, A.C. (2009) Effects of dietary protein and lipid content on growth performance and biological indices of iridescent Shark (*Pangasius hypophthalmus*, Sauvage 1878) fry. *Aquacult. Res.*, 40, pp. 456–463.
- Piccolo G, Bovera F, De Riu N, Marono S, Salati F, Cappuccinelli R, Moniello G.. 2008. Effect of two different proteína/fat ratios on the diet on meagre (*Argyrosomus regius*) traits. *Ital. J. Anim. Sci.* 7, pp. 363 - 371.
- Pirsa, 2011, PIRSA Fact Sheet: Mulloway aquaculture in South Australia, http://www.pir.sa.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/33923/mulloway_fs.pdf (2011) .

- Poli BM, Parisi G, Mecatti M, Lupi P, Lurzan F, Zampacavallo G, Gilmozzi M. 2001. The meagre (*Argyrosomus regius*), a new species for Mediterranean aquaculture.1. Morphological, merchantable and nutritional traits in a commercial wide size-range. EAS Special Publication 29, pp. 209 - 210.
- Poli, B. M., G. Parisi, G. Zamapacavall, F. Iurzan, M. Mecatti, P. Lupi y A. Bonelli. 2003. Preliminary results on quality and quality changes in reared meager (*Argyrosomus regius*): body and fillet traits and freshness changes in refrigerated commercial-size fish. *Aquaculture International* 11, pp. 301-311.
- Pousão-Ferreira P., Ribeiro L, Soares F, Nicolau L, Mendes A C, Castanho S, Barata M, Dâmaso-Rodrigues L, Cabrita E, Dinis M T. 2010 Adaptation to captivity and spawning induction of meagre (*Argyrosomus regius*) at ipimar aquaculture research station. *Aquaculture Europe* 10, Porto, Portugal, 2010.
- Prista N, Lino-Costa J, Jones C, Costa M.J., Amorim C. 2007 Using sound production to identify *Argyrosomus regius* (Sciaenidae) in European estuaries. ASIH Annual Meetings. 11-16 de Julio de 2007. St Louis, Missouri, EE.UU.
- Produção Nacional de Aquicultura - Estatísticas da Pesca (INE/DGPA) 2011.
- Quéméner, L. *Le maigre commun (Argyrosomus regius). Biologie, pêche, marché et potential aquacole.* Ressources de la mer. Francia: Ifremer, 2002. 31pp. ISBN: 9782844330741.
- Quéméner, L., M. Suquet, D. Mero and J.-L. Gaignon 2002 Selection method of new candidates for finfish aquaculture: the case of the French Atlantic, the Channel and the North Sea coasts. *Aquat. Living Resour.* 15:293-302.
- QUÉRO, J. C.; VAYNE, J. J., 1987. Le maigre, *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) (Pisces, Perciformes, Sciaenidae) du Golfe de Gascogne et des eaux plus septentrionales. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes*, 49, pp. 35 – 66.
- Rajoy CR. 2003. Larvicultura del american red drum - *Scaenops ocellatus* – bajo un régimen foto-halino controlado, en Ecuador
- Reeds, P.J. & LOBLEY, G.E. (1980). *Proc. Nutr. Soc.*, 39:43–52 .
- Rychly, J., 1980. Nitrogen balance in trout. II. Nitrogen excretion after feeding diets with varying protein and carbohydrate levels. *Aquaculture* 20, pp. 343 – 350.
- Santinha, P.J.M., Medale, F., Corraze, G., Gomes, E.F.S., 1999. Effects of the dietary protein: lipid ratio on growth and nutrient utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Nutrition* 5, pp. 147–156.
- Santinha, P.J.M., Gomes, E.F.S., Coimbra, J.O., 1996. Effects of protein level of the diet on digestibility and growth of gilthead sea bream, *Sparus auratus* L. *Aquac. Nutr.*, 2 , pp. 81–87.

- Salhi M., M. Bessonart, G. Chediak, M. Bellagamba, D. Carnevia, 2004. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels, *Aquaculture*, Volume 231, Issues 1-4, 5 March 2004, pp. 435-444.
- Sardar, P. P., Abid, M. M., randhawa, H. S., & prabhakar, S. K. (2009). Effect of dietary lysine and methionine supplementation on growth, nutrient utilization, carcass compositions and haemato-biochemical status in Indian Major Carp, Rohu (*Labeo rohita* H.) fed soy protein-based diet. *Aquaculture Nutrition*, 15(4), pp. 339-346.
- Schulz C, Huber M, Ogunji J, Rennert B (2007) Effects of varying dietary protein to lipid ratios on growth performance and body composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). *Aquac Nutr* 13, p.1
- Shearer, K.D., 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture* 119, pp. 63–88.
- Shimeno, S., Takeda, M., Takayama, S., Sasaki, H., 1981. Response of nitrogen excretion to change of dietary composition in carp. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 47, 191– 195 (in Japanese, with English abstract).
- Siddiqui TQ, Khan MA (2009) Effects of dietary protein levels on growth, feed utilization, protein retention efficiency and body composition of young *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Fish Physiol Biochem* 35, pp. 479 – 488.
- Silberschneider, V., Gray, C.A., 2008. Synopsis of biological, fisheries and aquaculture-related information on mulloway *Argyrosomus japonicus* (Pisces: Sciaenidae), with particular reference to Australia. *J. App. Ichthyol.* 24, 7–17.
- Singh, 1990 B.N. Singh, Protein requirement of young silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.). *J. Freshwat. Biol.*, 2 (1990), pp. 89–95.
- Skalli, A., Hidalgo, M.C., Abellan, 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, pp. 1–11.
- Sobrino I. Baldó F, García-González D, Cuesta JÁ, Silva-Garvía A, Fernández-Delgado C, Arias AM, Rodríguez A, Drake P. 2005 The effect of estuarine fisheries on juveniles fish observed within the Guadalquivir Estuary (SW Spain). *Fisheries Research* 76, pp. 229-242.
- Soletchnik P, Thouard E, Goyard E. 1989. Intensive larval rearing trials of red drum (*Sciaenops ocellatus*) in Martinique. *AQUACOP. IFREMER Actes de Colloque* 9: 661-675.
- Steffens, 1981 W. Steffens, Protein utilization of rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) and carp (*Cyprinus carpio*): a brief review. *Aquaculture*, 23 (1981), pp. 337–345.
- Sugiura SH, Hardy RW (2000) Environmentally friendly feeds. In: Stickney RR (ed) *Encyclopedia of aquaculture*. Wiley, New York, pp. 299–310.

- Takemura A, T Takita, K. Mizue. 1978. Underwater calls on the Japanese marine drum fishes (Sciaenidae). Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 44, pp. 121-125.
- Talbot, C., 1993. Some aspects of the biology of feeding and growth in fish Proceedings of the Nutrition Society (1993), 52 : pp 403-416
- Tavolga WN. 1971. Sound production and detection. WS Hoar, DS Randall, eds. In Fish physiology, Vol. 5. New York: Academic Press, pp. 135-205.
- Teng, S., T. Chua and P. Lim, 1978. Preliminary observations on the dietary protein requirement of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell, cultured in floating cages. Aquaculture, 15 (1978), pp. 257–271.
- Ter, L.D., Ter Morshuizen, A.K. Whitfield and A.W. Paterson, Influence of freshwater flow regime on fish assemblages in the Great Fish River and Estuary. South African Journal of Aquatic Science, 22 (1996), pp. 52–61.
- Tower RW. 1908. The production of sound in the drumfishes, the sea-robin and the toadfish. Ann. NY Acad. Sci. 18, pp. 149 - 180.
- Ueng Jp, Huang BQ, Mok Hk. 2007. Sexual differences in the spawning sounds of the Japanese croaker *Argyrosomus japonicus* (Sciaenidae). Zoological Studies 46: 102-110
- Vergara JM, Robaina L, Izquierdo MS, De la Higuera M (1996) Protein sparing effect of lipids in diets for fingerlings of gilthead seabream. Fish Sci 62, pp. 624 – 628.
- Watanabe, T., 2002. Strategies for further development of aquatic feeds. Fisheries Sci. 68, pp. 242-252.
- Waterlow, J.C. 1978. Protein turnover in mammalian tissues and in the whole body. Amsterdam, Elsevier-North Holland.
- Waterlow, J.C. Lancet, 2: 1091–1097 (1968).
- WILSON, R.P. 2002. Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Eds.) Fish nutrition. 3.ed. Orlando: Academic Press , pp. 144 -179.
- Xu Z, Lin X, Lin Q, Yang Y, Wang Y. 2007. Nitrogen, phosphorus, and energy waste outputs of four marine cage-cultured fish fed with trash fish. Aquaculture 263: 130-141.
- Young, V.R. *et al.* Protein and energy intake in relation to protein turnover in man. In: Waterlow, J.C. & Stephen, J.M.L., ed. Nitrogen metabolism in man. London, Applied Science Publishers, 1981, pp. 419–447.
- Young, V.R. *et al.*, (1968). Nature (London), 218: 568–569
- Zar, J.H., 1999. Biostatistical Analysis, 4th ed. Prentice Hall, London.

Zhi Luo, Yong-jian Liu, Kang-sen Mai, Li-xia Tian, Hui-jun Yang, Xiao-ying Tan, Dong-hui Liu, Dietary I-methionine requirement of juvenile grouper *Epinephelus coioides* at a constant dietary cystine level, *Aquaculture*, Volume 249, Issues 1-4, 12 September 2005, Pages 409-418.

ZHOU, F., XIAO, J., HUA, Y., NGANDZALI, B. and SHAO, Q. (2011), Dietary I-methionine requirement of juvenile black sea bream (*Sparus macrocephalus*) at a constant dietary cystine level. *Aquaculture Nutrition*, 17: 469 – 481.