

# Alimento vivo y su importancia en acuicultura

Martha Janeth Prieto Guevara

Departamento de Ciencias Acuícolas - Universidad de Córdoba  
E-mail: [mjprieto@sinu.unicordoba.edu.co](mailto:mjprieto@sinu.unicordoba.edu.co)

## Introducción

Alimento vivo en acuicultura describe el grupo de organismos planctónicos que constituyen la base en la alimentación de los estadios larvarios de los crustáceos, las postlarvas de peces y las diferentes fases en el desarrollo de los moluscos. Entre el zooplancton se destacan organismos tales como los cladóceros, copépodos, el anostraco artemia y los rotíferos; entre el fitoplancton se destacan variados grupos de microalgas, principalmente diatomeas y clorofitas.

Dado el interés que existe por la Acuicultura, principalmente dirigido a las especies de importancia comercial de peces, moluscos y crustáceos en condiciones controladas para la producción y alta supervivencia de semillas en sistemas de cultivo semi-intensivo e intensivo, se hace necesario conocer las diferentes alternativas de producción de alimento vivo a gran escala, ya que es difícil sustituir el alimento natural. Las dietas artificiales generalmente provocan altas mortalidades por deficiencias nutricionales cuando no están balanceadas y no resuelven el problema que es la demanda constante de alimento vivo. Una alternativa a esta situación se fundamenta en el conocimiento, optimización y automatización de los sistemas de cultivo de fitoplancton y zooplancton, para llevarlos a niveles masivos de producción semi-continua o continua.

## Importancia del plancton en los procesos acuícolas

El plancton constituye un renglón básico en el desarrollo de la acuicultura, es un grupo muy importante y de gran definición en cuanto a las características y fertilidad del ambiente acuático. La presencia de estos organismos en el agua determina la calidad de la misma y establece una relación directa para el buen desarrollo de las especies en cultivo. El alimento vivo (fitoplancton y zooplancton) es esencial durante el desarrollo larvario de peces, crustáceos y moluscos convirtiéndose así en factor importante para el desarrollo de la actividad acuícola. En las últimas décadas se ha tratado de sustituir los alimentos vivos por dietas micro encapsuladas con resultados poco alentadores para la mayoría de las especies; así mismo se ha tratado de implementar técnicas que permitan el almacenamiento mediante congelación o liofilización por tiempo indefinido de estos alimentos y en términos generales resultan incosteables y no resuelve el problema real que es la demanda constante de alimento vivo.

Una solución a esta situación se fundamenta en el conocimiento, optimización y automatización de los sistemas de cultivo de fitoplancton y zooplancton para llevarlos a niveles masivos de producción semi-continua o continua que suplan los requerimientos de calidad y cantidad. La producción del plancton con fines acuícolas se logra optimizar en cultivo conociendo la concentración adecuada de nutrientes que los organismos del plancton requieren, buscando una coordinación entre el crecimiento poblacional de los mismos y la utilización de estos nutrientes, estandarizando una tasa de dilución o cosecha óptima del cultivo que se realiza a intervalos periódicos con la finalidad de lograr una alta producción y el sostenimiento de la misma a largo plazo.

La composición bioquímica del fitoplancton y zooplancton para organismos acuáticos es importante, siendo considerado el alimento que contiene la mayoría de las sustancias nutritivas y que sirve como base para las dietas experimentales. Principalmente, el valor nutritivo se basa en el contenido de aminoácidos y ácidos grasos esenciales, entre otros elementos que favorecen el crecimiento y la sobrevivencia de larvas y postlarvas (Lavens & Sorgeloos, 1996; Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003). El plancton debido a su contenido de ácidos grasos esenciales (Coutteau & Sorgeloos, 1997; McKinnon A. D. et al., 2003), es una buena opción para la nutrición de las larvas y postlarvas, en general los alimentos naturales presentan altos niveles de proteína de excelente calidad (Sipaúba-Tavares, 2003; Carvalho et al., 2003), siendo fuente importante de vitaminas y minerales (Kubitza, 1998). El plancton posee enzimas necesarias para el crecimiento y sobrevivencia de las postlarvas (Lavens & Sorgeloos, 1996; Zimmermann & Jost, 1998; Kolkovski, 2001; Sipaúba-Tavares, 2003). El movimiento natural de esos organismos zooplanctónicos estimula el comportamiento predador de las larvas y en cantidad adecuada no compromete la calidad del agua (Coutteau & Sorgeloos, 1997; Lavens & Sorgeloos, 1996; Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003).

Los alimentos vivos en Acuicultura, son de gran importancia para gran número de organismos, como también insustituibles para muchos cuya alimentación esta compuesta exclusivamente de ese tipo de alimentos. Entre las razones para la administración de alimentos vivos se destaca el hecho de que posibilitan mayor variación de la dieta; estimulan el apetito contribuyendo a que mejore su estado físico, crecimiento y producción en cultivo. Los alimentos vivos mejoran la nutrición y alimentación proporcionando mayor variedad y mejor calidad de los alimentos, tornándose más nutritiva y equilibrada. Algunos animales como ciertos peces, por ejemplo, no se reproducen, si no le son ofrecidos estos alimentos, por lo menos durante algunos días antes de épocas de desove. Muchos peces y otros animales no presentan toda la vivacidad de sus colores, sino se alimentan con seres vivos; otros organismos, principalmente las crías, por ejemplo de camarones, no se desarrollan bien sino ingieren microalgas, nauplios de artemia o rotíferos. La alimentación de algunos organismos acuáticos es mucho más completa en su composición, cuando les son ofrecidos alimentos vivos. De esta manera, en algunos casos los alimentos vivos tienen gran importancia y en muchos otros casos son indispensables e

insustituibles.

### Algunos alimentos vivos de importancia acuícola

El plancton esta compuesto principalmente por plantas (microalgas), destacándose entre los diferentes grupos las diatomeas, y grandes cantidades de animales de pequeño tamaño como metazoarios (rotíferos) protozoarios, crustáceos (cladóceros), moluscos, vermes, y larvas de diferentes especies. El plancton varia, no solo en su composición en relación a los elementos animales y vegetales presentes, sino también al número de seres en un mismo volumen de agua (densidad). Lógicamente esto influye en la alimentación de los organismos que lo ingieran.

Entre las especies de fitoplancton y zooplancton más utilizadas en acuicultura se describen algunas en la Tabla 1, estas especies han sido seleccionadas basándose en su aporte nutricional, tamaño de partícula y a las facilidades que permiten su producción masiva. En general para el empleo de alimento vivo en acuicultura se hace necesario que las especies cumplan con ciertas características que permitan su uso: cuerpo blando para fácil digestión y aprensión, adecuadas calidades nutricionales acorde a la especie objeto de cultivo, alta tasa reproductiva, crecer en ausencia de otros organismos que podrían ser adversos a la especie objeto de cultivo, facilidad de preservación, adecuado tamaño, altas densidades en cultivo y en lo posible tecnología de manejo conocida. Su uso en acuicultura presenta como principales ventajas: menor grado de polución, mejor distribución, mantienen sus características por muchas horas (Zimmermann & Jost, 1998; Lavens & Sorgeloos, 1996), lo que no ocurre con alimentos artificiales. Además, el plancton presenta corto ciclo de vida, alta tasa de fertilidad y capacidad de vivir en altas densidades, características que facilitan su cultivo; su lento movimiento y coloración facilitan la captura por parte de las postlarvas, así mismo, presentan la posibilidad de ser biocapsulas al ser enriquecidos.

Tabla 1. Especies de alimento vivo de mayor uso en acuicultura.

Grupo	Especie	Organismos Alimentados
Bacillariophyceae	<i>Skeletonema costatum</i> , <i>Thalassiosira pseudonana</i> , <i>Chaetoceros</i> , <i>Phaeodactylum</i>	Camarones, crustáceos, moluscos, <i>Artemia</i>
Haptophyceae	<i>Isochrysis galbana</i> , <i>Isochrysis</i> , <i>Paulova lutheri</i>	Camarones, crustáceos, moluscos, <i>artemia</i>
Chrysophyceae	<i>Tetraselmis suecica</i> , <i>Tetraselmis chui</i> , <i>Monochysis</i>	Camarones, moluscos, <i>Artemia</i> , copépodos, rotíferos
Chlorophyceae	<i>Chlorella autotrophica</i> , <i>Chlorella</i> sp., <i>Cunaliella</i> , <i>Chlamydomonas</i> , <i>Scenedesmus</i> , <i>Nannochloris</i>	Moluscos, cladóceros, rotíferos, <i>Artemia</i>
Chryptoficeae	<i>Chroomonas</i> sp	Moluscos
Cyanophyceae	<i>Spirulina</i> sp, <i>Spirulina maxima</i>	Peces ornamentales, camarones, moluscos, <i>Artemia</i> , rotíferos
Rotifera	<i>Brachionus plicatilis</i> , <i>B. calyciflorus</i> , <i>B. rubens</i> , <i>B. urceolaris</i> , <i>B. falcatus</i>	Peces Crustáceos
Copépoda	<i>Tigropus japonicus</i> , <i>Dithona</i> , <i>Acartia</i> , <i>Centropages</i> , <i>Temora</i> , <i>Tisbe</i>	Peces Crustáceos
Branquiopoda	<i>Artemia</i>	Peces y crustáceos
Cladocera	<i>Daphnia</i> sp, <i>Moina</i> sp	Peces y crustáceos

A pesar de los esfuerzos para sustituir totalmente el alimento vivo por dietas artificiales, continúa la dependencia de la producción y empleo de zooplancton para la larvicultura de especies acuícolas; en general, el alimento artificial no supe las necesidades nutricionales o no presenta las características adecuadas para las postlarvas, constituyendo el zooplancton la mejor opción (Portella et al., 2002; Blair et al., 2003).

Entre los grupos de zooplancton más utilizados esta *artemia*, los rotíferos, cladóceros y copépodos. El valor nutricional de los rotíferos esta sujeto al alimento ofrecido; son considerados excelente alimento para larvas de peces marinos y algunos de agua dulce, gracias a su pequeño tamaño, constante movimiento en el agua, corto ciclo de vida para su cultivo (Hagiwara et al., 2001). Son considerados de alto valor nutritivo por su digestibilidad y capacidad de transferencia de nutrientes cuando son enriquecidos.

La calidad nutricional de los copépodos se caracteriza por altos niveles de proteína (44-52%) y buen perfil de aminoácidos, la composición de ácidos grasos varía considerablemente acorde a alimento usado en su cultivo (Støttrup, 2000; Lira, 2002; McKinnon et al., 2003). A pesar de presentar movimientos rápidos, por saltos y consecuentemente buen escape del predador, su nauplio es considerado excelente alimento para postlarvas de peces gracias sus movimientos mas lentos siendo fácilmente capturados por las postlarvas de peces marinos y de agua dulce (Sipaúba –Tavares & Rocha, 2003; McKinnon A.D. et al., 2003). Los copépodos son versátiles para la alimentación de las postlarvas gracias a que presentan en su desarrollo diferentes tamaños que permiten su selección acorde a las necesidades de las postlarvas.

En los cladóceros, la fuente de alimentación determina su calidad nutricional. Además de poder elevar su contenido de ácidos grasos con una adecuada dieta (Ferrão-Filho et al., 2003), presentan un espectro de enzimas importantes (proteinasas, peptidasas, amilasas, lipasas y celulasas) que sirven como exoenzimas en el intestino de las postlarvas (Tay et al., 1991; Zimmermann & Jost, 1998; Sipaúba–Tavares & Rocha, 2003).

Artemia es el alimento vivo más usado en la acuicultura. En los últimos años ha tenido papel central en el desarrollo de la piscicultura debido a su contenido de ácidos grasos (n-3 e n-6) que permite su suministro a especies de agua dulce y marina y más de 47% en contenido de proteínas (Lavens & Sorgeloos, 1998; Soergeloos et al., 2001). Además su importancia se basa en la practicidad del almacenamiento y el manejo de sus cistos. Debido a su tamaño en el estadio de nauplio es un alimento práctico para muchas larvas de peces y crustáceos en la larvicultura comercial (Han et al., 2000; Sorgeloos et al., 2001), además presenta varias enzimas proteolíticas con importante función en el tracto digestivo de las postlarvas (Merchie, 1996). Sin embargo, la disponibilidad de quistes no es predecible, porque se cosechan de grandes ecosistemas naturales y los factores que interfieren en su producción están fuera del control humano, además la artemia atraviesa actualmente por una crisis que ha ocasionado fluctuaciones de los precios dentro de amplios márgenes (Cox, Garcia & Sorgeloos, 2000).

### Producción de fitoplancton y zooplancton

El conocimiento y control de los parámetros ambientales óptimos en los cultivos de fitoplancton y zooplancton, es muy importante, ya que no solo permite la sobrevivencia y desarrollo de los organismos en cultivo, sino que además regulan la concentración y calidad de nutrientes esenciales como son las vitaminas, los aminoácidos y ácidos grasos que lo componen. Un buen uso del plancton proporciona un alimento natural de bajo costo, un incremento en biomasa y un adecuado crecimiento de las especies trabajadas. La importancia de los alimentos vivos, como partícula alimenticia con fines acuícolas, radica en el aporte de ácidos grasos y aminoácidos esenciales que puedan brindar para el desarrollo larvario de peces, crustáceos y el desarrollo larval, crecimiento y maduración en moluscos.

La producción de zooplancton es una práctica restringida a pocos organismos. Su cultivo se basa en la alimentación con diferentes especies de microalgas y levadura. Entre los rotíferos, el género más cultivado *Brachionus*; de este *Brachionus plicatilis* es la especie más cultivada en el mundo, seguida por *B. calyciflorus*, *B. rubens*, *B. urceolaris* y *B. falcatus* (Hagiwara et al., 2001). Entre los cladóceros, principalmente los *Daphnia* y *Moina*, son de gran importancia en la piscicultura. La mayoría de las especies de copépodos producidas y usadas como presa viva, son calanoides y harpacticoides, los copépodos planctónicos comúnmente encontrados en este sistema incluyen géneros como *Acartia*, *Centropages* y *Temora*, los copépodos harpacticoides también proliferan y son frecuentemente encontrados en los estómagos de las postlarvas siendo desarrolladas técnicas de cultivo en el género *Tisbe* (Nanton & Castell, 1997).

En la última década, para atender los requerimientos nutricionales de los organismos acuáticos ha sido el enriquecimiento un importante método para transferir toda clase de elementos esenciales a través de los organismos zoopláctónicos (Manaffar et al., 2003). Entre los diferentes enriquecimientos realizados se registran con vitamina C y vitamina E (Merchie et al., 1996; Kolkovski et al., 2000), probióticos (Gomez-Gil et al., 2000), antibióticos, fosfolípidios (Coutteau et al., 1997) y ácidos grasos (Coutteau & Sorgeloos, 1997; Koven et al., 2001; Manaffar et al., 2003). El enriquecimiento en ácidos grasos puede ser realizado con emulsiones con altos niveles de fosfolípidos conteniendo ácidos grasos poliinsaturados especialmente PUFA, ácido eicosapentanoico (EPA, 20:5 n-3) y docosahexanoico (DHA, 22:6 n-3). La necesidad de ácidos grasos esenciales para la construcción y renovación de membranas es especialmente elevada durante el rápido crecimiento en los estadios de larvas y postlarvas de los peces que pueden exceder la capacidad de síntesis endógena. Por eso para atender esos requerimientos, son ofrecidos alimentos enriquecidos con ácidos esenciales, aumentando la tasa de crecimiento, la sobrevivencia y la resistencia al estrés.

Entre las vitaminas estudiadas, las vitaminas A, D, E y C se destacan por estar íntimamente asociadas al desempeño del sistema inmunológico (Brake, 1997). La vitamina C recibe mayor atención por no ser sintetizada por la mayoría de las especies (Jauncey et al., 1985). Por su modo de acción esta involucrada en varias funciones fisiológicas inclusive el crecimiento, desarrollo, reproducción, cicatrización, respuesta al estrés entre otros procesos, gracias a ser un buen agente reductor. Los derivados de ácido ascórbico formados por ésteres de fosfatos, el ascorbil monofosfato (AMP) y ascorbil polifosfato (AP) son los mas usados como fuente de vitamina C debido a su mayor estabilidad (Andersen et al., 1998).