

D. NECESIDADES NUTRICIONALES- CRUSTACEOS: LIPIDOS Y CARBOHIDRATOS

Quim. María Francisca Rodríguez Marín, Instituto Tecnológico del Mar, Guaymas, Son.

## Resumen

Los crustáceos usan generalmente bien las grasas como fuente de energía. Se ha encontrado que el nivel y la composición de los lípidos corporales de penéidos varía con la proporción de lípidos en la dieta, con el ciclo de muda, con el metabolismo del ovario y con la estación. Los principales órganos de almacenamiento de triglicéridos son el ovario y el hepatopáncreas, mientras que el músculo contiene principalmente colesterol y fosfolípidos. Los ácidos grasos predominantes son los polinsaturados omega (w-3) los menos frecuentes son los de las familias de linoléico (w-6) y linolénico (18:3 w-3), lo que sugiere que son esenciales. Los requerimientos de ácidos grasos esenciales varían con la especie. Se ha observado, para diferentes especies de camarón, que un contenido mayor de 15 % de lípidos en la dieta produce un retardo de crecimiento. Estudios con *P. stylirostris* sugieren que más que la cantidad, la calidad de las grasas debe variar en las dietas para los diferentes estadios. Los crustáceos son incapaces de sintetizar esteroides y ya que éstos están relacionados con los principales ciclos vitales, su presencia se hace indispensable en la dieta. Se ha encontrado, para varias especies de camarón, que una concentración de 0.05% de esteroides en la dieta promueve el crecimiento y una mayor de 5% lo retarda. Normalmente para dietas de engorda no es necesaria la suplementación de esteroides, ya que la mezcla de ingredientes puede cubrir el requerimiento.

Se ha demostrado fuerte actividad de carbohidrasas en los crustáceos. Amilasas, maltasa, sacarasa, quitinasa y en algunos casos celulasa, se encuentran presentes en los jugos digestivos de los decápodos. Lo anterior sugiere que los carbohidratos son bien aprovechados por el camarón. Los carbohidratos pueden usarse como fuente de energía, como reserva de glucógeno, en la síntesis de quitina, y en la formación de esteroides y de ácidos grasos. Se ha determinado en penéidos que la glucosa obtenida de digestión de polisacáridos es más rápidamente asimilada que la glucosa pura. Por otra parte, diferentes niveles de carbohidratos en la dieta pueden afectar la composición química del cuerpo del animal. El almidón de diversas procedencias puede ser útil en la dieta por sus cualidades ligadoras.

I. REQUERIMIENTOS DE LIPIDOS EN CRUSTACEOS1. LIPIDOS

En general, los requerimientos de lípidos para los organismos acuáticos dependen de sus hábitos alimenticios y de la posición que ocupan en la cadena alimenticia, así como de la naturaleza química y física del ambiente que habitan. Los peces de aguas frías, por ejemplo, tienen un requerimiento mayor de ácidos grasos esenciales (AGE) que los de aguas cálidas. Los peces carnívoros, a su vez, necesitan más AGE que los herbívoros porque poseen menos habilidad de interconversión (elongación de cadena, formación de dobles enlaces). Algunas especies definitivamente no son capaces de llevar a cabo ciertos tipos de interconversión. En este sentido existe una similitud con los invertebrados, y por lo tanto, con los crustáceos (Cowey y Tacon, 1981).

Los lípidos tienen importancia en la biología de los crustáceos no solamente como fuentes de energía, sino también como elementos estructurales; juegan también un papel muy importante en los procesos de maduración sexual y de muda.

2. ACIDOS GRASOS

Como es conocido, los ácidos grasos son los principales componentes de la mayoría de los lípidos. La composición de ácidos grasos en los crustáceos se ve afectada por muchos factores. La diferencia entre las especies puede ser originada por factores genéticos, ambientales y dietéticos, entre otros. Mientras que la mayoría de los ácidos grasos existentes en los crustáceos pueden ser sintetizados *de novo* a partir de acetatos, los ácidos linolénico (18:3 w3), linoléico (18:2 w6), eicosapentaenoico (20:5 w3) y docosahexaenoico (22:6 w3), no pueden ser sintetizados y por tal razón se consideran esenciales.

Algunas especies poseen también la habilidad de aumentar el número de carbonos de la cadena, así como las insaturaciones de los ácidos grasos. La existencia de esta habilidad en las especies cultivables determina también sus requerimientos nutricionales (Kanazawa *et al.*, 1979). Factores como la salinidad pueden afectar el perfil de ácidos grasos de las especies, así los crustáceos marinos tienden a presentar altos niveles de los ácidos grasos de la serie del linolénico y de los ácidos grasos poliinsaturados de 20 y 22 carbonos; mientras que las especies de agua dulce generalmente muestran un contenido mayor de la serie del linoléico (Castell, 1981). Dentro de la misma especie, el patrón de ácidos grasos puede variar dependiendo del tipo de lípidos que conformen o al tipo de órgano al que pertenezcan. Los ácidos grasos de los triglicéridos varían con el tipo de dieta mientras que los fosfolípidos y constituyentes de las membranas tienden a ser más estables. Las gónadas normalmente poseen mayor cantidad de ácido eicosatrienoico posiblemente asociado a la síntesis de prostaglandinas (Castell, 1981).

Las dietas para las diferentes especies de camarón varían en

su contenido de lípidos en un rango de 3 - 7 % y en todos los casos se ha observado que un contenido mayor del 15 % produce un retardo en el crecimiento. Estudios con Penaeus stylirostris sugieren que más que la cantidad, la calidad de los lípidos debe variar en las dietas para los diferentes estadios. Para esta misma especie Fenucci et al (1981) reporta la proporción de 1.18 : 1 de ácido linoléico a linolénico como la óptima en una dieta conteniendo 14.5 % de linoléico.

Los requerimientos de ácidos grasos pueden ser extremadamente claves en ciertos estadios, por ejemplo, los larvarios. Los alimentos vivos más usados en estos estadios, rotíferos (Brachionus plicatilis) o Artemia sp. no siempre poseen este perfil de ácidos grasos, por lo que se recomienda modificar su patrón antes de ser ofrecidos como alimento a las larvas.

Las harinas de camarón, pescado y calamar usadas en las dietas para penéidos aportan cantidades considerables de los ácidos grasos esenciales, sobre todo los de la serie del linolénico: harinas de origen vegetal como harina de soya, el aceite de la misma proporcionan a la dieta ácidos grasos de la serie del linoléico. El aceite de pescado de diferentes procedencias aporta principalmente ácidos poliinsaturados de más de 20 carbonos. Es importante recordar el uso de antioxidantes.

### 3. FOSFOLÍPIDOS

La adición de 1% de fosfolípidos al alimento larvario de Penaeus japonicus incrementó notablemente el crecimiento y la sobrevivencia de las larvas (Teshima y Kanazawa, 1980). El mismo efecto se observó en postlarvas de Penaeus stylirostris con una dieta enriquecida con 1.1 % de fosfolípidos. Estudios metabólicos realizados en este sentido indican que los fosfolípidos actúan como acarreadores de los lípidos dietéticos y, dada su baja capacidad biosintética, se proponen como elementos esenciales en la dieta del camarón (Teshima y Kanazawa, 1980). La lecitina de soya se ha probado con buenos resultados, así como la lecitina de huevos (pollo, peces) y la fosfatidiletanolamina de cerebro de bovinos.

### 4. COLESTEROL

Los crustáceos, al igual que los insectos, y a diferencia de otros animales, son incapaces de sintetizar esteroides, y ya que éstos están relacionados con los principales ciclos vitales, son indispensables en la dieta. El colesterol es convertido en hormonas sexuales, hormonas que controlan la muda y se utiliza también como constituyente de la hipodermis. Kanazawa et al (1971) reporta 0.5 % de colesterol como óptimo para larvas y juveniles de P. japonicus. Se obtuvieron resultados semejantes para P. stylirostris. Para esta misma especie se obtuvo maduración sexual de hembras alimentadas con una dieta totalmente artificial enriquecida con 1 % de colesterol en sustitución del complemento de calamar (Rodríguez-Marín et al, 1988).

### 5. BIBLIOGRAFIA

- \* Castell, J. 19812. FATTY ACID METABOLISM IN CRUSTACEANS. Proceedings of the 2nd Intl. Conference on Aquaculture Nutrition, Rehoboth Beach, Delaware 1:124-145.
- \* Cowey, C. and Tacon, G.J. 1981. FISH NUTRITION - RELEVANCE TO INVERTEBRATES. Proceedings of the 2nd Intl. Conference on Aquaculture Nutrition, Rehoboth Beach, Delaware 1:13-30.
- \* Fenucci, J.L., Lawrence, A.L. y Zein-Eldin, Z.P. 1981. THE EFFECTS OF FATTY ACID AND SHRIMP MEAL COMPOSITION OF PREPARED DIETS ON GROWTH OF JUVENILE SHRIMP Penaeus stylirostris. J.-World Mariculture Society 12(1):315-324.
- \* Kanazawa, A. y Teshima, S. 1971. IN VIVO CONVERSION OF CHOLESTEROL TO STEROID HORMONES IN THE SPINY LOBSTER Panulirus japonica. Bulletin of the Japanese Soc. of Scientific Fisheries 37: 891-898.
- \* Kanazawa, A., Teshima, S. y Ono, K. 1979. RELATIONSHIP BETWEEN ESSENTIAL FATTY ACID REQUIREMENT OF AQUATIC ANIMALS AND THE CAPACITY OF BIOCONVERSION OF LINOLENIC ACID TO HIGHLY UNSATURATED FATTY ACIDS. Comparative Biochemistry and Physiology 63B:292-298.
- \* Rodríguez Marín, M.F. 1988. Datos no publicados.
- \* Teshima, S. y Kanazawa, A. 1980. TRANSPORT OF DIETARY LIPIDS AND ROLE OF SERUM LIPOPROTEINS IN THE PRAWN. Bull. Jap. Soc. - Scient. Fisheries 46:51-55.

### II.- REQUERIMIENTOS DE CARBOHIDRATOS EN CRUSTACEOS

Los carbohidratos son utilizados por los crustáceos como fuente de energía y principalmente en la síntesis del hexoesqueleto durante la muda. Se ha demostrado fuerte actividad de  $\alpha$ - y  $\beta$ -amilasas, maltasa, sacarasa, quitinasa y en algunos casos, celulasa en los jugos digestivos de decápodos (Vohk, 1960).

Los disacáridos como la sacarosa, maltosa y trehalosa, y los polisacáridos como la dextrina, el almidón y el glicógeno tienen un valor nutritivo superior al de los monosacáridos. De hecho, la adición de 10 % de glucosa a la dieta inhibe el crecimiento de Penaeus japonicus (Abdel-Rham et al, 1979). Forster y Gabbot (1971) determinaron la eficiencia de asimilación de una serie de carbohidratos en Palaemon serratus y encontraron más eficientes a los polisacáridos como el almidón de trigo y el glicógeno de ostión. La quitina, el componente principal del hexoesqueleto, se sintetiza a partir de glucosa vía glucosamina; la suplementación de 0.52 % de glucosamina en la dieta de P. japonicus aumentó el crecimiento, sin embargo, la inclusión de quitina como tal tiene efectos inhibitorios (Kitabayashi et al, 1971).

El metabolismo de carbohidratos en crustáceos ha recibido poca atención y mientras algunos autores aseguran que los ingredientes con alto contenido de fibra cruda son poco asimilables dada la baja actividad de celulasa, otros como Fair et al (1980) reportan

que la inclusión de fibra celulósica en la dieta en un nivel por encima del 20 % promueve el crecimiento y aumenta la asimilación de nitrógeno en Macrobrachium rosenbergii.

En las dietas prácticas, los carbohidratos son aportados por harinas de origen vegetal como trigo, maíz y sorgo, cuyo contenido de almidón puede ser utilizado también por sus cualidades ligadoras.

#### BIBLIOGRAFIA

- \* Abdel-Rahman, S.H., Kanazawa, A. y Teshima, S. 1979. EFFECTS OF DIETARY CARBOHYDRATE ON THE GROWTH AND THE LEVELS OF THE HEPATOPANCREATIC GLYCOGEN AND SERUM GLUCOSE OF PRAWN. Bull.Jap. Soc.Scient.Fisheries 45:1491-1494.
- \* Fair, P.H., Fortner, A.R., Millikin, M.R. y Sick, L.V. 1980. EFFECTS OF DIETARY FIBER ON GROWTH, ASSIMILATION AND CELLULOSE ACTIVITY OF THE PRAWN Macrobrachium rosenbergii. Proc.M.W.Soc. 11:359-381.
- \* Forster, J.R. y Gabbot 1971. THE ASSIMILATION OF NUTRIENTS OF COMPOUNDED DIETS BY THE PRAWNS Palaemon serratus AND Pandalus platyceros. J.Mar.Biol.Ass.J.K. 51:943-961.
- \* Kitabayashi, K. Kurata, H., Shudo, K. y Ishikawa, S. 1971. STUDIES ON THE FORMULA FEED FOR KURUMA PRAWN. I. ON THE RELATIONSHIP AMONG GLUCOSAMINE, PHOSPHORUS AND CALCIUM. Bull.Tokai Regional Fisheries Res.Lab. 65:91-107.
- \* Vonk, H.J. 1960. DIGESTION AND METABOLISM. En 'Physiology of Crustacea.', T.H. Waterman (Editor), Voli Academic Press, pp. 291-316.

#### DISCUSION

1. **Pregunta:** Biól. Carlos Escalera I.P.N., Michoacán.

La maestra Rodríguez menciona que agregando el 1.1% de los fosfolípidos a las dietas puede incrementar la sobrevivencia de los peces. Me gustaría preguntarle. ¿En qué proporción se incrementa, y si esto lo hace en un medio natural o en un medio controlado? Porque la relación de sobrevivencia tiene otros factores que intervienen en esas proporciones.

**Respuesta:** M.C. Ma.Francisca Rodríguez.

Los resultados que yo estaba mencionando es en los crustáceos y mencionaba que 1.1% de los fosfolípidos adicionado en la dieta, aparte del contenido de fosfolípidos que viene naturalmente en los ingredientes de la dieta, o sea 1.1% como tal es 1% de lecitina de soya, y 0.1% de colina que fue lo que usamos y encontramos una mayor respuesta de crecimiento y sobrevivencia con respecto a dietas que no tenían esta adición de fosfolípidos. Nuestro resultado concuerda con lo que obtuvieron los japoneses para P.japonicus. Ellos reportan 1% de fosfolípidos y también usan lecitina de soya o lecitina de huevo de gallina. El experimento lo llevamos a cabo bajo condiciones de ambiente controlado.

2. **Pregunta:** M.C. Ma.Guadalupe Alanis G. FCB, UANL.

¿Respecto al requerimiento de carbohidratos, no hay nada establecido en cuanto a requerimiento en peces?

**Respuesta:** M.C. Ma.Francisca Rodríguez.

Lo que se indica es que no se deben revasar ciertos límites. Me parece que para el bagre es al rededor del 30% pero, como les comentaba, hay cierto límite en el cual es benéfico porque evita el gasto de proteína, pero al rebasarlo, en lugar de aumentar la tasa de crecimiento ya sea porque el hígado empieza a almacenarlo en forma de glicógeno o en forma grasa, entonces varía un poco. También pensamos que la temperatura tiene mucho que ver en las condiciones en que se esté dando el alimento.

3. **Comentario:** M.C. Ma.Guadalupe Alanis.

Nada más quisiera reforzar una de las conclusiones con respecto a que entonces sería muy importante que se implementaran estudios pendientes a identificar el tipo de requerimientos para distintas especies de peces, en cuanto a carbohidratos y calorías en general en distintas condiciones climáticas y de temperatura. Generalmente se tiende a darle importancia a los requerimientos de proteínas; se amplian mucho los estudios en cuanto a proteínas y se descuidan un tanto los estudios sobre carbohidratos y a veces también sobredos. Yo indicaría que se considerara como punto importante en las conclusiones.