

Experiencia en el almacenamiento de materias primas vegetales durante la sustitución de dietas para dorada (*Sparus aurata*)

Experience in the storage of vegetable raw materials in the replacement of diets for golden fish (*Sparus aurata*)

Nury Beatriz Sánchez^{1*}, Harold Torres¹ y Nazly Yolieth Martín¹

Resumen

Se estableció como objetivo de este trabajo obtener una composición de un alimento ideal para mantener los crecimientos, parámetros nutricionales y medidas corporales idóneas en dorada (*Sparus aurata*). Se utilizó la harina de arveja y arroz como materias primas alternativas, con el fin de sustituir al máximo posible la harina de pescado. Se formularon 4 dietas diferentes, en las cuales se sustituyó la harina de pescado por la mezcla vegetal a diferentes niveles, 0%, 30%, 60% y 90% de sustitución. Se ofrecieron estas dietas a animales en crecimiento, iniciando el experimento con unos pesos medios de 38g y terminándose al cabo de 110 días con unos pesos medios de 140 g. En conclusión, se observó que a mayor sustitución de la harina de pescado con las dietas alternativas la conversión alimenticia fue menor.

Palabras Claves: arveja, arroz, sustitución, tratamiento, dietas.

Abstract

The objective of this work was obtain a composition of an ideal feed to maintain the growths, nutritional parameters and body measure suitable for gilthead seabream (*Sparus aurata*). Pea flour and rice were used as alternative raw materials, in order to replace fishmeal as much as possible. Four different diets were formulated, in which the fish meal was substituted by the vegetable mixture at different levels, 0%, 30%, 60% and 90% substitution. These diets were offered to growing animals, starting the experiment with average weights of 30g and finishing after 110 days with average weights of 140g. In conclusion, it was observed that the greater substitution of fishmeal with alternative diets, the feed conversion was lower.

Key words: diets, rice, substitution, treatment, peas.

Introducción

La acuicultura es un sector que se encuentra en proceso de expansión debido a que el producto que se obtiene es percibido por el consumidor como un alimento sano y con un contenido bajo en grasas saturadas y este lo elige debido a la tendencia actual de la sociedad a mantener dietas sanas (1).

El auge de la producción piscícola se debe a la alta demanda de este producto a razón de gran aporte nutricional y el declive de la actividad pesquera, ya que cada día es menos rentable salir en busca de estos productos a su medio, debido sobre todo a la incesante subida de los combustibles y la disminución de caladeros, esto ha hecho que aumenten de forma continua la pesca extractiva y de una forma mucho más pronunciada la pesca procedente de la acuicultura(2), dada esta problemática los estudios se enfocan a las fuentes vegetales proteicas alternativas, para así lograr minimizar el impacto ambiental y la sobre explotación de los caladeros usando así materias primas alternativas, estas materias primas deben ser bien almacenadas en lugares frescos y libres de patógenos para que no causen alteraciones nutricionales

en el momento de diseñar la dieta experimental (3).

Materiales y métodos

La fase experimental de este trabajo se realizó en el recinto de granjas de la Universidad y en concreto en el Laboratorio de Acuicultura del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia.

El experimento se llevó a cabo en la línea 2 del laboratorio. Esta línea está integrada en un circuito cerrado en el que, tras una correcta depuración, el agua es reutilizada. Este sistema de circuito cerrado evita el gasto excesivo de agua. Cuando los parámetros de calidad no son los adecuados, se renueva toda el agua salada del circuito (siempre con agua marina).

La instalación también cuenta con una bomba de calor que permite mantener la temperatura constante durante todo el año. El aporte de oxígeno al agua se realizó mediante un sistema de aireación con bombas electro-soplantes.

La línea 2 del laboratorio está formada por catorce tanques

¹ Programa de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca Sede Fusagasugá (Colombia).

cilíndricos de fibra de vidrio, con una capacidad de 1750 litros cada uno. Los tanques se distribuyen en una fila doble, con soportes para la red de agua, desagüe, aireación y oxigenación. Se utilizaron doce de estos tanques para realizar la fase experimental del trabajo.

Todas las dietas experimentales utilizadas en este trabajo fueron elaboradas mediante un proceso de cocción-extrusión en la fábrica de Alimentos del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia. Para ello se empleó un extruder semi-industrial de la casa Clextral modelo BC45.

Se fabricaron 4 tipos de alimento con distintos niveles de sustitución de harina de pescado por la mezcla vegetal de arveja y harina de arroz (50% y 50%) que se denominaron MV-0, MV-30, MV-60 Y MV-90 respectivamente. El alimento MV-0, en el que no hubo sustitución, sirvió de dieta control como base de comparación de resultados frente al resto de ensayos.

Para el estudio de este trabajo se emplearon 600 animales procedentes de CULTIPEIX S.L., con un peso medio inicial de 38g. Los peces fueron pesados y distribuidos al azar en los tanques y al inicio de la prueba se analizó la composición corporal de los peces (Figura 1a y 1b).

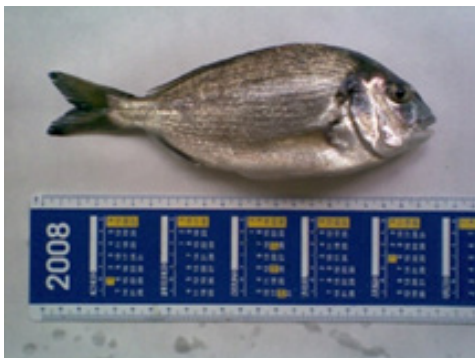


Figura 1a. Pez alimentado con 0% de inclusión de materias primas alternativas a los 110 días.



Figura 1b. Pez alimentado con un nivel de inclusión de un 90% de materias primas alternativas a los 110 días.

Las dietas se ensayaron por triplicado. La alimentación se realizó a saciedad aparente, dos veces al día (mañana y tarde), seis días por semana, aunque los sábados se alimentaron mediante una única toma matinal siempre

pesándose los botes de alimento al final de la jornada para conocer la ingesta diaria de cada tanque.

Resultados

Una vez finalizada la prueba podemos concluir claramente que el crecimiento es menor cuanto más sustituimos la harina de pescado por la mezcla arveja-arroz. Hasta el día 28 vemos que entre los tratamientos MV-60 y MV-90 no hay grandes diferencias, agrandándose estas a partir del mes. Ya desde el segundo muestreo en el día 54 comienzan a apreciarse mayores diferencias incluso en el tratamiento MV-30 llegando al final del experimento con claros resultados negativos para los dos tratamientos con mayores niveles de sustitución de la harina de pescado (Figura 2).

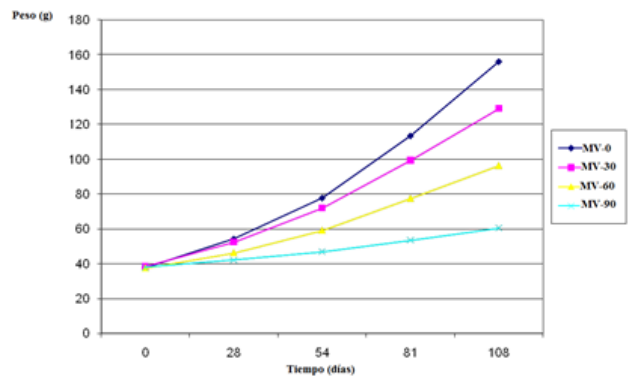


Figura 2. Evolución del peso medio de la dorada en la prueba.

Durante el primer mes la dieta MV-30 tuvo resultados similares a la dieta control, una tasa de crecimiento instantáneo (tabla 1) prácticamente igual que con la dieta control MV-0, pero ya vemos peores resultados en las dietas MV-60 y MV-90. Nos ocurre lo mismo con el segundo mes y ya en el tercer y cuarto mes del experimento, encontramos grandes diferencias estadísticas respecto a la dieta control, obteniendo tasas mucho más bajas con los otros tratamientos.

Tratamiento	MV-0	MV-30	MV-60	MV-90
0-28 días	1.35 a	1.15 a	0.76 b	0.39 c
28-56 días	1.44 a	1.23 a	0.93 b	0.38 c
56-81 días	1.45 a	1.23 b	0.99 c	0.45 d
81-108 días	1.25 a	1.01 b	0.79 c	0.40 d

Tabla 1. Tasa de crecimiento instantáneo mensual (%/día) en las diferentes etapas de la prueba, (media ± ES). Nota: letras distintas indican diferencias estadísticas entre las medias. Covariable: peso medio inicial. Test de Newman-Keuls (P<0.05). n=3

En lo que se refiere a los índices de conversión (Tabla 2), los datos estadísticos obtenidos son parecidos, no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos MV-0, MV-30 y MV-60, no obstante, vemos que la dieta MV-90 nos da resultados muy distintos a los demás, los peores índices en cualquiera de los meses en los que se ha realizado este experimento.

La tasa de alimentación diaria (Tabla 3) disminuye conforme pasa el tiempo y aumentan los niveles de las harinas vegetales (arroz y arveja) durante los primeros 82 días y

Tratamiento	MV-0	MV-30	MV-60	MV-90
0-28 días	2.18 b	2.43 b	3.91 b	9.01 a
28-56 días	1.34 b	1.48 b	1.85 b	4.30 a
56-81 días	1.17 c	1.33 bc	1.62 b	3.50 a
81-108 días	1.15 c	1.44 c	2.22 b	4.41 a

Tabla 2. Índice de conversión del alimento en las diferentes etapas de la prueba, (media \pm ES). Nota: letras distintas indican diferencias estadísticas entre las medias. Test de Newman-Keuls ($P < 0.05$). $n=3$

Tratamiento	MV-0	MV-30	MV-60	MV-90
0-28 días	2.92	2.75	2.96	3.00
28-56 días	1.82	1.78	1.74	1.68
56-81 días	1.66	1.59	1.59	1.70
81-108 días	1.25 c	1.26 c	1.50 b	1.99 a

Tabla 3. Tasa de alimentación diaria (%/día) en las diferentes etapas de la prueba, (media \pm ES). Nota: letras distintas indican diferencias estadísticas entre las medias. Test de Newman-Keuls ($P < 0.05$). $n=3$

ya en el último mes sí encontramos diferencias estadísticas significativas, observándose que los peces que consumieron las dietas MV-60 y MV 90 obtuvieron las mayores tasas de alimentación en relación a los otros tratamientos.

Al analizar los resultados se observa que la cantidad de mezcla vegetal añadida a la dieta afectaba de forma progresiva y negativa el crecimiento de la dorada, lo cual se observa en el peso final que fue de 157, 128, 97 y 60g para MV-0, MV-30, MV-60 y MV-90 % de sustitución respectivamente y en el TCI (1.34, 1.14, 0.87 y 0.44). No se observaron diferencias significativas en la tasa de alimentación, aunque en los últimos meses la ingesta de las doradas alimentadas con el MV-90 fue mayor, seguramente para compensar las deficiencias nutritivas de este alimento. A partir del tercer muestreo hubo muertes en los diferentes tanques experimentales del laboratorio.

El ICA también fue significativamente mayor en los tratamientos con el MV-60 y el MV-90, a consecuencia del menor valor nutricional de estas dietas (tabla 4).

Tratamiento	MV-0	MV-30	MV-60	MV-90
Pi	37.54	38.46	37.48	37.86
Pf	156.70 a	127.75 b	97.06 c	60.45 d
Supervivencia	80.67	78.00	65.30	91.30
TCI	1.34 a	1.14 b	0.87 c	0.44 d
ICA	1.41 c	1.70 c	2.44 b	4.76 a
TAD	1.55	1.63	1.78	1.99

Tabla 4. Datos globales de los parámetros obtenidos en las diferentes etapas de la prueba, (media \pm ES). Nota: letras distintas indican diferencias estadísticas entre las medias. Test de Newman-Keuls ($P < 0.05$). $n=3$

No se encontraron diferencias significativas entre el índice viscerosomático y el índice hepatosomático como refleja la tabla 5. No hubo diferencias significativas entre el factor de condición y el índice de grasa visceral, ahora bien, se observó una disminución de estos dos últimos índices en el tratamiento MV-90, que indicaron que las dietas no estaban aprovechándose adecuadamente, los peces se mostraban más delgados y con menos grasa visceral. No se encontraron diferencias estadísticas significativas, como se puede

observar en la composición corporal y las retenciones de las doradas (tabla 6).

Tratamiento	MV-0	MV-30	MV-60	MV-90
FC	1.81	1.72	1.72	1.56
IVS	6.18	6.07	6.20	6.45
IHS	1.15	1.13	1.21	1.23
IGV	1.57	1.57	1.32	1.02

Tabla 5. Efecto del tratamiento sobre los parámetros biométricos de la dorada al final de la prueba (media \pm ES). Nota: letras distintas indican diferencias estadísticas entre las medias. Test de Newman-Keuls ($P < 0.05$). $n=15$

Tratamiento	MV-0	MV-30	MV-60	MV-90
MS(%)	33.29	33.93	33.40	32.92
Cenizas MS(%)	11.14	10.99	11.29	12.30
PB (%MS)	50.85	48.86	49.43	47.73
GB (%MS)	39.97	40.31	40.40	39.11
VPP (%MS)	20.27	21.22	20.78	11.07
VPE	24.54	27.16	26.03	14.86

Tabla 4. Datos globales de los parámetros obtenidos en las diferentes etapas de la prueba, (media \pm ES). Nota: letras distintas indican diferencias estadísticas entre las medias. Test de Newman-Keuls ($P < 0.05$) $n=3$

En la composición corporal, los resultados biométricos indican que los peces alimentados con las mayores sustituciones no crecieron de forma óptima.

Discusión

Durante los dos primeros meses no hubo diferencias entre las sustituciones de MV0 y MV-30%, pero finalmente los peces que comieron del 30% crecieron significativamente menos que los del alimento control y al igual que los del MV- 60 % y los del MV-90 % cuyo crecimiento menor (TCI de 1.34 para el control y de 0.44 para el MV-90 %).

En trabajos con dorada y fuentes proteicas realizados anteriormente en las mismas instalaciones se obtuvieron resultados de crecimiento muy similares al presente trabajo. Así, con sustituciones del 20, 30, 40 y 50 % en una prueba en la que utilizó como fuente proteica torta de soya, obtuvieron unos crecimientos similares a nuestro alimento control con sustituciones de hasta el 40 % de soya, con un TCI de 1.8, para doradas de 80g de peso inicial y 350g de peso final (4).

En estudios realizados con girasol se obtuvieron los mejores crecimientos con un 12 % de sustitución de harina de pescado por torta de girasol, con un TCI global de 1.68 para doradas de 44g y un TCI de 0.57 para doradas de 200g (5). En este caso el nivel de sustitución fue menor como consecuencia de que la torta girasol tiene mucha menos proteína que la torta de soya.

También en las mismas instalaciones se hizo una prueba con el concentrado proteico de arveja en doradas (3) obteniendo como máxima sustitución la del 40 % de la harina de pescado por concentrado proteico de arveja, siendo el TCI en este caso de 0.93 para doradas de 40g de peso inicial y 400g de peso final.

Vistos los resultados de esta última prueba y con la composición en aminoácidos de la proteína de arroz se diseñó el experimento actual con un balance de aminoácidos completamente correcto para la alimentación de la dorada. El problema surgió cuando en el tercer muestreo se encontró diferencias de crecimiento hasta con el 30 % de sustitución por lo que supusimos que hubo algún problema de alimentación en las doradas. El hecho de que los peces alimentados con el alimento control tuvieron un buen crecimiento comparado con todos los experimentos anteriores nos hizo suponer que era consecuencia de algunas de las materias primas probadas. Por ello, se hizo el análisis de los cuatro alimentos y de ambas materias primas, pudiendo comprobar que la proteína de arroz no tenía el perfil de aminoácidos que la primera que se analizó al inicio de la prueba. Por esta causa se decidió finalizar la prueba al concluir el cuarto periodo de alimentación. Aun así, se analizaron los peces y se les hicieron las biometrías como en una prueba de crecimiento normal para seguir el procedimiento habitual del mismo.

Los resultados obtenidos en este experimento nos indican que no se pueden realizar sustituciones de la harina de pescado por los concentrados proteicos de arveja y del arroz ya que hemos obtenidos parámetros nutricionales y de crecimiento negativos. Cabe decir que no podemos afirmar que los concentrados utilizados no se puedan emplear en dorada y en la acuicultura en general ya que nuestros datos no son representativos puesto que se realizó una composición de la dieta con materias primas en mal estado.

Agradecimientos

Este estudio fue realizado con la colaboración de los doctores, Ana Tomas, Silvia Martínez y Miguel Jover Cerdá, de la Universidad Politécnica de Valencia (España), al igual que los equipos y reactivos para los respectivos análisis, fueron colaboración y apoyo de la Universidad Politécnica y los peces para el experimento fueron cortesía de la empresa CULTIPEIX S.L en Sagunto España.

Bibliografía

1. FAO. El Estado mundial de la pesca y la acuicultura, 2000. Food & Agriculture Org.; 2000.
2. Moyano F-J, Cardenete G, la Higuera M. Nutritive value of diets containing a high percentage of vegetable proteins for trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquat Living Resour.* 1992;5(1):23-9.
3. Sánchez-Lozano NB, Martínez-Llorens S, Tomás-Vidal A, Cerdá MJ. Effect of high-level fish meal replacement by pea and rice concentrate protein on growth, nutrient utilization and fillet quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.). *Aquaculture.* 2009;298(1):83-9.
4. Martínez-Llorens S, Moñino AV, Tomás Vidal A, Salvador VJM, Pla Torres M, Jover Cerdá M. Soybean meal as a protein source in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) diets: effects on growth and nutrient utilization. *Aquac Res.* 2007;38(1):82-90.

5. Lozano NBS, Vidal AT, Martínez-Llorens S, Mérida SN, Blanco JE, López AM, et al. Growth and economic profit of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed sunflower meal. *Aquaculture.* 2007;272(1):528-34.