

**NUTRICION EN ACUICULTURA.
REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE LA
DORADA**

José Manuel Vergara Martín

**Departamento de Biología
Facultad de Ciencias del Mar
Universidad de Las Palmas de G.C.**

RESUMEN

Se realiza una breve introducción a las características y problemas relacionados con el estudio en el área de nutrición en acuicultura, con especial hincapié en peces. La dorada (*Sparus aurata* L.), es una especie marina que está viendo un importante desarrollo de su cultivo comercial, especialmente en el área Mediterránea. Ello ha motivado un creciente interés en el estudio de sus requerimientos nutritivos, dando lugar a líneas de investigación que cubren las distintas fases de su cultivo. Se discuten los avances realizados en este caso, los problemas que aún quedan por resolver, así como una exposición de los trabajos que se llevan a cabo en esta Universidad.

NUTRICION EN ACUICULTURA.PECES.

La acuicultura ha experimentado su más significativo desarrollo durante los últimos 30 años. Se están cultivando nuevas especies, se han introducido nuevas tecnologías, se han ido consolidando numerosos equipos de investigación, y se están dirigiendo cada vez más recursos financieros hacia esta actividad. Tal es así, que con el tiempo, la acuicultura provee cada vez un porcentaje mayor de productos acuáticos al mercado tradicional de la pesquerías (1989: 14 millones de Tm.) Aprox. 20% de las extracciones totales por pesquerías).

El principal objetivo del cultivo de peces es incrementar su peso en el tiempo más corto posible, y en condiciones económicamente rentables. Una condición necesaria para ello es la satisfacción óptima de todos los requerimientos metabólico-fisiológicos de los organismos, como se trata de conseguir, por ejemplo, ofreciendo al animal condiciones ambientales óptimas y alimentándolo con dietas específicamente formuladas.

Conforme las tecnologías de cultivos han ido evolucionando, se aprecia una tendencia hacia producciones mayores y crecimientos más rápidos. Esto ha conducido bien a incrementar el alimento natural disponible mediante fertilización (sistemas extensivos), bien al uso de materiales húmedos o secos como suplementación del alimento natural (sistemas semi-intensivos), o bien a suministrar todos los nutrientes al pez en forma de dieta preparada (sistemas intensivos). Conforme el pez se hace más dependiente de estas dietas artificiales, es crítica la necesidad de alimentos completos desde el punto de vista nutricional; en otras palabras, que cubra los requerimientos nutritivos de la especie para la que está destinado.

La investigación en nutrición de peces también ha evolucionado significativamente durante los últimos 30 años, aunque sin embargo, la nutrición de animales terrestres ha sido estudiada desde mucho más tiempo atrás. La mayoría de los trabajos de investigación pioneros en este campo se llevaron a cabo con salmónidos y más recientemente se ha comenzado a prestar también atención a otras especies importantes cultivadas en diferentes zonas del mundo, así como a nuevas especies con potencial para la acuicultura.

La calidad nutritiva de la dieta es uno de los pilares del cultivo de peces, pudiendo determinar en gran medida el éxito o fracaso de la operación. La nutrición influye en el comportamiento, integridad estructural, salud general, reproducción, impacto ambiental y crecimiento de los peces. Por lo tanto, se hace necesario establecer lo más precisamente posible los requerimientos nutritivos de los peces en condiciones de cultivo, de tal forma que se puedan formular dietas que maximicen el crecimiento y mantengan al pez saludable.

Con la excepción de agua y energía, los requerimientos de nutrientes dietarios de todas las especies animales cultivadas pueden considerarse bajo cinco diferentes grupos: proteínas, lípidos, hidratos de carbono, vitaminas y minerales. La Ciencia de la Nutrición estudiará, pues, el ofrecer estos nutrientes a los animales cultivados de la manera más equilibrada posible, de acuerdo con sus requerimientos específicos.

Generalmente, los peces son convertidores de alimentos en peso corporal más eficaces que los animales terrestres, alcanzando índices de conversión alimentaria dentro de un rango comprendido entre 1:1 y 2:1, comparados con 2.2:1 para pollos, 3:1 para cerdos y 7:1 para vacuno y oveja. Si estos factores de conversión los basamos en producción de carne comestible por alimento ingerido, los valores son aún más favorables para los peces (alrededor de 2:1, comparados con 5:1 para pollos y 20:1 para vacuno).

Una desventaja apuntada tradicionalmente desde el punto de vista nutricional de peces, el alto requerimiento de proteína (expresada como % de la dieta), ha sido regularmente esgrimida, toda vez que el componente proteínico es el más caro de los ingredientes de la dieta. Sin embargo, cuando estos requerimientos en proteína se expresan en términos de índice de ingesta de proteína (gramos de proteína por Kg. de peso corporal por día), y la ganancia de peso obtenida por peso de proteína ingerida (gramos de proteína por Kg. de peso ganado), los requerimientos de proteína de los peces aparecen entonces similares a los de los animales terrestres criados en granjas.

En contraste con los vertebrados homeotermos, los peces son poiquilotermos, no teniendo que dedicar energía al mantenimiento de la temperatura corporal. Además, el amonio, producto final primario del metabolismo del nitrógeno, es excretado rápidamente por difusión pasiva a través de las branquias y, consecuentemente, los peces emplean menos energía en catabolizar proteínas que los animales terrestres, que deben convertir el amonio en sustancias no tóxicas como la urea o el ácido úrico. Estas dos importantes diferencias metabólicas, incluyendo el menor gasto energético de los animales acuáticos en mantener su posición en un medio líquido, contribuyen a que los peces tengan unos requerimientos de energía mucho menores que los animales homeotermos terrestres. De este modo, la diferencia absoluta en requerimientos de estos dos grupos de animales residiría en los requerimientos de energía, no en proteína.

Si se considera que hasta el presente se han cultivado más de 300 especies diferentes de peces, todas ellas con diferentes requerimientos nutritivos, se hace evidente la ingente tarea de investigación que queda por delante para obtener un conocimiento básico de su nutrición.

LA DORADA (*Sparus aurata* L.)

Es un pez marino de aguas cálidas cuyo hábitat son los fondos rocosos y arenosos de aguas costeras y deltas de ríos, donde forma grupos de individuos de la misma edad. Abundante en el Mediterráneo, se encuentra también en el Mar Negro y costas del Atlántico-Este, desde Gran Bretaña hasta Senegal. Considerada como especie carnívora, su dieta natural se compone principalmente de crustáceos, moluscos, poliquetos, equinodermos y teleosteos.

El hecho de que esta especie, de alto valor comercial, y que viene siendo cultivada a escala comercial desde finales de los 70, no haya sido objeto de un interés en investigación similar a especies de salmonidos (trucha, salmón) cultivados inicialmente en los países occidentales más desarrollados, puede entenderse, al menos parcialmente, ya que la mayoría de los países Mediterráneos sufren deficiencias en el desarrollo de investigación básica y aplicada, especialmente en Acuicultura. Más recientemente, sin embargo, se están dedicando mayores niveles de recursos a la investigación en Acuicultura en algunos de estos países Mediterráneos, cada vez más gente se está viendo involucrada en los problemas de la nutrición en Acuicultura.

Debido a las características que, al igual que otras especies de peces marinos, tiene la dorada en cuanto a las fases de su cultivo, podemos también considerarla desde el punto de vista nutricional dos fases claramente diferenciadas:

- Fases larvarias (Principalmente a base de alimento vivo, y su potencial de sustitución por dietas inertes).

- Fases de engorde, correspondientes a los estadios de alevín, juvenil y adulto (A base de dietas secas inertes).

Como consecuencia se han desarrollado numerosas líneas de investigación en cada una de estas fases.

Hablar del amplio campo del estudio de requerimientos nutritivos de larvas de dorada sobrepasa el tiempo disponible en esta charla, y no voy a referirme a él en absoluto. Además, colegas de mi Departamento y de la Sección de Cultivos Marinos del CTP trabajan en él desde hace tiempo y serían ellos los más adecuados para comentar este amplísimo tema.

Respecto a las fases de nutrición de la dorada en que ésta acepta alimentación inerte, los trabajos iniciales se llevaron a cabo principalmente en Francia e Israel. Desde entonces se ha ido incrementando la cantidad de trabajos, cubriendo varios aspectos referentes a los requerimientos nutritivos de esta especie.

El único trabajo publicado hasta la fecha sobre requerimientos cuantitativos de proteína de la dorada indicaba un nivel mínimo de 40% para producir crecimiento óptimo en peces de 3g de peso medio inicial (Sabaut y Luquet, 1973). Los autores emplearon 4 dietas semi-sintéticas conteniendo un rango de proteína entre 11 y 60%. La fuente de proteína consistió en caseína suplementada con una mezcla de aminoácidos sintéticos. Los niveles de lípidos se mantuvieron en 8% en todas las dietas a base de una mezcla de aceite de soja (5.7%) y aceite de hígado de bacalao (2.3%). Los diferentes niveles de proteína se consiguieron sustituyendo la mezcla nitrogenada con almidón de maíz en peso.

Respecto a los requerimientos óptimos de lípidos, que constituyen la fuente de ácidos grasos esenciales y son además un nutriente vital como fuente de energía, Marais y Kissil (1979) publicaron que dietas conteniendo bajos niveles de éstos (9%) dieron mejores resultados en crecimiento en juveniles de dorada de 40g que altos niveles (16%), utilizando aceite de soja como fuente principal de grasa en las dietas.

Kissil y Gropp (1984), usando aceite de capelín como fuente de lípidos y una mezcla de varias harinas (pescado, subproducto de pollería, soja), obtuvieron como niveles óptimos de proteína/lípidos: 40/5 para doradas de 45g y 44/10 para individuos de 3g de peso inicial.

Por otro lado, Pereira et al.(1987), publicaron que dietas altas en proteína y altas en energía (51/14=prot/lip) dieron mejores resultados en doradas de 1-6g que dietas conteniendo 41/14=prot/lip). Fuente de proteína: Harina de pescado. Fuente de lípidos: aceite de hígado de bacalao.

Asimismo, Takeuchi et al.(1991), con dorada japonesa, encontraron que la combinación óptima de proteína y lípidos en las dietas de peces de 2 a 7g fue 52% y 15%, respectivamente, siendo harina de pescado y aceite de hígado de bacalao las fuentes de proteína y lípidos, respectivamente.

Así pues, parece haber cierta cantidad de contradicción entre algunos de estos resultados, especialmente cuando se emplearon similares fuentes de nutrientes en distintos trabajos.

El planteamiento de nuestro trabajo consistió en revisar los requerimientos cuantitativos de proteína de dorada, empleando harina de sardina como fuente de proteína, y aceite de sardina como fuente de lípidos. Los experimentos se realizaron con dos tallas de peces: alevines (0.8g) Y juveniles (60g).

Los resultados de estos experimentos se explican apoyándose en tablas y figuras comentadas. Las hipótesis siguientes son sugeridas como explicación parcial de las diferencias encontradas con los resultados publicados por otros autores.

Hoy en día se reconoce ampliamente que proteínas purificadas tales como la caseína, son deficientes en ciertos EAA, y cuando éstos AA se incluyen en las dietas en su forma sintética (cristalina), la absorción de éstos tiene lugar en el intestino en tiempos diferentes, dando lugar a pobres crecimientos y eficiencias de conversión alimentaria. Esto se debe a que la síntesis óptima de proteína requiere que todos los AA sean presentados simultáneamente al tejido, de lo contrario comienzan procesos de catabolismo con la consiguiente disminución de crecimiento y eficiencias alimentarias.

Asimismo, el aceite de soja, y en general, aceites vegetales, son considerados como pobres fuentes de ácidos grasos altamente insaturados (HUFA), que son esenciales en las dietas de especies de peces *carnívoros marinos*.

Diferentes técnicas de procesamiento estadístico de los resultados son sugeridos también como fuente de dificultad a la hora de comparar resultados procedentes de diferentes autores.

A continuación se realizaron dos experimentos con alevines (5.6g) y adultos (90g) para determinar las proporciones óptimas de proteína y lípidos en las dietas, tomando los niveles óptimos de proteína encontrados en los experimentos anteriores como referencia para establecer los rangos de este nutriente en las dietas experimentales.

Finalmente, se realizaron dos experimentos con juveniles (41.9 y 46.4g) en los que se estudió: 1°) El efecto de diferentes fuentes de hidratos de carbono sobre la digestibilidad de nutrientes de las dietas, el crecimiento y el uso energético de estas dietas;

2°) El efecto de diferentes niveles de lípidos sobre la digestibilidad de nutrientes, el crecimiento y el uso energético de las dietas.

CONCLUSIONES

- 1** Los requerimientos de proteína para alevines (0.8g) y juveniles (60g) fueron de 55% y 42%, respectivamente.
- 2** Los requerimientos de proteína para alevines (5.6g) y adultos (90g) fueron de 52% y 54%, respectivamente, y el nivel de proteína pudo reducirse a 45% al incrementar los lípidos en las dietas de 9% a 15% en alevines.
- 3** Los resultados sugieren que los niveles de proteína también podrían reducirse en alevines de 0.8g, de 55% a 50%, si los lípidos se incrementaran de 9% a 15-17%.
- 4** Los lípidos en exceso o de reserva se almacenan tanto en tejidos viscerales como no-viscerales, y esta deposición aumentó al incrementarse los lípidos en las dietas, pero los niveles nunca fueron superiores a los publicados para animales salvajes de la misma especie.
- 5** Los niveles óptimos de proteína encontrados para adultos (90g) fueron más altos que los esperados (52% en lugar de 42%). Una posible explicación podría ser una mayor demanda de proteína debida a la maduración sexual para el desarrollo de las gonadas en individuos de esta edad.
- 6** Los niveles máximos de fibra e hidratos de carbono recomendados en dietas para esta especie son 6% y 20%, respectivamente.
- 7** Las proteínas y los lípidos fueron bien digeridos, subrayándose su importancia como nutrientes "fuente de tejidos" y de energía.
- 8** El almidón de maíz fue la fuente de hidratos de carbono más efectiva como proveedora de energía, aunque el salvado de trigo apareció como una fuente de hidratos de carbono idónea para dietas prácticas.
- 9** El incremento de lípidos en las dietas produjeron las mejores utilizaciones de proteína y energía, subrayando la importancia de este nutriente como fuente de energía para la dorada.
- 10** Se sugieren los siguientes niveles de nutrientes en dietas prácticas para dorada (FIGURA).
- 11** Se requiere mucho más esfuerzo investigador para proporcionar un conocimiento completo de los requerimientos nutritivos de la dorada, y poder ofrecer así un sólido apoyo al cultivo comercial de esta especie.