

Estudio del crecimiento, del aprovechamiento nutritivo y de la productividad económica de la dorada *Sparus auratus* L., 1758 alimentada con piensos comerciales de diferente contenido en proteína y lípidos

A. Moñino¹, A. Tomás¹, M. Fernández², R. Lázaro³, L. Pérez¹, F. J. Espinós¹, A. Tiana³ y M. Jover¹

¹ Grupo de Investigación en Recursos Acuícolas. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, 14. E-46071 Valencia, España. Correo electrónico: mjover@dca.upv.es

² Departamento de Economía y Ciencias Sociales. Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universidad Politécnica de Valencia. Carretera Nazaret-Oliva, s/n. E-46071 Gandía (Valencia), España

³ Dibaq-Diproteg S. A. E-40260 Fuentepelayo (Segovia), España

Recibido en julio de 2001. Aceptado en febrero de 2002.

RESUMEN

Se mantuvieron dos mil ejemplares de dorada *Sparus auratus* L., 1758 de 25 g de peso medio inicial, durante 241 días en 8 estanques de hormigón de 4 000 litros, con un sistema de circuito cerrado de agua marina a temperatura de 24-26 °C. Se alimentaron con cuatro piensos comerciales con diferentes proporciones de proteína y lípidos PB (%)/GB (%): 50/26, 44/21, 45/11 y 47/14. Al final del ensayo los pesos medios de las doradas fueron 417, 326, 352 y 353 g y los índices de conversión 1,38, 1,64, 2,21 y 1,78, respectivamente, para los cuatro piensos utilizados. El mayor crecimiento y el mejor índice de conversión se obtuvieron con el pienso 50/26 y, cuando se evaluó la rentabilidad económica de la utilización de los diferentes piensos, el margen económico más amplio se obtuvo también con el pienso 50/26, aunque la mayor productividad en términos económicos se consiguió con el pienso 47/14.

Palabras clave: Dorada, crecimiento, productividad económica.

ABSTRACT

Study of growth, nutritive efficiency and profitability of gilthead seabream *Sparus auratus* L., 1758 fed commercial diets containing different levels of protein and lipids

Two thousand gilthead seabream *Sparus auratus* L., 1758 weighting 25 g were fed four commercial diets containing different ratios of protein and lipids PB (%)/GB (%): 50/26, 44/21, 45/11, and 47/14. Fish were kept in eight 4 000 l concrete tanks supplied with a continuous flow of recirculated marine water heated to 24-26 °C. At the end of the trial (241 days), the mean live weights of fish in the four groups were 417, 326, 352, and 353 g, and the food conversion ratios were 1.38, 1.64, 2.21, and 1.78. The best growth and food conversion ratios were obtained with the 50/26 diet, which, when we analysed profitability, also provided the highest economic margin; however, in terms of economic productivity, the 47/14 diet offered the best results.

Keywords: Gilthead seabream, growth, economic productivity.

INTRODUCCIÓN

Las empresas de fabricación de alimentos para uso acuícola comercializan hoy una amplia gama de piensos para el engorde de dorada *Sparus auratus* L., 1758, cuyos niveles de nutrientes oscilan entre 45-50 % de proteína bruta, 11-26 % de lípidos y 16-26 MJ/kg de energía digestible, y, lógicamente, con distintos precios de venta. La existencia de esta gran variedad de piensos comerciales constituye una ventaja para las empresas de producción, pero la elección concreta de un pienso debe estar basada en resultados conjuntos de crecimiento, eficiencia nutritiva y, sobre todo, rentabilidad económica.

Durante los últimos años se han publicado diversos trabajos de investigación sobre el efecto de los niveles de proteína y lípidos en el crecimiento y el aprovechamiento nutritivo de la dorada (García-Alcázar, Abellán y Ortega, 1995; Santinha, Gomes y Coimbra, 1996; Santinha *et al.*, 1999; Vergara *et al.*, 1999; Lupatsch *et al.*, 2001), pero sólo en uno los peces alcanzaron el tamaño comercial y en ninguno se analizó la eficiencia económica de las diferentes dietas.

El estudio de esta eficiencia debería despertar el interés de las empresas de producción, pero la comparación de los distintos piensos en condiciones similares entraña dificultades para las granjas marinas por la necesidad de disponer de lotes exactamente iguales; por eso se planteó la posibilidad de realizar una prueba en laboratorio, con idénticas condiciones para todos los lotes, y estudiar el crecimiento hasta el tamaño comercial y la productividad económica de varios piensos comerciales con diferentes contenidos en proteína y lípidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Esta prueba se llevó a cabo en el laboratorio de acuicultura de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) en ocho tanques de hormigón de 4 000 litros, incluidos en un sistema de recirculación de agua marina (filtro mecánico rotatorio, biofiltro, bomba de calor y aireación en cada uno de los tanques) y manteniendo una temperatura constante de 24-26 °C. El ensayo comenzó en marzo de 2000, con aproximadamente 2 000 doradas de 25 gramos de peso medio inicial procedentes de la empresa Timar (Portugal) y finalizó en octubre, tras 241 días.

Las doradas se alimentaron con cuatro piensos comerciales: Ecodiva (50/26 PB/GB y 23,12 MJ/kg de ED), Ecoplús (44/21 PB/GB y 17,36 MJ/kg de ED), Estándar (45/11 PB/GB y 15,90 MJ/kg de ED) y Ecoprime (47/14 PB/GB y 16,84 MJ/kg de ED) de la empresa Dibaq-Diproteg; y para cada tamaño de peces se utilizaron las tasas de alimentación diaria recomendadas en las tablas de alimentación.

El pienso se distribuyó manualmente en tres tomas diarias (09:30, 13:30 y 17:00 h) hasta el día 20-04-2000, y en dos tomas diarias (9:30 h y 17:30 h) durante el resto de la prueba; en estas últimas se ofrecía 2/3 y 1/3, respectivamente, de la ración diaria. Los peces fueron muestreados mensualmente para establecer la curva de crecimiento, y cada quince días se estimaba el peso medio de los peces para adaptar las raciones de alimentación a la biomasa de peces.

Al principio y final del ensayo se tomaron 10 peces de cada tanque para analizar la composición corporal y determinar la retención de energía y proteína (AOAC, 1990).

El tratamiento estadístico de los resultados se llevó a cabo mediante análisis de la varianza utilizando el programa Statgraphics y empleando el test LSD para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra la evolución del peso medio de los diferentes lotes de doradas a lo largo de todo el ensayo; se puede observar un creci-

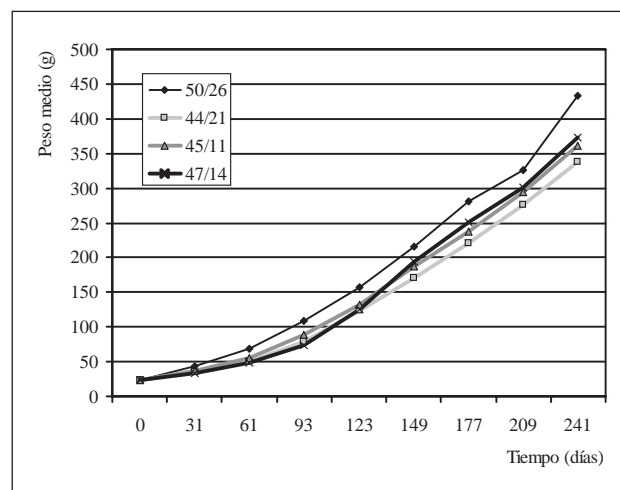


Figura 1. Curvas de crecimiento de la dorada alimentada con piensos comerciales de diferentes contenidos en proteína y lípidos.

miento continuo de todas las doradas, que alcanzaron el tamaño comercial de 350-400 g en sólo 8 meses debido a las elevadas temperaturas mantenidas durante el ensayo.

En la tabla I se muestran los resultados finales de crecimiento, la tasa de ingestión y el índice de conversión y supervivencia a los 241 días. La supervivencia hasta agosto fue aceptable (> 85 %), pero durante los días siguientes a los muestreos se produjeron algunas bajas debido al estrés por la manipulación, lo que originó una supervivencia final entre el 73 y el 80 %, sin aparente relación con los piensos utilizados. En el mes de agosto se produjo un accidente que causó la muerte de todos los peces de los tanques correspondientes a los piensos 50/26 y 47/14. Las cargas finales de peces estuvieron comprendidas entre 16 y 20 kg por metro cúbico.

El pienso 50/26, cuyos contenidos en proteína y lípidos fueron los más elevados de los ensayados, originó el peso final y las tasas de crecimiento significativamente mayores (tabla I); no obstante, cuando se observa la curva de evolución de la tasa de crecimiento instantáneo (TCI) a lo largo del ensayo (figura 2), se puede observar que los mayores valores de TCI corresponden a este pienso sólo durante la primera fase del ensayo, mientras que a partir del día 93 (con pesos medios de entre 75-112 g) se obtuvo una mejor TCI con el pienso 47/14. Así mismo, en la figura 1 se aprecia cómo el peso medio de las doradas alimentadas con el pienso 50/26 aumenta hasta el día 93 más rápidamente que para el resto, pero, a partir de este momento, las penden-

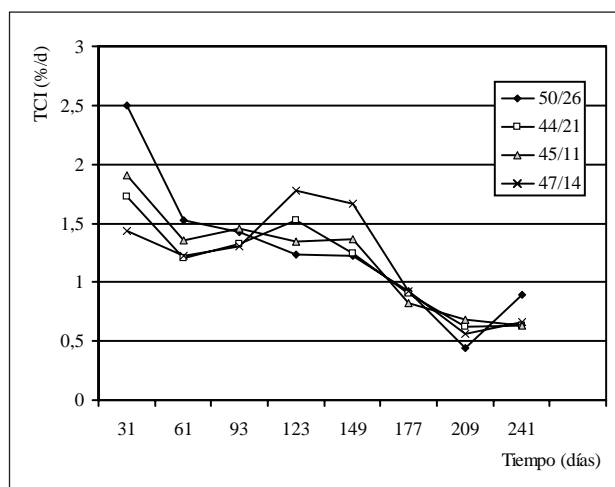


Figura 2. Evolución de la tasa de crecimiento instantánea (TCI) de la dorada alimentada con piensos comerciales de diferentes contenidos en proteína y lípidos.

tes de todas las curvas son similares para todos los lotes; incluso el 47/14 presentó un mayor incremento de peso, que puede comprobarse, también, en los mayores valores de TCI de la figura 2.

En cuanto a la tasa de ingestión diaria y el índice de conversión del alimento (tabla I), los mejores valores globales fueron para el pienso 50/26 y los peores para el 45/11; el resto presenta valores intermedios (44/21 y 47/14).

En la figura 3 se muestra la distribución de las diferentes clases de peso de las doradas para cada pienso al final del ensayo. Se puede observar una mayor proporción de doradas de gran tamaño en el pienso 50/26: el 58,8 % de los peces están por

Tabla I. Resultados de peso final, tasa de crecimiento instantáneo e índice de conversión de doradas alimentadas con piensos comerciales de diferentes contenidos en proteína y lípidos. (N. S.): nivel de significación; (a, b, c y d): letras diferentes indican diferencias entre medias; (*): $p < 0,05$; (**): $p < 0,01$; (1): tasa de crecimiento instantáneo, $TCI = 100 \ln (P_f/P_i)/t$; (2): coeficiente térmico de crecimiento, $CTC = [(P_f)^{1/3} - (P_i)^{1/3}]/\sum ^\circ C \text{ día}$ (Kaushik, 1998); (3): tasa de ingestión diaria, $TID = 100 \times \text{pienso consumido}/(\text{biomasa media} \times t)$; (4): índice de conversión, $IC = \text{pienso consumido}/\text{incremento de biomasa}$.

Piensos	Ecodiva	Ecoplús	Estándar	Ecoprime	N. S.
PB (%) / GB (%)	(50/26)	(44/21)	(45/11)	(47/14)	
Peso inicial (g)	24,0 ± 0,8	23,5 ± 1,2	23,3 ± 0,4	23,8 ± 1,2	—
Peso final (g)	417,0 ± 9,8	326,2 ± 7,1	351,7 ± 4,9	352,7 ± 5,2	**
Peso medio	a	c	b	b	
TCI (%/día) (1)	1,25	1,16	1,17	1,17	*
Crecimiento medio	a	b	b	b	
CTC (2)	0,00163	0,00143	0,00147	0,00149	—
TID (%) (3)	0,99	1,15	1,56	1,26	*
Ingestión media	a	b	c	d	
IC (4)	1,38	1,64	2,21	1,78	**
Conversión media	a	b	c	b	
Supervivencia (%)	73,5	78,3	79,7	79,6	

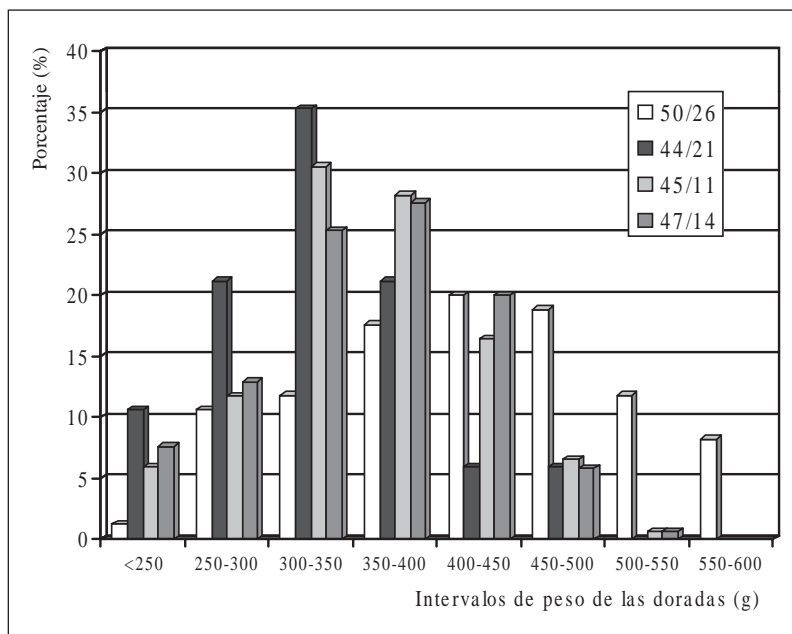


Figura 3. Distribución de clases de peso de las doradas alimentadas con piensos comerciales de diferentes contenidos en proteína y lípidos.

encima de 400 g y el 20 % por encima de los 500 g; mientras, el resto de piensos presentan sólo el 11,8, el 23,6 y el 26,5 % por encima de 400 g, respectivamente, y prácticamente un porcentaje nulo por encima de 500 g.

Los resultados globales de TCI e IC obtenidos en la presente prueba, aunque de difícil comparación debido a los diferentes pesos inicial y final de los peces, son similares a los citados por Santinha, Gomes y Coimbra (1996), Santinha *et al.* (1999) y Lupatsch *et al.* (2001). Santinha, Gomes y Coimbra (1996) no obtuvieron diferencias en el crecimiento ni en el índice de conversión, con doradas de 60 g de peso final, empleando piensos cuyos contenidos proteínicos fueron 46, 50 y 56 % y un nivel lipídico de 11-12 %, lo que difiere de lo obtenido en el presente experimento, donde el mejor crecimiento en la primera fase se consiguió con el pienso más proteínico, aunque en este caso su nivel energético también era el más elevado.

Por otra parte, Santinha *et al.* (1999) no citaron diferencias en el crecimiento de doradas de 145 g de peso final con niveles proteínicos de 47 y 51 % y niveles de lípidos de 15 y 21 %, lo que concuerda, en parte, con los resultados obtenidos en la actual prueba, donde el pienso 47/14 originó unos buenos crecimientos durante la fase de engorde a partir de los 70-80 gramos. Así mismo, los índices de conversión citados por estos autores fueron mejores con los piensos más grasos, lo que también coin-

cide con lo obtenido en el presente ensayo. Por otra parte, Vergara *et al.* (1999) mostraron que la inclusión de un elevado contenido en lípidos, 28 % frente a 22 %, en piensos con niveles proteínicos de 48-50 %, no mejoró el peso final en doradas de 400 g cuando se utilizó una harina de pescado de alta calidad, pero sí lo hizo cuando la calidad de la harina era estándar. Por el contrario, el nivel lipídico del 22 % fue mejor que el 15 % sólo cuando la harina de pescado era de buena calidad.

Lupatsch *et al.* (2001) obtuvieron similares crecimientos hasta un peso final de 100 g con piensos de composición en proteína y lípidos muy diferentes, 62/18 y 43/22 en una prueba y 52/18 y 48/22 en otra, lo que pone de manifiesto la necesidad de evaluar la rentabilidad económica de las distintas dietas para elegir la óptima.

En cuanto a la composición corporal, en la tabla II se muestra la composición corporal del cuerpo entero y de la carne de las doradas al inicio y final del ensayo. Se observa un incremento general de la materia seca y del contenido en lípidos de los peces a lo largo del ensayo, y una reducción de la proteína y el contenido en minerales. En cuanto a la carne, hay que destacar el incremento de la materia seca y de la grasa, el mantenimiento del nivel de proteína y la reducción de minerales, aunque se producen excepciones en algunos lotes. El efecto de los piensos sobre la composición de las doradas sólo se manifiesta de forma significativa en la materia seca y las cenizas del cuerpo entero: los peces

Tabla II. Resultados finales de composición corporal (cuerpo entero y carne) y de retención de energía y de nitrógeno de la dorada alimentada con piensos comerciales de diferentes contenidos en proteína y lípidos. (N. S.): nivel de significación; (a, b y c): letras diferentes indican diferencias entre medias; (*): $p < 0,05$; (**): $p < 0,01$; (1): retención E = energía total ingerida/energía corporal acumulada; (2): retención N = proteína total ingerida/proteína corporal acumulada.

Piensos	Inicio	Ecodiva	Ecoplús	Estándar	Ecoprime	N. S.
PB (%) / GB (%)		(50/26)	(44/21)	(45/11)	(47/14)	
Cuerpo entero						
Materia seca MS (%)	30,9	40,4	39,0	36,8	37,5	*
MS media		a	ab	c	bc	
Proteína PB (% MS)	52,1	42,8	45,5	47,1	47,7	–
PB media		a	ab	ab	b	
Lípidos GB (% MS)	35,0	49,1	44,5	43,2	41,4	–
GB media		a	ab	b	b	
Cenizas CE (% MS)	14,2	7,6	8,2	9,7	9,0	*
CE media		a	a	c	b	
Retención E (%) (1)	–	33,9	35,3	27,1	31,1	*
E media		a	a	b	a	
Retención N (%) (2)	–	25,3	24,8	18,2	21,5	*
N media		a	a	b	a	
Carne						
MS (%)	27,1	31,2	32,7	29,3	29,6	–
PB (% MS)	67,6	67,5	60,7	71,2	71,6	–
GB (% MS)	24,9	31,1	32,4	25,9	26,8	–
CE (% MS)	7,4	5,0	4,5	5,1	4,7	–

alimentados con menores niveles de grasa presentan mayores contenidos en humedad y cenizas; así mismo, y aunque el efecto no llegó a ser significativo, el contenido proteínico fue mayor y el lipídico menor para los piensos menos grasos. Los valores globales obtenidos fueron comparables a los citados por Santinha *et al.* (1999) y por Lupatsch *et al.* (2001).

Por otra parte, la retención de energía y de nitrógeno fue significativamente menor en las doradas alimentadas con el pienso 45/11, que, a pesar de contener niveles bajos de proteína y lípidos, tuvo una ingestión mayor debido a su mayor tasa de alimentación; desde un punto de vista ambiental, este pienso produce una mayor cantidad de residuos sólidos y disueltos. Santinha, Gomes y Coimbra (1996) citaron valores más altos, tanto de retención de energía como de proteína, debido, probablemente, a que se trataba de doradas de menor tamaño (60 g) y piensos con niveles muy bajos de lípidos.

En la [tabla III](#) se analiza la productividad económica de la utilización de los diferentes piensos ensayados considerando el precio de compra de los mismos y el precio de venta de las doradas para los diferentes tamaños: 925 PTA/kg (5,56 €/kg) para los tamaños comprendidos entre 300-400 g y 975 PTA/kg (5,86 €/kg) para los tamaños entre

400-600 g. Para la estimación se han considerado lotes de 10 000 doradas iniciales y los valores de peso final, índice de conversión y supervivencia obtenidos en la prueba para cada uno de los piensos. En primer lugar, se puede observar que el índice de conversión económico (el gasto en pienso necesario para producir un kilogramo de dorada) es mayor para el pienso 50/26, con 224 PTA/kg (1,35 €/kg) frente a las 182, 190 y 183 PTA/kg (1,09, 1,14 y 1,10 €/kg) para el resto de piensos respectivamente, como consecuencia de su mayor precio de 162 PTA/kg (0,97 €/kg) frente a las 111, 86 y 103 PTA/kg (0,67, 0,52 y 0,62 €/kg) respectivamente, lo que originó un mayor gasto en pienso. No obstante, debido a que este pienso originó una mayor biomasa y un mayor valor de venta de las doradas, el margen bruto obtenido es superior al resto de los piensos ensayados.

Al analizar el margen sobre ventas y la productividad económica (calculada como el cociente entre el valor de venta y el coste del pienso), se obtiene una mayor rentabilidad utilizando el pienso 47/14, es decir, se consigue una mayor producción en pesetas por cada peseta gastada en pienso, observándose que la diferencia entre la compra del pienso 50/26 y el 47/14 de 170 000 PTA (1 021,72 €) es superior al incremento en el margen obtenido de 146 000 PTA (877,48 €).

Tabla III. Estudio de la rentabilidad económica de la producción de dorada alimentada con piensos comerciales de diferentes contenidos en proteína y lípidos (considerando lotes iniciales de 10 000 peces). (1): margen bruto = valor de la venta de las doradas – coste del pienso; (2): margen sobre ventas = margen bruto/valor de la venta de las doradas; (3): productividad económica = valor de la venta de las doradas/coste del pienso; (4): proporción margen/pienso = margen bruto/ coste del pienso.

Piensos	Ecodiva	Ecoplús	Estándar	Ecoprime	Ecodiva + Ecoprime
PB (%)/GB (%)	(50/26)	(44/21)	(45/11)	(47/14)	
Precio del pienso (PTA/kg) (equiv. €)	162 0,97	111 0,67	86 0,52	103 0,62	111,5 0,67
Índice conversión económico (PTA/kg) (equiv. €)	223,6 1,34	182,0 1,09	190,1 1,14	183,3 1,10	194,0 1,17
Biomasa final de las doradas (kg)	3 065	2 552	2 805	2 810	3 065
Valor de la venta (miles de PTA) (equiv. miles de €)	2 880 17,31	2 275 13,67	2 566 15,42	2 564 15,41	2 888 17,36
Coste del pienso (miles de PTA) (equiv. miles de €)	685 4,12	465 2,80	533 3,20	515 3,10	560 3,37
Margen bruto (miles de PTA) (1) (equiv. miles de €)	2 195 13,95	1 810 10,88	2 033 12,22	2 049 12,32	2 319 13,94
Margen sobre ventas (%) (2)	76,2	79,6	79,2	79,9	80,5
Productividad económica (3)	4,2	4,9	4,8	5,0	5,1
Proporción margen/pienso (4)	3,2	3,9	3,8	4,0	4,1

En la misma tabla III se ha evaluado la rentabilidad económica de la utilización conjunta de los piensos 50/26 y el 47/14 en un mismo lote, el primero hasta los 100 g aproximadamente y el segundo hasta el tamaño comercial. Se observa cómo el margen bruto obtenido es superior al obtenido con el pienso 50/26 y que todos los índices productivos son mejores a todos los piensos utilizados de forma independiente, incluso al 47/14, por lo que la utilización conjunta de estos dos piensos, a la vista de los resultados obtenidos, supone la mejor alternativa para el engorde de dorada.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15.^a ed. AOAC (Association of Official Analytical Chemist). Arlington (Virginia), EE UU: 1 298 pp.
- García-Alcázar, A., E. Abellán y A. Ortega. 1995. Alimentación de dorada (*Sparus aurata*) con piensos de distinta

relación proteína/grasa. Influencia en el crecimiento y la composición corporal. En: *Actas del V Congreso Nacional de Acuicultura* (10-13 de mayo, 1995. Sant Carles de la Ràpita, Tarragona, España). F. Castelló y A. Calderer (eds.) : 492-497. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona, España.

- Lupatsch, Y., G. W. Kissil, D. Sklan y E. Pfeffer. 2001. Effects of varying dietary protein and energy supply on growth, body composition and protein utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Nutrition* 7: 71-80.
- Santinha, P. J. M., E. F. S. Gomes y J. O. Coimbra. 1996. Effects of protein level of the diet on digestibility and growth of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Nutrition* 2: 81-87.
- Santinha, P. J. M., F. Medale, G. Corraze y E. F. S. Gomes. 1999. Effects of the dietary protein ratio on growth and nutrient utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture Nutrition* 5: 147-156.
- Vergara J. M., G. López-Calero, L. Robaina, M. J. Caballero, D. Montero, M. S. Izquierdo y A. Aksnes. 1999. Growth, feed utilization and body content of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) fed increasing lipid levels and fish meals of different quality. *Aquaculture* 179: 35-44.