

Nutrición en Larvicultura de pectínidos: Relevancia de Proteínas y Lípidos

Ana Farías e Iker Uriarte

Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile
Av. Los Pinos, s/n, Balneario Pelluco, P.O. Box 1327 Puerto Montt, Chile
Email: afarias@uach.cl

INTRODUCCIÓN

La nutrición en la larvicultura de moluscos bivalvos ha tenido un gran desarrollo en la última década. Actualmente, se han intensificado las operaciones de los cultivos controlados en hatchery, las que abarcan desde el acondicionamiento reproductivo hasta la producción de una presemilla de 2 mm., pasando por una fase larvaria que en general puede ser de 4 semanas entre el desove y la metamorfosis.

Los mayores costos en ambiente controlado de la producción de pectínidos se los lleva la alimentación, la cuál es principalmente en base a microalgas (Coutteau & Sorgeloos, 1992; Uriarte *et al.*, 2002a). Por esta razón, las investigaciones de la última década se han centrado en hacer más eficiente y costo/efectiva esta alimentación en las diferentes fases del cultivo controlado, utilizando tecnologías de manipulación de las microalgas o de formulación de sustitutos de las microalgas. Ello ha fomentado el desarrollo de los estudios nutricionales en moluscos bivalvos tanto para el acondicionamiento de reproductores, como para el cultivo larvario y el cultivo postlarvario, desde la metamorfosis hasta que los juveniles alcanzan 2 a 5 mm.

ALIMENTACIÓN

La utilización de las microalgas como cultivo auxiliar en los cultivos intensivos de bivalvos ha llevado a un amplio monitoreo de las características nutritivas que estas células fitoplanctónicas deben cumplir para satisfacer los requerimientos nutritivos de reproductores, larvas o postlarvas. Los trabajos pioneros de Chu & Webb (1984) mostraron la importancia de los ácidos grasos esenciales y las relaciones entre los ácidos grasos n-3 y n-6, que promueven un mayor crecimiento, generándose así un indicador de la calidad de las microalgas. A partir de indicadores como éste, se fueron seleccionando las microalgas para producción y en una encuesta de principios de los noventa (Coutteau & Sorgeloos, 1992) se observaron las diferencias, entre la década de los 70 y los 90, en el uso de microalgas para hatcheries de bivalvos. La encuesta mostró a *T-Iso* y *Chaetoceros neogracile* como las especies más relevantes para la producción de moluscos en cultivo controlado en la actualidad. Ello se ha asociado a los elevados niveles de lípidos totales y

de ácido docosahexanoico (DHA) en *T-Iso* y a los elevados niveles de carbohidratos, ácido eicosapentanoico (EPA) y riboflavina en *C. neogracile*. En general, para la alimentación en cultivo controlado son mejores las dietas variadas, en las que debe incluirse un alga enriquecida en DHA como *T-Iso* u otras prasinofineceas y un alga enriquecida en EPA como *Chaetoceros* spp u otra diatomea. Las microalgas pueden ser manipuladas para aumentar su contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos, también algunos autores han aumentado los niveles microalgales de HUFA n-3. Son interesantes los métodos de producción microalgal costo efectivos que ligado al aumento de alguno de los componentes bioquímicos de la microalga muestran un aumento de la productividad de biomasa algal, éste es el caso del aumento de proteína en las microalgas que implica aumentar la fuente nitrogenada del medio de cultivo con el consiguiente aumento de la tasa de crecimiento del cultivo microalgal. El aumento del nitrógeno en el medio de cultivo de las microalgas permite elevar casi en un 50% el contenido normal de proteínas de las células (Uriarte & Farías, 1999).

Los sustitutos de microalgas para filtradores como los pectínidos han pasado por un amplio abanico de posibilidades en la literatura. Así se han propuesto pasta de algas conservadas, algas secas y cultivos heterotróficos de microalgas para sustituir los cultivos tradicionales de microalgas, en estos casos el sustituto sigue siendo una microalga. Las levaduras se han ensayado con cierto grado de éxito en almejas pero no son adecuadas para pectínidos, entre otras razones por su baja calidad nutricional y su alta tasa de decantamiento. Una posibilidad de dieta balanceada la han dado los microencapsulados que en más de una década de desarrollo no han logrado salir de su fase experimental, aún cuando pueden ser el sustituto más completo para una microalga. El desarrollo de emulsiones lipídicas ha dado buenos resultados para el nivel experimental tanto para mejorar los acondicionamientos reproductivos como para alimentar larvas y postlarvas, ya que en éstas últimas puede sustituir en fase larvaria y postlarvaria hasta el 40% de las microalgas. Sin embargo, estas partículas han tenido diferentes grados de éxito en mejorar el crecimiento y la sobrevivencia.

REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS

Los requerimientos nutritivos de los pectínidos en las fases de acondicionamiento reproductivo están determinados por los niveles de lípidos y proteínas de las dietas utilizadas. De acuerdo a Martínez *et al.* (2000), el tiempo de madurez para *Argopecten purpuratus* se reduce significativamente respecto a la dieta microalgal tradicional si lo que se utiliza es 70% microalgas normales más 30% de lípidos en emulsiones enriquecidas en EPA y DHA. También, el contenido proteico de la dieta microalgal afecta el tiempo en alcanzar la madurez, la fecundidad de las hembras y el balance de energía en pectínidos (Farías & Uriarte, 2001), resultando que las dietas de alta proteína favorecen todos estos parámetros y además mejoran la calidad de las larvas (Uriarte *et al.*, 2002b).

Partiendo de la premisa que la utilización de la proteína del alimento es más eficiente cuando la proteína contiene los aminoácidos esenciales en la proporción en que se forma el

tejido, Webb & Chu (1983), dedujeron que el bajo valor nutricional de microalgas como *Phaeodactylum tricornutum* para mitilidos se debe entre otros al bajo nivel de adecuación de los perfiles de aminoácidos de esta especie microalgal que no contienen triptófano. Para las microalgas tradicionalmente consideradas de alto valor nutritivo, Brown (1991) no encontró diferencias significativas entre sus perfiles de aminoácidos esenciales y los de las larvas de ostra en cultivo, incluso en todos los aminoácidos esenciales las microalgas superaron los valores encontrados en las larvas. Por lo tanto, las dietas microalgales utilizadas en la actualidad en hatcheries de moluscos presentan alta calidad de proteína y por lo tanto es la cantidad de la proteína la que podría ser más relevante en la dieta larvaria. En pectínidos de la especie *A. purpuratus* se ha encontrado que un aumento del contenido proteico de las microalgas manipulando el medio de cultivo aumenta significativamente el crecimiento larvario (Fariás, 2002).

De acuerdo a las respuestas obtenidas en larvas con diferentes dietas microalgales se ha observado que los pectínidos presentan una acumulación preferencial de 22:6n-3 (DHA) en los lípidos polares en relación a otros ácidos grasos como el 20:5n-3 (EPA) (Delaunay *et al.*, 1993). Las larvas de pectínidos presentan los mayores crecimientos y sobrevivencias a los mayores valores de DHA/EPA junto con bajos valores de EPA/HUFA, indicando que el EPA es menos importante probablemente porque las larvas pueden obtenerlos por desaturación a partir de 18:3n-3 (Fariás *et al.*, 2002). Utilizando emulsiones lipídicas enriquecidas en EPA o DHA se ha observado que éstas pueden sustituir hasta en un 40% la dieta microalgal sin perjuicio de la sobrevivencia y crecimiento de las larvas de pectínidos (Uriarte *et al.*, 2002b).

Los carbohidratos no son importantes en la dieta como determinantes de la calidad del alimento larvario en moluscos (Webb & Chu, 1983), sin embargo Whyte *et al.* (1989) encontraron que los carbohidratos dietarios aumentan significativamente la condición nutricional de las larvas del pectínido *Patinopecten yessoensis*, sugiriendo un rol importante de los carbohidratos en el balanceo de nutrientes para síntesis de tejido probablemente porque inducen un ahorro de la proteína y de ácidos grasos.

El aumento de la proteína microalgal favorece un mejor crecimiento de los juveniles de pectínidos, entre otras razones se debe a un aumento de la eficiencia de absorción que se correlaciona con el aumento de la proteína microalgal (Uriarte & Fariás, 1995). Se ha indicado que para las postlarvas o juveniles de ostras son esenciales el EPA y el DHA, su deficiencia causa un retardo del crecimiento (Chu & Webb, 1984). En la fase postlarvaria las emulsiones de lípidos enriquecidas en EPA y DHA pueden sustituir eficientemente hasta un 20% de la dieta microalgal aunque el aumento de la tasa de crecimiento no es significativo (Uriarte *et al.*, 2002b). De acuerdo a Enright *et al.* (1986) si se proveen los niveles adecuados de proteína y ácidos grasos esenciales a los juveniles de bivalvos podría mejorar el crecimiento si se aumentan los niveles de carbohidratos de la dieta microalgal, lo que se logra cultivando las microalgas con medios deficientes en nitrógeno.

La vitamina C encontrada en la mayoría de las microalgas podría suplir con suficiencia los requerimientos de larvas, juveniles o adultos de pectínidos, porque los valores promedios

entre especies utilizadas para cultivos de moluscos varía entre 0.11% y 1.62% del peso seco y se sabe que en peces y crustáceos estos requerimientos alcanzan hasta 0.02% de la dieta. Además, la vitamina C de las microalgas es incorporada con alta eficiencia por los filtradores (Brown & Miller, 1992). Por lo tanto, en pectínidos en general aunque no se han realizado estudios para determinar tales requerimientos, podría estarse seguro de cumplir los requerimientos de vitamina C a la mitad de la ración común de microalga. Para la riboflavina tampoco existen estudios de requerimientos en moluscos, aunque en peces y crustáceos se ha encontrado valores tan altos de requerimientos como $6 \mu\text{g g}^{-1}$ de dieta, y las microalgas utilizadas en cultivos de moluscos alcanzan por lo general valores superiores a $20 \mu\text{g g}^{-1}$, siendo *Chaetoceros gracilis* una de las especies con mayor contenido de esta vitamina (Brown & Farmer, 1994).

REFERENCIAS

- Brown, M.R., 1991. The amino-acid and sugar composition of 16 species of microalgae used in mariculture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 145: 79-99.
- Brown, M.R., Farmer, C.L., 1994. Riboflavin content of six species of microalgae used in mariculture. *J. Appl. Phycol.* 6: 61-65.
- Brown, M.R., Miller, K.A., 1992. The ascorbic acid content of eleven species of microalgae used in mariculture. *J. Appl. Phycol.* 4: 205-215.
- Coutteau, P., Sorgeloos, P., 1992. The use of algal substitutes and the requirement for live algae in the hatchery and nursery rearing of bivalve molluscs: an international survey. *J. Shellfish Res.* 11: 467-476.
- Chu, F.E., Webb, K.L., 1984. Polyunsaturated fatty acids and neutral lipids in developing larvae of the oyster, *Crassostrea virginica*. *Lipids* 19: 815-820.
- Delaunay, F., Marty, Y., Moal, J., Samain, J.-F., 1993. The effect of monospecific algal diets on growth and fatty acid composition of *Pecten maximus* (L.) larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 173: 163-179.
- Enright, C. T., Newkirk, G. F., Craigie, J. S., Castell, J. D., 1986. Growth of juvenile *Ostrea edulis* L. fed *Chaetoceros gracilis* Schütt of varied chemical composition. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 96: 15-26.
- Farías, A., 2002. Capítulo 5: Nutrición en Moluscos Pectínidos. *En: Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura*. A.N. Maeda-Martínez (Ed.), pp:89-104.
- Farías, A., Uriarte, I., 2001. Effect of microalgae protein on the gonad development and physiological parameters for the scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). *J. Shellfish Res.* 20: 97-105.
- Farías, A., Bell, J. G., Uriarte, I., Henderson, R.J., Sargent, J. R., 2002. Polyunsaturated fatty acids in total lipids and phospholipids of Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (L.) larvae: effects of diet and temperature. (en preparación).
- Martínez, G., Aguilera, C., Mettifogo, L., 2000. Interactive effects of diet and temperature on reproductive conditioning of *Argopecten purpuratus* broodstock. *Aquaculture* 183: 149-159.
- Uriarte, I., Farías, A., 1995. Effect of broodstock origin and postlarval diet on postlarval performance of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus*. Pp: 69-72. *En: P.Lavens y I. Roelants (eds.). Larvi'95- Fish and Shellfish Larviculture Symposium*. European Aquaculture Society, Special Publication 24, Gent, Belgium.
- Uriarte, I., Farías, A., 1999. The effect of dietary protein on growth and biochemical composition of Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (L.) postlarvae and spat. *Aquaculture* 180: 119-127.
- Uriarte, I., Rupp, G., Abarca, A., 2002a. Capítulo 8: Producción de juveniles de pectínidos iberoamericanos bajo condiciones controladas. *En: Los Moluscos Pectínidos de Ibero América: Ciencia y Acuicultura*. A.N. Maeda-Martínez (Ed.), Editorial Limusa, pp: 147-172.
- Uriarte, I., Farías, A., Hernández, J., Schäfer, C., Navarro, J., 2002b. Larval and postlarval quality in bivalve production. *En: Taller Internacional de Larvicultura de Invertebrados Marinos: Estado del Arte y sus proyecciones*. Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, pp: 35-37.

- Webb, K. L., Chu, F. E., 1983. Phytoplankton as a food source for bivalve larvae. En: "Proceedings of the second international Conference on Aquaculture Nutrition and physiological approaches to shellfish nutrition", Oct 27-29, 1981. Pruder, G.D., Langdom C.J., y D. E. Conklin (eds.), Louisiana State Univ.
- Whyte, J. N. C., Bourne, N., Hodgson, C. A., 1989. Influence of algal diets on biochemical composition and energy reserves in *Patinopecten yessoensis* (Jay) larvae. *Aquaculture* 78: 333-347.