

UTILIZACIÓN DE FÓSFORO EN DORADA. EFECTO DEL INCREMENTO DE LÍPIDOS EN LA DIETA Y DE LA CALIDAD DE LA HARINA DE PESCADO

L. MOLINA DOMÍNGUEZ¹; L. ROBAINA²; O. GARAVOTE¹; D. MONTERO¹; J.M. VERGARA MARTÍN² y M.S. IZQUIERDO

¹Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM), Dirección General de Universidades e Investigación. Consejería de Educación, Cultura y Deportes. Gobierno de Canarias. P.O. Box 56, 35200 Telde. Gran Canaria. Islas Canarias. España.

² Departamento de Biología. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). P.O. Box 550, 35017 Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias. España.

ABSTRACT

PHOSPHORUS UTILIZATION IN SEABREAM. EFFECT OF DIETARY LIPID CONTENT AND FISH MEAL QUALITY

The aquaculture development in the last ten years together with its enormous future projection imply an improvement on the diet formulation considering a better feed utilization and the decrease of its environmental impact, as both factors suppose a restriction on the increasing proliferation of these activities. The negative effects as a consequence of poor dietary formulation or management are principally due to the waste discharges from the non-ingested feed, as well as to the non-assimilated nutrients by the fish, nitrogen and phosphorus principally, which are otherwise essential in fish diets.

The aim of the present work is to study the phosphorus utilization contained in four different diets for sea bream (*Sparus aurata*), related with their dietary lipid contents (14 and 27%). Moreover, it was evaluated the effect of two different fish meal quality for each dietary lipid level.

The increase of dietary lipids did not showed a clear effect on the phosphorus digestibility. The results showed a bigger phosphorus retention for those diets containing higher lipid levels and the best fish meal quality. It was also observed a higher effect of the fish meal quality in the phosphorus retention for those diets with lower lipid contents.

Key words: Aquaculture, nutrition, seabream, digestibility, environmental impact, phosphorus.

RESUMEN

La expansión de la acuicultura en la última década y su enorme proyección de futuro lleva aparejada, tanto un interés por la mejora en la formulación de las dietas como una creciente sensibilización hacia los efectos medioambientales de la producción acuícola, ya que ambos factores pueden suponer un freno a la creciente proliferación de estas actividades. Los efectos negativos consecuencia de un mal manejo y/o formulación del alimento son debidos principalmente a la descarga al medio de alimento no ingerido, así como a los nutrientes no asimilados por los peces, principalmente nitrógeno y fósforo, que por otro lado son elementos imprescindibles en las dietas.

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la utilización del fósforo contenido en cuatro dietas para dorada (*Sparus aurata*) en relación con el contenido de lípidos de las mismas (14 y 27%). Se evaluó asimismo, el efecto de la inclusión de dos harinas de pescado de diferente calidad para cada uno de los niveles de lípidos ensayados.

El incremento de los niveles de lípidos dietarios no mostró un efecto claro sobre la digestibilidad del fósforo. Los resultados mostraron una mayor retención de fósforo para las dietas que contenían mayor nivel de lípidos y harina de pescado de mejor calidad, en relación con los también mejores resultados de crecimiento obtenidos para estas dietas. Asimismo, se observó un mayor efecto de la calidad de la harina en la retención del fósforo cuando el contenido en lípidos era menor.

Palabras clave: Acuicultura, nutrición, dorada, digestibilidad, impacto ambiental, fósforo.

INTRODUCCIÓN

La expansión de la acuicultura en el área mediterránea en la última década ha repercutido especialmente en el aumento de producción de peces marinos, principalmente lubina y dorada. En España, la producción de estas dos especies ha aumentado de 1000 T en 1990 a 9000 T en 1999 (MARTÍN, 1999). Esta expansión va aparejada por una preocupación doble, por un lado la optimización en la formulación de las dietas en relación a la calidad final del producto y por otro lado, la preocupación sobre los efectos ambientales adversos que podrían producirse (FOLKE y KAUTSKY, 1992).

En cuanto a la formulación de las dietas, las propuestas de mejora están siendo orientadas principalmente a la optimización del nivel de lípidos con respecto al aporte proteico, tanto en cantidad como en calidad, de manera que permita un adecuado crecimiento de los peces y al mismo tiempo, equilibre el coste de las dietas.

Por otro lado, teniendo en cuenta al impacto medioambiental hay que partir del hecho que en el caso de los cultivos piscícolas de tipo intensivo, la única fuente externa de nutrientes proviene del alimento suministrado. Los nutrientes proporcionados en el alimento que no sean asimilados por los peces serán eliminados al medio, tanto en forma disuelta como particulada, acumulándose en la columna de agua y en los sedimentos, dando lugar en casos extremos a una posible eutrofización del medio y sus efectos subsiguientes (BARG, 1994). Por lo tanto, una mejora en la formulación de las dietas, así como una adecuada estrategia de alimentación, ayudarían en la minimización de los efectos sobre el medio.

Es bien conocido que el fósforo es un elemento esencial para los peces tanto marinos como de agua dulce (KETOLA, 1975; OGINO et al. 1979; WATANABE et al., 1980). La inclusión de este nutriente en las dietas es fundamental tanto para el crecimiento y correcto desarrollo de los huesos, como por su papel en diferentes procesos metabólicos (LALL, 1979, LOVELLI, 1978, SAKAMOTO & YONE, 1980). Se han investigado los requerimientos en fósforo para varias especies, obteniéndose resultados que varían entre 0.11 y 1.09 % de la dieta; sin embargo, la capacidad retención de este nutriente por los peces varía en relación a su contenido total en la dieta y a su disponibilidad según la forma química o de los ingredientes de los que procedan (OGINO et al., 1979; SAKAMOTO & YONE, 1979).

Por lo tanto, si el pienso contiene dosis mayores de los requerimientos de este nutriente para la especie cultivada o bien se encuentra en forma no digerible, la fracción que se eliminaría al medio sería mayor, excretándose en su mayoría en forma particulada (WALLIN & HAKANSON, 1991), lo que podría producir una hipernutrición y la consiguiente eutrofización que puede causar serios problemas,

tanto al medio circundante como a la propia producción (BEVERIDGE, 1987). En este sentido, la calidad de la harina juega un importante papel, ya que el fósforo contenido en la misma está en su mayor parte en forma de fosfato tricálcico originado a partir de tejidos duros tales como huesos y escamas, siendo su disponibilidad muy variable de unas especies a otras, pero presentando en general, tasas de digestión bajas en todas ellas (WATANABE et al., 1980; HEPHER 1988).

Por otro lado, según NOSE Y ARAI (1979) y otros autores se ha encontrado una relación entre el contenido de lípidos en el pienso, la utilización de fósforo por los peces y el crecimiento de los mismos, sugiriéndose un importante papel del fósforo en el catabolismo metabólico de los lípidos, resultando en una mayor retención de proteínas en el cuerpo del pez.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente estudio se contó con los datos obtenidos en dos experiencias paralelas realizadas en el Instituto Canario de Ciencias Marinas con juveniles de dorada cedidos por una empresa local (ADSA, situada en Castillo del Romeral). Una de las experiencias se llevó a cabo a lo largo de un período de seis meses en tanques experimentales de 1 m³ (60 peces de un peso medio inicial de 80 g por tanque). Para la determinación de las digestibilidades de P se usaron 15 peces por tanque de unos 87 g de peso medio distribuidos al azar en doce tanques (4x3) cilindro-cónicos de fibra de vidrio de 500 L, preparados para la recolección de heces en columnas de decantación (ROBAINA et al., 1998). A lo largo del período experimental los peces se mantuvieron en circuito abierto con un flujo de agua de unos 6 L/min, niveles de oxígeno entre 5.7 y 7.2 mg/L y a una temperatura entre 20.7 y 24.4 C .

Se utilizaron cuatro piensos experimentales formulados para contener dos niveles de lípidos (14 y 27%) cada uno de ellos con dos calidades de harina (alta y baja calidad), atendiendo principalmente a la temperatura de procesado así como al contenido en aminos biogénicos de las mismas (TABLA I). Se utilizó Cr₂O₃ como marcador inerte en el pienso en una proporción de un 0.5% de la dieta, para la determinación de los coeficientes de digestibilidad del fósforo.

TABLA I. Formulación y composición de las dietas.

Dieta n	1	2	3	4
Ingredientes (%)				
Harina alta calidad ¹		43.9		52.2
Harina baja calidad ²			43.9	52.2
Harina de soja		22.0	22.0	12.0
Pan rallado		22.0	22.0	12.0
Aceite		8.1	8.1	19.8
Lecitina de soja	0.5	0.5	0.5	0.5
Granos de trigo	2.0	2.0	2.0	2.0
Mezcla de vitaminas		1.0	1.0	1.0
Mezcla de minerales		0.5	0.5	0.5
Composición (% peso seco)				
Proteínas		49	49	48
Lípidos	14	14	27	27
Carbohidratos		27	27	16
Cenizas	9	9	8	8
Energía bruta (MJ/kg)		22	22	25

(1) Cenizas 13.6%; Histamina 0.20 g/Kg; Cadaverina 0.50 g/Kg

(2) Cenizas 11.1%; Histamina 0.24 g/Kg; Cadaverina 1.50 g/Kg

Los peces se alimentaron de forma manual hasta saciedad aparente tres veces al día (09:00, 12:00 y 15:00), seis días a la semana. Durante el experimento de crecimiento los peces fueron mensualmente pesados de forma individual para controlar su crecimiento; tomándose muestras de peces al principio y al final de esta experiencia para su posterior análisis bioquímico. La recolección de heces en la experiencia de digestibilidad se realizó diariamente a primera hora de la mañana, siendo las mismas representativas de 16 horas de excreción. Las muestras obtenidas fueron pesadas y conservadas a -80 C después de ser centrifugadas a 8.000 rpm durante 20 min.; para el análisis de las heces se mezclaron todas las muestras recolectadas de cada uno de los tanques.

Las muestras se analizaron por triplicado con los siguientes métodos: proteínas (Kjeldhal, Tecator 1030 con autoanalizador 1035); lípidos (Soxhlet en caliente con éter de petróleo); humedad y cenizas (AOAC, 1990); fósforo por espectrofotometría como fósforo molibdato reactivo (STRICKLAND & PARSONS, 1972) tras una digestión con ácidos nítrico y perclórico (BURTON & RILEY, 1956); cromo (FURUKAWA & TSUKAMARA, 1966).

Para el cálculo de la retención del fósforo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Retención de P} = (\text{P inicial} - \text{P final} / \text{P ingerido}) 100$$

Todos los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza de una entrada (ANOVA), y se compararon las diferencias entre medias con el test de Tukey en un intervalo de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis del contenido de fósforo y cromo dieron resultados en torno a un 1% y 0.3%, respectivamente con pocas variaciones entre las diferentes dietas experimentales (TABLA II). De acuerdo con estos datos, se puede decir que la cantidad de fósforo suministrado en las 4 dietas cubre los requerimientos de los peces, a pesar de la inclusión en las mismas de harina de soja, ingrediente ampliamente documentado como de baja disponibilidad de P debido a la presencia de ácido fítico (GATLIN & PHILLIPS, 1989; HOSSAIN & JAUNCEY, 1991).

TABLA II. Contenido de P y Cr₂O₃ (g/100g peso húmedo) en las dietas.

Dieta nº	1	2	3	4
Fósforo	1.04	1.03	1.18	1.08
Cr ₂ O ₃	0.28	0.24	0.32	0.31

Los valores de ingesta de alimento pueden ser considerados como normales para peces de esta especie y tamaño y lo mismo cabría decir para el crecimiento obtenido para todas las dietas utilizadas, que se encuentran entre los valores esperados.

TABLA III. Peso de los peces, cantidad total de alimento y de P ingerido, contenido y retención de P por los peces.

Dieta	1	2	3	4
Peso inicial (g)	69.87	70.60	69.48	71.19
Peso final (g)	397.70	372.20	399.10	394.40
P inicial en peces (%)	2.28	2.28	2.28	2.28
P final en peces (%)	2.07	1.62	2.68	3.34
Alimento ingerido (g)	23.95	22.56	23.48	24.17
P ingerido (g)	246.63	232.75	275.87	258.75
FCR	1.52	1.55	1.37	1.48
SGR	0.97	0.94	0.98	0.97
Retención de P (%)	48.46	34.18	59.45	75.16

La tasa de conversión alimenticia (FCR) resultó algo mejor para las dietas con mayor contenido en lípidos, en concordancia con los incrementos en peso superiores encontrados para estos tratamientos.

Se puede observar que los peces alimentados con las dietas de mayor contenido en lípidos presentan una mayor retención de fósforo, 59.45 para la dieta de alta calidad de harina y 75.16 % para la de baja calidad; y por lo tanto, una menor excreción al medio de este elemento. Estudios llevados a cabo con trucha arcoiris mostraron igualmente que la descarga de fósforo en el efluente disminuía cuando se usaban dietas de alto contenido lipídico (LANARI et al., 1995). La calidad de la harina de pescado utilizada no muestra un efecto claro sobre la retención de fósforo por los peces. Si bien, para el nivel bajo de lípidos utilizado la retención de fósforo resultó mayor cuando se usó harina de alta calidad, se obtuvo el efecto contrario al incrementar el nivel de lípido a 27%. Ello podría estar relacionado con que un 14% de lípidos en el pienso estuviera por debajo del óptimo necesario para un máximo crecimiento. Por el contrario, la inclusión de un 27% de lípidos parece ocasionar un exceso de energía en el pienso, con lo cual la inclusión de harina de alta calidad no mejora la utilización de la dieta para el crecimiento.

Los contenidos de fósforo y óxido crómico en las heces, así como la digestibilidad de estos elementos y la excreción de P al medio en forma particulada se muestran en la TABLA IV.

TABLA IV. Contenido de fósforo y óxido crómico en las heces (% \pm DS) y digestibilidad aparente (ADC) y excreción de P (% de P ingerido \pm DS).

Dieta n°	P	Cr ₂ O ₃	ADC	Excreción de P
1	2.67 \pm 0.57	2.03 \pm 0.37	63.13 \pm 5.57	36.87 \pm 5.57
2	2.39 \pm 0.67	1.80 \pm 0.17	61.87 \pm 2.58	36.13 \pm 2.59
3	2.36 \pm 0.86	2.03 \pm 0.14	74.67 \pm 3.05	25.33 \pm 3.05
4	3.02 \pm 0.61	1.60 \pm 0.28	63.25 \pm 7.81	36.75 \pm 7.81

Únicamente los valores observados para la digestibilidad del fósforo de la dieta 3 (74.67 %) muestran una notable diferencia con el resto de las dietas por lo que sus valores de excreción de fósforo (25.33 %) son también diferentes. En lo relativo a la digestibilidad del fósforo si parece ejercer un efecto la calidad de la harina, mostrándose una mayor digestibilidad de este nutriente con harina de alta calidad, pero sólo cuando aparece combinada con una mayor proporción de lípidos en la dieta (27%).

La disminución de la descarga de fósforo al medio puede conseguirse mediante el uso de dietas de alta energía (CHO et al., 1991), lo que supondría una selección de ingredientes de alta calidad y con alta biodisponibilidad del fósforo, pero en proporciones equilibradas con respecto a los requerimientos de la especie, lo que permitiría además un crecimiento adecuado. Atendiendo a los resultados presentados en este trabajo, se podría afirmar que en dorada la utilización de piensos de alta energía por adición de lípidos, supone un ahorro energético de la proteína de la dieta y por lo tanto una mejora en la utilización del fósforo contenido en los ingredientes proteicos, con la consiguiente disminución en la excreción al medio de este nutriente.

CONCLUSIONES

La utilización de altos niveles de lípidos en pienso para engorde de dorada parece mejorar la utilización del fósforo contenido en el mismo, con la consecuente disminución en la excreción de este nutriente al medio. Este efecto resultó más pronunciado al utilizar harina de pescado de baja calidad en la formulación del pienso.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1990. Official methods of analysis, In: Helrich, K. (Ed.), Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA, USA.
- BARG, U.C., 1994. *FAO Documento Técnico de Pesca*, N°328. Roma, FAO.1994.138 p.
- BEVERIDGE, M.C.M., 1987. *Cage aquaculture*. Fishing News Books Ltd. Farnham. Surrey (England). 352 pp.
- BURTON, J.D. & RILEY, J.P., 1956. *Microchim. Acta* 9: 1350-1365.
- FOLKE, C. & KAUTSKY, N. 1992. *Ocean & Coastal Management* 17(1992). pp. 5-24.
- FURUKAWA, A. & TSUKAHARA, H. 1966. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 32(6) pp. 502-506.
- GATLING, D.M. & PHILLIPS, H.F. 1989. *Aquac.*79, pp: 259-266.
- HEPHER, B. 1988. *Nutrición de peces comerciales en estanques*. Limusa Ed. Méjico,1988. 406 pp.
- HOSSAIN, M.A. & JAUNCEY. 1991. *Fish nutrition in practice*. Biarritz (France) June 24-27, pp: 705-715. Ed. INRA, París 1993 (Les colloques n° 61)
- KETOLA, H.G. 1975. *En Nutrition and feeding in fish*. Cowey & Bell Eds. Academic Press. London. pp. 465-473.
- LALL, S.P. 1979. *Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*, Hamburg 20-30 Jun, 1978. Vol. I, Berlín, pp. 85-97.
- LANARI, 1995. *Aquac.* Vol. 1 n 2, pp.105-110.
- LOVELL, R.T. 1978. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 107, pp. 617-621.
- MARTÍN, A. 1999. *Productos del Mar*, n° 137-138.
- NOSE, T. & ARAI, S., 1979. *En Advances in Aquaculture*, Pillay & Dill Eds. Fishing New Books, Ltd., Farnham, Surrey., pp. 584-589.
- OGINO, C., TAKEUCHI, L., TAKEDA, H. & WATANABE, T. 1979. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 45 (12), pp. 1527-1532.
- ROBAINA, L. 1998. *Inf. Téc. Inst. Canario Cien. Mar.*, n 4, 195 pp.
- SAKAMOTO, S. & YONE, Y. 1979. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 45, pp. 57-60.
- SAKAMOTO, S. & YONE, Y. 1980. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 46, pp. 1227-1230.
- STRICKLAND, J. & PARSONS, T., 1972. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 167.
- WALLIN, M. & HAKANSON, L., 1991. *Nutrient loading models for estimating the environmental effects of marine fish farms*. Makinen, T. (ed.) 1991. *Marine aquaculture and environment*. NORD 1991.22, 127 pp.
- WATANABE, T., MURAKAMI, A., TAKEUCHI, L., NOSE, T. & OGINO, C. 1980. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 46 (3) pp. 361-367.