

UN MENÚ DIVERSO Y NUTRITIVO EN LA DIETA DE PECES: "EL ALIMENTO VIVO"

A DIVERSE AND NUTRITIONAL MENU IN FISH DIETS: "LIVE FEED"

Luna-Figueroa, J.*; Arce Uribe, E.

Laboratorio de Acuicultura, Departamento de Hidrobiología, Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Unidad Profesional "Los Belenes", Av. Río Mayo 41, Colonia Vista Hermosa, C.P. 62230, Cuernavaca, Morelos, México.

*Autor de correspondencia: jluna@uaem.mx

RESUMEN

En acuicultura, el alimento vivo son todos aquellos organismos tanto acuáticos como terrestres de origen animal o vegetal que presentan características, tales como cuerpo blando, tamaño adecuado, movimiento, alta disponibilidad, gran abundancia, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto, alto valor nutritivo y fácil digestión. Se describen los beneficios y cualidades del alimento vivo en el cultivo de peces, como parte fundamental de la alimentación, dado que induce el comportamiento cazador de los peces. Las enzimas presentes en el alimento vivo, contribuyen a la digestión y optimizan la asimilación de los nutrientes. El alimento vivo es recomendable para ser utilizado en las etapas críticas del proceso de producción de peces y en la etapa de reproducción, en donde acelera la frecuencia de desove, incrementa el número de huevos producidos y aumenta la disponibilidad larvas. Los beneficios que justifican el empleo del alimento vivo en el cultivo de organismos acuáticos, son sus bajos efectos negativos sobre la calidad del agua y el estímulo conductual predatorio que provoca en la larva de pez por su movilidad natural.

Palabras clave: alimento, nutrición, peces, cultivo.

ABSTRACT

In aquaculture, live feed includes all organisms both aquatic and terrestrial of animal or plant origin that present characteristics such as soft body, adequate size, movement, high availability, great abundance, high cultivation densities, short life cycle, high nutritional value, and easy digestion. The benefits and qualities of the live feed in fish farming are described, as fundamental part of the diet, given that it induces the hunting behavior of fish. The enzymes present in life feed, contribute to the digestion and optimize the assimilation of nutrients. The live feed is advisable to be used in the critical stages of the fish production process and in the reproduction stage, where it accelerates the frequency of spawning, increases the number of eggs produced, and increases the availability of larvae. The benefits that justify the use of live feed in the cultivation of aquatic organisms are its low negative effects on the water quality and the predatory behavioral stimulus that it promotes in the fish larvae due to its natural mobility.

Keywords: feed, nutrition, fish, farming.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 9, septiembre. 2017. pp: 112-116.

Recibido: febrero, 2017. **Aceptado:** julio, 2017.

INTRODUCCIÓN

El alimento vivo constituye un menú altamente nutritivo para los peces, el cual, es definido como aquellos organismos acuáticos o terrestres tanto de origen animal como vegetal, que conjuntan características, tales como, ser de cuerpo blando, tamaño adecuado en relación a la boca del consumidor, movimiento, alta disponibilidad, gran abundancia, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto, alto valor nutritivo y fácil digestión (Luna-Figueroa, 2009). La tecnología asociada con la producción de alimento vivo está avanzando rápidamente, generando un impacto positivo sobre la crianza larval de peces, siendo esta etapa de desarrollo, un frecuente “cuello de botella” para la comercialización de nuevas especies en la acuicultura. Un aspecto determinante en el éxito del cultivo de peces es la alimentación en condiciones de cautiverio. La nutrición, entendida como el conjunto de procesos relacionados con la alimentación, engloba las etapas de búsqueda y detección de alimento, manipulación y toma alimentaria, digestión y absorción, metabolismo de los nutrientes, excreción y eliminación de desechos (Guillaume *et al.*, 2014). Dentro del área productiva de la acuicultura, conocida como cultivo de alimento vivo, existe una diversidad de organismos que reúnen las características apropiadas para utilizarse en la alimentación de peces, por ejemplo: *Artemia* (*Artemia franciscana*), micro-gusano (*Panagrellus redivivus*), pulga de agua (*Daphnia pulex* y *Moina wierzejski*), gusano de fango (*Tubifex tubifex*), lombriz de tierra (*Eisenia foetida*), gusano blanco (*Enchytraeus albidus*), gusano de sangre (*Chironomus tentas*), microalgas (*Chlorella minutissima*, *C. regularis*), gusano de harina (*Tenebrio molitor*) y pre-adultos de mosquito (*Culex pipiens* y *C. stigmatosoma*) (Luna-Figueroa, 2002; 2013). Durante el desarrollo de los peces, existen fases particularmente críticas y determinantes para la supervivencia de los organismos, una de estas fases es la larvaria, la cual, se inicia al momento de la eclosión, donde el pez depende nutricionalmente de las reservas presentes en el saco vitelino. La finalización de la nutrición a expensas del vitelo y el inicio de la alimentación exógena son cruciales para el desarrollo de estos organismos. En este punto, se considera que finaliza la etapa de larva y se inicia la etapa de post larva, que culmina al iniciar la etapa de alevín (Rivera y Botero, 2009). A pesar del notable avance en la tecnología para la producción de alimentos acuícolas, el alimento vivo suministrado en estas etapas críticas del desarrollo de los organismos, garantiza mayores tasas de crecimiento y mayor éxito en términos de sobrevivencia y rendimiento en los cultivos. Ante esto, surge un interesante cuestionamiento, ¿por qué el alimento vivo es mejor que el alimento comercial? Al respecto, las principales hipótesis que se han propuesto para explicar esta situación son: 1) el consumo del alimento vivo es mejor debido a que induce el comportamiento de cazador en condiciones naturales de los peces, y estimula visual y químicamente a los organismos que lo ingieren; 2) las enzimas presentes en el alimento vivo contribuyen a la digestión cuando son consumidos por los peces; 3) existen diferencias en la asimilación entre los alimentos vivos y los comerciales, las cuales, son atribuidas a diferencias en la digestibilidad de su contenido proteínico (García, 2000). A pesar de que la nutrición es un factor de gran importancia en el desarrollo de la acuicultura, frecuentemente los alimentos comerciales no contienen los nutrientes que los peces requieren para un desarrollo óptimo, principalmente en su

primera etapa de vida, que es la crítica en que las especies presentan la mayor mortalidad (Castro-Barrera *et al.*, 2003). En este sentido, el alimento vivo no sólo es valorado por ser un nutrimento fisiológicamente valioso, sino por ser un factor conductual importante en la dieta de peces. Estos organismos, constituyen una “cápsula” nutritiva que contiene elementos básicos de una dieta balanceada, y a diferencia de los alimentos comerciales, que se disuelven en el agua al momento de suministrarse, el alimento vivo, conserva su valor nutricional hasta ser consumido por los organismos acuáticos en cultivo (Luna-Figueroa, 2009). Adicionalmente, las enzimas exógenas presentes en el alimento vivo compensan la deficiencia digestiva de las larvas de peces, ya sea digiriendo los nutrientes directamente, o activando proenzimas producidas por las larvas (Rivera y Botero, 2009).

Efectos de sustituir al alimento vivo por comercial en la nutrición de peces

Evidentemente el alimento comercial puede reemplazar al alimento vivo en el cultivo de peces. Sin embargo, el desarrollo de las larvas de peces se retarda, el crecimiento disminuye y la eficiencia en la transformación de energía y materia se reduce (Rivera y Botero, 2009). En contraparte, cuando se utiliza alimento vivo, la alta mortalidad de las larvas de peces se reduce considerablemente, y se acelera la diferenciación de estructuras morfológicas y de órganos internos. Si esta primera fase de alimentación exógena se lleva a cabo con éxito, los organismos tienen la capacidad de pasar de manera segura este periodo vulnerable de su ciclo de vida (Luna-Figueroa, 2013). Otras de las

ventajas de utilizar alimento vivo en la dieta de peces son un menor grado de contaminación del medio acuático, y mejor distribución del alimento suministrado en la columna de agua, en comparación con las dietas comerciales. Cuando se suministra alimento vivo en la dieta de los organismos en cultivo, se obtienen ejemplares con una coloración más intensa y brillante. Esto refleja su estado de condición y su fortaleza inmunológica, adicionalmente, los organismos presentan un nado más activo, desoves más numerosos, frecuentes, y mayor número de crías (Luna-Figueroa, 2013).

Función de los macronutrientes en la nutrición de peces

El alimento vivo se caracteriza por su elevado valor nutritivo, lo que potencializa su uso en la acuicultura. Los peces, obtienen de la degradación de los alimentos los componentes necesarios para fabricar sus estructuras corporales y la energía necesaria para realizar sus funciones vitales. Estos animales, requieren de macronutrientes asimilables que les permitan realizar sus funciones de mantenimiento corporal y obtener energía para destinarla al crecimiento y la reproducción (Glencross *et al.*, 2007). A continuación se menciona la función de cada uno de los macronutrientes:

Las proteínas, son las moléculas más complejas y abundantes de la célula viva. Este macronutriente constituye más de la mitad del peso de una célula expresado como peso seco (Randall *et al.*, 1998). Los aminoácidos son los componentes que le dan estructura a las proteínas, las cuales, son utilizadas eficientemente por los peces para mantenimiento, recuperación de los tejidos dañados y crecimiento (De la Higuera, 1987). No obstante de su principal función, las proteínas pueden ser metabolizadas para que los organismos obtengan energía. Un objetivo de la nutrición acuícola, es utilizarlas tanto como sea posible para crecimiento, permitiendo a los carbohidratos y lípidos proveer energía metabólica. Un alto porcentaje de la energía digerida en proteínas, es metabolizable con mayor eficiencia en peces que en animales terrestres (Lovell, 1989). El incremento de calor para el consumo de proteína es más bajo en peces que en mamíferos o aves, lo cual le confiere a la proteína, un valor de energía productiva más alta en organismos acuáticos. Lo anterior es atribuido a la manera eficiente de excreción nitrogenada en peces. Como con otros animales de granja, cantidades excesivas de proteína en la dieta en relación a la energía no proteínica suprime la tasa de crecimiento de los peces (Lovell, 1989), de allí

parte la importancia de suministrarlas en dosis adecuadas que garanticen el éxito de los cultivos. Las proteínas de origen animal son en su conjunto, más digestibles que las de origen vegetal (Muñoz, 2007).

Los lípidos, son un grupo diverso de moléculas biológicas insolubles en agua con estructuras químicas relativamente simples (Randall *et al.*, 1998). Estos macronutrientes juegan un papel importante en los procesos de producción de energía y como fuente de ácidos grasos esenciales en los alimentos acuícolas, especialmente en peces carnívoros, en los cuales la utilización de los carbohidratos como fuente de energía es muy baja. Adicionalmente, los lípidos tienen funciones estructurales porque forman parte de hormonas y vitaminas que constituyen el "vehículo" para la absorción de vitaminas liposolubles. La deficiencia de ácidos grasos ocasiona trastornos importantes como despigmentación, reducción del crecimiento, inadecuada conversión alimentaria, mortalidad elevada y aumento del contenido de agua en los músculos (Watanabe, 1987). Los lípidos proveen una fuente energéticamente alta y son vitales como componentes estructurales de las biomembranas. Adicionalmente, estos macronutrientes sirven como transporte para la absorción de otros nutrientes, incluyendo las vitaminas liposolubles A, D, E y K, y pigmentos naturales o sintéticos (Goddard, 1996). Asimismo, son fuente de esteroides esenciales y fosfolípidos. Los lípidos han sido probablemente los macronutrientes más intensamente estudiados dado que son los principales constituyentes bioquímicos de los organismos acuáticos, debido a que contienen alta concentración de un rango amplio de $n-3$ ácidos grasos poliinsaturados, los cuales, tienen implicaciones fundamentales para la nutrición de peces. Finalmente, los lípidos son indispensables en los estadios tempranos de los peces, por ser la fuente principal de energía desde la formación de la gástrula hasta la eclosión del embrión (Vetter *et al.*, 1983).

Los carbohidratos, son las sustancias que sirven de combustibles metabólicos de la mayor parte de los organismos. Estos macronutrientes, son los que revisten mayor importancia y menor costo; proveen energía para el normal desempeño fisiológico y constituyen una fuente energética de rápido uso (Muñoz, 2007). Los carbohidratos proporcionan una cantidad significativa de energía a los mamíferos, pero parece ser una fuente de energía menos útil para los peces (Stickney, 1994). Las especies de peces difieren ampliamente en su capacidad para digerir carbohidratos. La estructura química básica de

los carbohidratos consiste de unidades de azúcar que son aldehídos o cetonas derivados de alcoholes poli hídricos conteniendo carbón, hidrogeno y oxígeno (Krogdahl *et al.*, 2005). Los dos más importantes carbohidratos en la nutrición animal son el almidón y la celulosa. No han sido identificados requerimientos esenciales de carbohidratos para la nutrición de peces, aunque los carbohidratos, sintetizados de proteínas y lípidos de la dieta, realizan muchas funciones importantes. Son fuente de energía y componentes de varios compuestos biológicos, incluyendo ácidos nucleicos, secreciones mucosas, y la quitina del exoesqueleto de los crustáceos. Aunque los carbohidratos son una significativa fuente de energía y son componentes de un número de metabolitos corporales, tales como la glucosa de la sangre, nucleótidos, y glicoproteínas, no son nutrientes esenciales (Lovell, 1989).

Las vitaminas, son compuestos orgánicos esenciales en la dieta de peces y se requieren en relativamente pequeñas cantidades para el crecimiento normal, la reproducción, la salud y el buen funcionamiento en los animales acuáticos. Aunque los requerimientos son pequeños, su deficiencias pueden causar síntomas que van desde pobre apetito a severas deformidades de tejidos (Lovell, 1989). Las vitaminas, o no son sintetizadas dentro del animal, o son sintetizadas demasiado lento en relación a las necesidades del organismo. Las vitaminas liposolubles son absorbidas en el tracto digestivo en asociación con moléculas grasas y pueden ser almacenadas en reservas dentro del cuerpo; y las hidrosolubles se usan rápidamente después de la absorción o descompuestas y excretadas, dependiendo de las

necesidades del animal (Goddard, 1996).

Los minerales: los peces requieren unos 20 elementos minerales inorgánicos para mantener la salud y el crecimiento. Las funciones principales de estos elementos esenciales en el cuerpo incluyen la formación de la estructura esquelética, mantenimiento de la presión osmótica, viscosidad, difusión, y regulación del equilibrio ácido-base. Estos macronutrientes son componentes importantes de hormonas, enzimas y activadores enzimáticos. Los minerales esenciales y elementos traza están generalmente clasificados como macro o micro ingredientes, dependiendo de su concentración en el organismo. La estimación de los requerimientos minerales en organismos acuáticos es complicada por el hecho de que, a diferencia de la mayoría de los animales terrestres, los acuáticos como peces tienen la capacidad para absorber a través de las agallas y la piel algunos elementos inorgánicos obteniéndolos no solo de su alimento, sino también de su ambiente externo ya sea el agua dulce o salada (Lall, 1989).

Perspectivas de uso del alimento vivo

La información analizada permite recomendar, que el alimento vivo, por sus cualidades, se utilice en aquellas etapas críticas del proceso de producción de peces, es decir, durante las primeras semanas de vida posterior a la absorción del saco vitelino y la eclosión de los organismos. Utilizarlo en estas etapas críticas, incrementa el crecimiento y la sobrevivencia. Adicionalmente, en etapas adultas permite a los productores acelerar la frecuencia de desove, el número de huevos y

la disponibilidad larvas. Se ha observado que organismos en cultivo nutridos con alimento vivo incrementan la actividad física, presentando mayor agilidad y rapidez en el nado, mayor brillo corporal, mayor resistencia a enfermedades y longevidad. Otros beneficios que justifican el empleo del alimento vivo en el cultivo de organismos acuáticos, son sus bajos efectos negativos sobre la calidad del agua y el gran estímulo conductual predatorio que provoca en la larva de pez por su movilidad natural. Por otra parte, deficiencias nutricionales en el alimento vivo pueden ser disminuidas mediante el enriquecimiento con ácidos grasos, esenciales en los procesos de pigmentación, producción de prostaglandinas, respuesta inmunológica, desarrollo retinal, entre otras. Consecuentemente, la utilización de alimento vivo se manifiesta en el incremento de ganancias económicas, debido a que influye directamente en el buen manejo del proceso de producción en una granja piscícola.

LITERATURA CITADA

- Castro-Barrera T., De Lara-Andrade R., Castro-Mejía G., Castro-Mejía J., Malpica-Sánchez A. 2003. Alimento vivo en la acuicultura. *ContactoS*. 48: 27-33.
- De la Higuera M. 1987. Requerimientos de proteína y aminoácidos en peces. 53-98. En: Espinoza, de los M. J. y Labarta, U. 1987. *Nutrición en Acuicultura II*. CAICYT. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. Madrid. 318 pp.
- García A. 2000. Valor nutricional de los quistes de *Artemia* y su uso como fuente de proteína en dietas artificiales para larvas de peces *In*: Cruz-Suárez, L. E., Rique-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M. A. y Civera-Cerecedo, R., (Eds.). *Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. 19-22 noviembre, 2000. Mérida, Yucatán.

- Glencross B.D., Booth M., Allan G.L. 2007. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*. 13: 17-34.
- Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Chapman and Hall. New York. 194 p.
- Guillaume J., Kaushik S., Bergot P., Métailler R. 2004. *Nutrición y alimentación de peces y crustáceos*, Mundi-Prensa. Madrid. 475 p.
- Krogdahl A., Memre G. I., Mommsen T. P. 2005. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. *Aquaculture Nutrition*. 11: 103-122.
- Lall S.P. 1989. The Minerals. 219-257. *In*: Halver, J. E. 1989. *Fish Nutrition*. Academic Press, Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. New York. 798 p.
- Lovell T. 1989. *Nutrition and feeding of fish*. Van Nostrand Reinhold. New York. 260 p.
- Luna-Figueroa J. 2002. Alimento vivo: Importancia y valor nutritivo. *Ciencia y Desarrollo*. 166: 70-77.
- Luna-Figueroa J. 2009. Nematodo de vida libre *Panagrellus redivivus* (Goodey, 1945): Una alternativa para la alimentación inicial de larvas de peces y crustáceos. *Investigación y Ciencia* 45: 4-11.
- Luna-Figueroa J. 2013. Alimento vivo en la dieta de peces. Una alternativa nutritiva. *Ciencia y Desarrollo*. 39: 6-11.
- Muñoz G.E.M. 2007. Alimento vivo para peces. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*. 2: 43-63.
- Randall D., Burggren W., French K. 1988. *Fisiología animal, mecanismos y adaptaciones*. McGraw-Hill-Interamericana. Madrid. 795 p.
- Rivera C.M., Botero Z.M. 2009. Alimento vivo enriquecido con ácidos grasos para el desarrollo larvario de peces. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 22: 607-618.
- Stickney R.R. 1994. *Principles of Aquaculture*. John Wiley and Sons. Inc. New York. 502 p.
- Vetter R., Houdson R., Arnold C. 1983. Energy metabolism in a rapidly developing marinefish eggs the red drum *Sciaenops ocellata*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 40: 627-634.
- Watanabe T. 1987. Requerimientos de ácidos grasos y nutrición lipídica en los peces. 99-164. *En*: Espinoza, de los M. J. y Labarta, U. 1987. *Nutrición en Acuicultura II*. CAICYT. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. Madrid. 318 pp.

