

ALIMENTO VIVO PARA PECES

Mario Esteban Muñoz Gutiérrez, B. Sc.¹

RESUMEN

La nutrición es un aspecto relevante en la acuicultura; en ocasiones, se observa que los alimentos suministrados no contienen los nutrientes que las especies requieren para su crecimiento óptimo, principalmente en los estadios de larva, post-larva y alevino, que son los momentos más críticos en todas las especies, debido a su alta probabilidad de mortalidad.

En la acuicultura, se utilizan alimentos inertes con ingredientes nutritivos bien balanceados; pero también existe la posibilidad de alimentar a los peces con organismos vivos que

posean altos niveles en su contenido nutricional. Dentro de estos organismos, se encuentran los fitoplanctónicos (microalgas), y los zooplanctónicos como los rotíferos, pulgas de agua, copépodos y anfípodos. También existen otras especies de invertebrados como el gusano del fango (*Tubifex tubifex*), la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*), y la lombriz de tierra. Adicionalmente, se conoce que la maduración gonadal y la reproducción son mejores, si la dieta de los reproductores incluye por lo menos en parte, alimento vivo.

El objetivo de este artículo se centra en ofrecerle al lector, una revisión actualizada acer-

¹ Biólogo, Universidad Nacional de Colombia.

² Dirección para correspondencia: memunozg10@hotmail.com

ca del conocimiento de los organismos más usados como alimento vivo para peces ornamentales y su buen desempeño nutricional.

Palabras claves: Acuicultura, alimento vivo, conocimiento actual, nutrición, peces ornamentales

ABSTRACT

An important aspect in aquaculture is nutrition. It is frequently observed that the food used does not contain the nutrients that the species require for optimal growth, mainly during larva post larva and alevine which are critical for all species since the greatest mortality occurs at these stages. In aquaculture, inert foods with well balance nutrients are used, but it does exist the possibility of using live organisms capable of modify their nutritional content. Among these organisms are phytoplankton (microalgae) and the zooplankton such as the rotifers, water fleas, copepods and amphipods. In addition it does exists other species of invertebrates as mud worm (*Tubifex tubifex*), fruit fly (*Drosophila melanogaster*) and the earth worm. Additionally is know that gonadal maturation and reproduction are best if the diet of broodstock does include live food.

The goal of this paper is to offer a review about the knowledge of the most used organisms as live food for ornamental fish and their importance in nutritional performance.

Key words: aquaculture, live food, nutrition, ornamental fish, present knowledge.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas y en el ámbito mundial, se ha tenido un gran progreso en el desarrollo de cultivos de organismos utilizados como alimento vivo para los peces ornamentales. Las primeras experiencias en el escalamiento de alimento vivo se desarrollaron en Japón, donde se hicieron policultivos semi-controlados de plancton en estanques de tierra preacondicionada. Desde entonces, países europeos como España, Italia y Portugal, entre otros, comenzaron a investigar acerca de pequeños organismos marinos como es el caso de *Artemia salina* e hicieron cultivos controlados de los mismos, para empezar a adicionarlos en el alimento para peces ornamentales marinos. En el año 1978, Conklin & Provasoli enunciaron la importancia nutricional que poseen los organismos zooplanctónicos, e iniciaron una serie de estudios para establecer cuál es el rol del zooplancton en las cadenas alimenticias acuáticas, con cultivos de microalgas y rotíferos. En 1982, Tech empezó con los primeros cultivos en masa de *Daphnia* sp., (pulga de agua), aprovechando su gran resistencia a las variaciones ambientales, alta tasa reproductiva y poca selectividad como organismo filtrador, todo lo cual facilita su utilización en varias dietas. En el mismo año, otros investigadores como Nita, comenzaron a desarrollar cultivos de *Daphnia pulex*, utilizando gallinaza y fertilizantes minerales, así como también, cultivos experimentales de copépodos.

En los años noventa, biólogos marinos como Olivares & Soriano iniciaron cultivos principalmente de *Daphnia* sp., copépodos y

Artemia salina para alimentar a sus peces en el laboratorio. En época reciente, países como México, Costa Rica y Brasil han implantado técnicas intensivas de cultivo de diferentes organismos adicionales como el gusano rojo *Tubifex tubifex*.

En la actualidad, instructivos como el *Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture*, publicado por la FAO en 1996, son de gran ayuda para el desarrollo en masa de organismos para alimento vivo.

En Colombia, los estudios acerca de este tipo alimento, sus posibles variaciones nutricionales según las diferentes dietas y principalmente su escalamiento, apenas están comenzando. Se conocen pocos estudios e investigadores que hayan o estén desarrollando cultivos controlados de diferentes organismos. Por este motivo, el Laboratorio de Acuicultura de la Universidad Militar Nueva Granada, como institución promotora de investigación en el país, ha empezado a desarrollar varios estudios preliminares para la posible producción en masa, de organismos tales como *Daphnia* sp., *Moina* sp., *Alona* sp., *Tubifex tubifex*, *Drosophila melanogaster*, anfípodos y lombriz de tierra, y así tener entonces, una alternativa de alimento para los piscicultores y amantes de los peces en nuestro país.

Nutrición piscícola

Las primeras formulaciones de dietas para peces, se iniciaron hacia 1926 con ensayos realizados por Mc Cay, y E. Dilley que usaron hígado de otros animales para alimentación de especies piscícolas. Sólo hasta 1956, se

conoció la primera dieta balanceada para este grupo de animales.

Dado que existen diferencias anatómicas muy notorias en las distintas especies piscícolas, estas particularidades son de vital importancia cuando se desee establecer el tipo de alimento que se debe suministrar durante las fases de cultivo, bien sea para mantener el estado nutricional de la especie o para ser usado en actividades de producción de carne (Guillaume et al. 2004).

Fisiología y principios nutricionales

La fisiología nutricional de los peces se refiere al funcionamiento de los diferentes órganos y glándulas que intervienen durante el proceso digestivo que se inicia en la boca, desde el momento cuando el animal captura el alimento hasta cuando es evacuado en forma de fecas a través del ano. Durante este lapso, el alimento sufre una serie de modificaciones estructurales por acción de diversas enzimas que actúan de acuerdo con la composición química del mismo.

En la boca, los carbohidratos por lo general, sufren pocas modificaciones por acción de las carbohidrasas, mientras que en el estómago e intestinos, los péptidos y los lípidos son atacados por peptidasas y lipasas respectivamente. Para que el pez tome el alimento, éste debe reunir ciertos atributos como la palatabilidad y especialmente, un alto grado de atractantes presentes en el mismo. Por lo general, estos compuestos (atrayentes), son aminoácidos libres como la alanina, la glicina y la betaina que estimulan el trabajo de los órganos quimiorreceptores

que el organismo tiene distribuidos por todo el cuerpo, y son los responsables de que el pez finalmente identifique y capture el alimento (Guillaume et al. 2004).

Olaya-Nieto (1999), citando a Moyle & Cech (1982), y Lagler et al. (1984), entre otros, consideran que de acuerdo con su hábito alimenticio, los peces se clasifican en:

- **Predadores:** son aquéllos que se alimentan de presas grandes, tienen dientes bien desarrollados, estómago definido con secreciones ácidas e intestino corto comparado con el de los herbívoros del mismo tamaño.
- **Ramoneadores:** son los que toman su alimento mediante pequeños mordiscos. El ramoneo caracteriza a muchos peces que se alimentan de plancton o de organismos de fondo (bentónicos).
- **Filtradores:** son los que toman su alimento, filtrando el agua.
- **Chupadores:** son los peces que succionan el sustrato para obtener su alimento. Los peces que habitan los fondos, se alimentan por lo general, en esta forma.

La mayoría de los peces tiene una dieta predominantemente de origen animal, aunque una menor parte, puede consumir vegetales, y otra, ingerir ambas clases. Según el tipo de alimento que consumen, los peces se clasifican en: carnívoros, herbívoros, omnívoros, planctívoros y detritívoros (Wedler, 1998).

Requerimientos nutricionales de los peces

López (1992) y Barnabé (1996), consideran que los nutrientes que los peces requieren para su crecimiento, reproducción, renovación de tejidos, producción de hormonas y enzimas, y otras funciones fisiológicas, son similares a los de los animales terrestres, debido a que necesitan proteínas, minerales, vitaminas, factores de crecimiento y fuentes energéticas. Para el caso de organismos hidrobiológicos de cultivo en los cuales por lo general, escasea el alimento natural, se debe proporcionar un alimento artificial, que reúna “todos los nutrientes”, según la fase de desarrollo y tipo de explotación.

Los requerimientos nutricionales pueden variar entre diferentes especies, y aún entre las mismas especies, según la etapa de desarrollo del organismo. Las investigaciones al respecto muestran importantes logros y por ello, se puede hablar de los requerimientos nutricionales de muchas especies que son objeto de cultivo. Para tilapias por ejemplo, New (1987), citado por Barnabé (1996), describe algunas de las necesidades nutritivas según el tamaño del pez, y establece que los requerimientos de proteínas están en el orden del 50% en alevines menores de 0,5 gramos, y del 30% en peces de 35 gramos, hasta el tamaño comercial.

Proteínas

En el organismo, las proteínas cumplen diversas funciones como por ejemplo: de tipo estructural cuando forman estructuras o membranas en el organismo; catalítica cuando las reacciones químicas se “aceleran”

por la acción de un tipo de proteínas llamadas enzimas. Las proteínas son el resultado del encadenamiento de unidades primarias denominadas aminoácidos y se pueden agrupar en dos categorías: las que pueden ser sintetizadas por los peces a partir de otros compuestos, llamados no esenciales, y las no sintetizables que se deben incorporar con el alimento (arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, entre otros). (Bernabé, 1996).

Las proteínas son los componentes básicos de los tejidos animales y por lo tanto, esenciales para el mantenimiento, bien sea para reponer tejidos desgastados, para producir enzimas y hormonas, como también para contribuir en el crecimiento. Estos compuestos pueden considerarse como los nutrientes principales dentro de una dieta para peces, cuyo valor nutricional no radica sólo en las cantidades disponibles, sino en la calidad y cantidad de aminoácidos esenciales presentes, y en el grado de digestibilidad de los mismos (Kardong, 1999). Es importante destacar que la proteína es el componente de mayor valor económico, de manera que entre más alto sea el contenido proteico de un alimento, mayor será su costo.

Los requerimientos proteicos de los peces cultivables aún se encuentran en investigación. Sin embargo, las formulaciones de las dietas comerciales en muchos casos, se realizan extrapolando información de especies que tienen en común, algunas características de tipo biológico o ecológico, sin desconocer que también se basan en experimentos desarrollados por las mismas casas productoras de alimentos. Según

Hepher (1993), la mayoría de los peces requieren de 35 a 50% de proteínas en el alimento, porque el requerimiento de este componente orgánico por parte de los peces, está correlacionado con muchos factores como condiciones ambientales, procesos fisiológicos específicos y hábitos de alimentación, así como la edad y etapa de desarrollo del pez. Algunos peces tropicales objeto de cultivo, normalmente utilizan productos alimenticios que contienen entre 25 a 40% de proteínas, como es el caso de las cachamas (*Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*), durante las distintas fases de cultivo, mientras que en tilapias (*Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp.*), se administra comúnmente alimento que contiene entre 24 a 30% de proteínas. Teniendo en cuenta que la proteína se requiere primordialmente para la formación de tejidos y por ende, para el crecimiento de los peces, es lógico suponer que existe una relación inversa entre el requerimiento proteico con respecto del estado de desarrollo de la especie: se ha comprobado que los peces en estado de alevines, necesitan mayor contenido proteico en la dieta, y viceversa cuando son adultos (New, 1987).

Carbohidratos

Los hidratos de carbono, carbohidratos o glúcidos son compuestos orgánicos constituidos por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, cuya unidad más sencilla recibe el nombre de monosacárido (glucosa, galactosa, fructosa), disacárido (sacarosa, lactosa, maltosa), si está compuesto por dos y polisacáridos (glucógeno, almidón, celulosa), si están constituidos por más de 10

monosacáridos (Lehninger, 1995). La función principal de estos compuestos es proveer energía al organismo para el normal desempeño fisiológico de la especie y constituyen una fuente energética de rápido uso.

Lípidos y grasas

Al igual que los carbohidratos, estos compuestos orgánicos están constituidos por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, como también Fósforo, Nitrógeno y Azufre; aunque básicamente son una fuente importante de energía, tienen funciones estructurales, porque hacen parte de hormonas y vitaminas que constituyen el “vehículo” para la absorción de vitaminas liposolubles. Los lípidos pueden contener ácidos grasos esenciales, cuyo requerimiento en las especies piscícolas de aguas cálidas es relativamente pequeño, pero su deficiencia en las dietas puede ocasionar trastornos importantes como despigmentación, reducción del crecimiento, inadecuada conversión alimentaria, mortalidad elevada y aumento del contenido de agua en los músculos (Lehninger, 1995).

Vitaminas y minerales

Las vitaminas y minerales son compuestos que se necesitan en la dieta para mantener la salud de los individuos cultivados, y participar en la síntesis de otros compuestos, indispensables para el normal desarrollo de los mismos. En las dietas comerciales, estos compuestos se involucran en forma de premezcla vitamínica. Según Halver (1988), los requerimientos vitamínicos de los peces son similares a los de los animales terrestres, con la excepción de la vitamina C que no es

sintetizada por los organismos hidrobiológicos. Se considera que la mayoría de los peces demanda diversas vitaminas (A, D, E, tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido patoténico niacina, ácido fólico, vitamina B12, inositol y colina), cuya deficiencia se evidencia en los peces por síntomas como: pérdida de apetito, reducción del crecimiento e inadecuada conversión alimentaria (Lovell, 1988).

Hepher (1997), considera que los elementos minerales necesarios para los procesos metabólicos de los peces, se clasifican en tres grupos:

Estructurales: calcio, fósforo, flúor y magnesio para la formación de huesos.

Respiratorios: hierro y cobre, importantes en la hemoglobina y transferencia de oxígeno en la sangre.

Metabólicos: muchos de los elementos citados.

Tipos de alimentos

Alimento natural

En el ambiente natural, los peces consiguen balancear su dieta, escogiendo entre los diversos alimentos disponibles, aquellos que mejor satisfacen sus exigencias nutricionales. En estas condiciones, rara vez se observan señales de deficiencias nutricionales (Torres, 2004).

De una manera general, la productividad natural de un ecosistema acuático, como alimento para los peces, posee elevado valor energético, altos niveles de proteína de

excelente calidad y también es fuente de vitaminas y minerales.

Todos los organismos, plantas y animales que viven en un estanque, forman la biocenosis que puede servir como alimento para varias especies de peces que se cultiven allí. Esos organismos interactúan unos con otros, especialmente mediante la relación presa-predador y compiten por el espacio y por el alimento. De esta manera, generan cadenas de alimentos o niveles tróficos que forman una pirámide de alimentación en la cual, la biomasa del nivel más bajo, constituida por los productores primarios, es mucho más grande que las de los niveles superiores. Como alimento para peces, la biocenosis de cualquier cuerpo de agua puede ser dividida en varios grupos de acuerdo con su naturaleza (vegetal o animal), y por su tamaño.

El detritus constituido por partículas no vivas, suspendidas en el agua o acumuladas en el fondo, también ha sido incluido, puesto que además de servir como alimento para diferentes organismos, puede estar poblado por un gran número de bacterias y protozoarios con alto nivel nutricional. Diferentes especies de peces pueden alimentarse cada una, de una cierta porción de la biocenosis. Esta porción que incluye todos los organismos que el pez puede consumir, conforma su base trófica o de alimentación que se determina por sus hábitos de alimento y por la anatomía de su sistema digestivo. La base trófica de un pez puede cambiar durante las diferentes etapas de desarrollo. Por ejemplo, muchas especies de peces durante el estado larval y de pre-alevinaje se alimentan básicamente de

zooplancton, aun cuando su hábito alimenticio definitivo sea carnívoro o herbívoro. Por esta razón, la utilización del alimento natural en piscicultura, es mayor durante las fases iniciales de desarrollo de la mayoría de peces y durante toda la vida, sólo para las especies con capacidad de filtración de plancton (Guillame, et al. 2004).

Adicional a todo lo mencionado, el alimento vivo tiene cualidades que no tiene un alimento inerte: el movimiento que estimula ser atrapado por el predador; el color que es atractivo para su captura; la calidad nutritiva porque los organismos que se aprovechan como alimento y que se cultivan, contienen la cantidad y la calidad de nutrimentos indispensables para el adecuado crecimiento de las especies en el agua. Por otra parte, el alimento vivo tiene la cualidad de no afectar la calidad del agua, debido a que es consumido antes de llegar al fondo, sin causar algún tipo de descomposición, a diferencia del alimento inerte que si no posee una buena flotabilidad, se irá al fondo, donde se descompone y afecta el medio, causando a veces una mortalidad total del acuario o estanque.

Alimentos suplementarios

Aquél que se usa como alternativa adicional al alimento natural presente en el estanque, por lo general está constituido por diferentes productos de origen animal o vegetal o residuos de cocina que se utilizan primordialmente para conseguir aumentos de biomasa de manera económica. Aunque estos alimentos no llegan a satisfacer las necesidades nutricionales de las especies, sí

aportan importantes nutrientes en baja proporción, para el normal crecimiento de las especies. Entre dichos alimentos se destacan: guayaba, sorgo, maíz, auyama, yuca, hojas de bore, hojas de yuca, vísceras de animales, totumo, ají, etc. (Wedler, 1998).

Alimentos balanceados

Son aquéllos que tradicionalmente se les denomina “concentrados”, su principal fortaleza consiste en que son productos elaborados con base en los requerimientos nutricionales de cada especie, y sus bondades han sido probadas en distintos tipos de cultivos. Contienen variadas materias primas vegetales y animales, así como otros componentes químicos de difícil acceso en el estanque (vitaminas y minerales). En el mercado, se puede adquirir diferentes productos alimenticios balanceados para alimentación en piscicultura; independientemente de quién los fabrique, se debe tener presente el contenido proteico del mismo, así como otras características de tipo cualitativo como el olor a fresco.

Importancia nutricional del alimento vivo

En los ecosistemas naturales acuáticos, la continuidad de las especies depende del equilibrio establecido entre los diferentes niveles de la trama trófica. Así, el desarrollo y supervivencia de larvas y juveniles depende de la presencia de organismos que conforman el fitoplancton y el zooplancton, que a su vez se producen en presencia de los nutrientes adecuados.

Es de gran importancia, conocer la composición química de los alimentos vivos, porque utilizar un recurso pobre en nutrientes esenciales, puede causar el desarrollo anormal y muerte masiva de las especies en cultivo. Se ha hecho una gran cantidad de estudios para conocer la composición de las especies de alimento vivo más utilizados en Acuicultura en diferentes condiciones y con diferentes tipos de nutrientes (tablas 1 y 2).

Estos trabajos han revelado que el contenido nutricional de estas especies está en función directa de su alimento (Fogg, 1975; Watanabe et al. 1978, 1983; Hirata et al. 1985).

De acuerdo con lo anterior, es importante conocer y manejar las diferentes técnicas de cultivo del alimento vivo, para establecer las condiciones más adecuadas que permitan obtener un alimento de alto contenido nutricional, principalmente rico en aminoácidos y ácidos grasos esenciales entre otros nutrientes, que favorezcan el desarrollo y la supervivencia de las diferentes especies de crustáceos, moluscos y peces que se obtienen por Acuicultura (tabla 3).

Tabla 1

Microalga	Proteína	Carbohidratos	Grasa
<i>Tetraselmis</i>	1.42%	0.41%	0.70%
<i>Dunaliella</i>	1.43%	0.80%	0.15%
<i>Monochrysis</i>	0.94%	0.59%	0.22%
<i>Chaetoceros</i>	1.12%	0.22%	0.21%
<i>Skeletonema</i>	1.38%	0.79%	0.17%
<i>Phaeodactylum</i>	0.88%	0.64%	0.17%

Porcentaje de proteínas, carbohidratos y grasas en algunas microalgas utilizadas en Acuicultura (Fogg, 1975). Datos obtenidos de FAO, 1989.

Para obtener este enriquecimiento, existen diferentes técnicas que van desde la manipulación de parámetros físicos, como son la temperatura y el fotoperíodo; los parámetros químicos como la concentración y tipo de macronutrientes, hasta la adición de fuentes orgánicas (aminoácidos, vitaminas, etc.), en bajas concentraciones.

La composición reportada corresponde a resultados de cultivo en condiciones fisicoquímicas y nutricionales similares para las especies.

Tabla 2

ESPECIE	<i>Brachionus plicatilis</i>			<i>Tigriopus japonicus</i>	<i>Acartia sp</i>	<i>Daphnia sp</i>	<i>Moina sp</i>
	DELEVADURA	LEVADURA + <i>Chlorella</i>	<i>Chlorella</i>	LEVADURA + <i>Chlorella</i>	-	-	LEVADURA
Humedad %	89.6	89.1	87.6	87.3	88.1	89.3	87.2
Proteínas %	7.2	7.9	7.8	9.0	8.5	7.5	8.8
Lípidos %	2.3	2.3	3.8	2.8	1.3	1.4	2.9
Ceniza %	0.4	0.4	0.5	0.5	2.1	0.7	-
Ca mg/g	0.12	0.26	0.21	0.15	0.39	0.21	0.12
Mg mg/g	0.14	0.17	0.14	0.23	0.76	0.12	0.12
P mg/g	1.48	1.44	1.37	1.31	1.48	1.46	1.85
Na mg/g	0.41	0.30	0.29	0.61	6.63	0.74	1.09
K mg/g	0.35	0.12	0.23	0.84	2.21	0.72	0.92
Fe mg/g	15.9	52.5	43.3	33.8	11.5	72.2	46.4
Zn mg/g	7.4	9.8	8.2	12.3	39.0	12.8	10.0
Mn mg/g	0.4	1.1	1.1	1.0	0.2	13.2	0.5
Cu mg/g	1.1	1.5	1.7	2.4	2.8	1.1	5.8

Composición mineral de cinco especies de alimento vivo de mayor uso en Acuicultura, Watanabe et al., 1983. Datos obtenidos de FAO, 1989.

Tabla 3

Aminoácido	<i>Artemia sp</i> nauplios	<i>Brachionus plicatilis</i>	<i>Acartia clausi</i>	<i>Tigriopus japonicus</i>	<i>Moina spp</i>
Isoleucina	2.6	3.4	3.5	2.5	2.5
Leucina	6.1	6.1	5.5	5.0	6.0
Metionina	0.9	0.8	1.5	1.1	1.0
Cistina	0.4	0.6	0.8	0.7	0.6
Fenilalanina	3.2	3.9	3.7	3.5	3.6
Tirosina	3.7	3.1	3.6	4.0	3.3
Treonina	1.7	3.2	4.2	3.8	3.8
Triptofano	1.0	1.2	1.1	1.1	1.2
Valina	3.2	4.2	4.5	3.3	3.2
Lisina	6.1	6.1	5.4	5.7	5.8
Arginina	5.0	4.6	4.3	5.2	5.1
Histidina	1.3	1.5	1.9	1.6	1.6

Composición de aminoácidos esenciales en cinco especies de zooplancton de mayor uso en Acuicultura. Datos obtenidos de FAO, 1989. Expresado en g/100 g proteína cruda (Watanabe et al. 1978).

Por otra parte, el tamaño del alimento determina qué individuos pueden verse favorecidos para su consumo. A continuación, se muestran las diferentes tallas del alimento y sus posibles predadores:

- Diferentes especies de microalgas de 2 a 20 μm para: rotíferos, copépodos, *Daphnia* sp., y larvas de peces.
- Rotíferos (*Brachionus* sp., *Rotaria* sp.), entre 50 y 200 μm para: *Daphnia* sp., copépodos y larvas de peces.
- Presas entre 400 y 800 μm (*Daphnia* sp., copépodos), para: peces juveniles y peces adultos.
- Especies con tamaños mayores a 1.000 μm (*Tubifex tubifex*, *Drosophila* sp., anfípodos y lombriz de tierra), para: peces adultos.

En los ecosistemas naturales acuáticos, la continuidad de las especies depende del equilibrio establecido entre los diferentes niveles de la trama trófica. Así, el desarrollo y supervivencia de larvas y juveniles depende de la presencia de organismos que conforman el fitoplancton y el zooplancton que a su vez, se producen en presencia de los nutrientes adecuados.

Dentro de los grupos que se utilizan para alimento vivo, se destacan:

Microalgas

Dentro de las microalgas se incluye a una gran cantidad de especies que constituyen el fitoplancton que abarca desde organismos autótrofos hasta microflagelados y

microciliados. Estas especies aportan un alto contenido nutricional para peces, crustáceos y moluscos, además de ofrecer facilidades de manejo en sistemas de cultivo tanto en laboratorio como en producción a gran escala con fines comerciales. El cultivo de microalgas es uno de los más usados para mantener invertebrados que después servirán como alimento a los peces y para alimentar a larvas de peces, en sus primeros estadios de desarrollo.

No todas las especies de algas son útiles para alimentar los cultivos, y deben tener unas características que se relacionan con el tamaño y la digestibilidad de los animales que son alimentados, y la posibilidad de ser cultivados en masa (Wedler, 1998). En la actualidad, existen más de 40 tipos de microalgas cultivadas en sistemas intensivos, en forma de monocultivos. En la tabla 4, se muestran algunos géneros de microalgas cultivadas en la industria de alimento vivo para Acuicultura.

Tabla 4

CLASE	GÉNERO
Bacillariophyceae	<i>Skeletonema</i>
	<i>Thalassiosira</i>
	<i>Phaeodactylum</i>
	<i>Chaetoceros</i>
	<i>Cylindrotheca</i>
	<i>Bellerochea</i>
	<i>Actinocyclus</i>
	<i>Nitzschia</i>
Haptophyceae	<i>Cyclotella</i>
	<i>Isochrysis</i>
	<i>Pseudoisochrysis</i>
Chrysophyceae	<i>Dicrateria</i>
	<i>Monochrysis (Pavlova)</i>

Prasinophyceae	<i>Tetraselmis</i> (<i>Platymonas</i>)
	<i>Pyramimonas</i>
	<i>Micromonas</i>
Cryptophyceae	<i>Chroomonas</i>
	<i>Cryptomonas</i>
	<i>Rhodomonas</i>
Cryptophyceae	<i>Chlamydomonas</i> <i>Chlorococcum</i>
	<i>Olisthodiscus</i>
Chlorophyceae	<i>Carteria</i>
	<i>Dunaliella</i>
	<i>Chlorella</i>
Cyanophyceae	<i>Spirulina</i>

Géneros de microalgas más populares en el desarrollo de alimento vivo. Datos obtenidos de FAO, 1989.

Por lo general, los recipientes de cultivo más usados, son de materiales no tóxicos como las cajas de Petri, matraces Erlenmeyer, matraces Ferenback, carboys o garrafas, etc., adecuados para cultivos de laboratorio. En cultivos a gran escala, los recipientes de plástico, madera y concreto son los más recomendables, incluidos los estanques rústicos que en áreas rurales, son los sistemas más económicos.

En cultivos masivos, la aireación es un factor muy importante para la homogenización de los nutrientes y para evitar la sedimentación de las microalgas. Otro factor destacado es la

penetración de la luz, puesto que en los cultivos masivos, la profundidad es tan grande que la intensidad de la luz incidente no es suficiente para que la fotosíntesis llegue hasta el fondo del tanque. En los cultivos masivos a la intemperie, la penetración de la luz es más efectiva, pero se debe reducir la intensidad de la luz fuerte, cubriendo los estanques con una malla. En cultivos a gran escala, es recomendable la inyección de CO₂ (0.5%), para contribuir al proceso fotosintético (FAO, 1989).

Las clorofíceas pueden soportar altas temperaturas. Un ejemplo es el cultivo masivo a la intemperie de *Chlorella saccharophila*, cuyas temperaturas oscilan entre 12.5 – 30°C (Hirata et al. 1974, 1975, 1977; Torrentera, 1983).

El crecimiento y la división celular se afectan por la intensidad de la luz y el fotoperíodo (horas de iluminación y oscuridad), en relación también con la temperatura. En la tabla 5, se muestran las características de algunas de las especies de microalgas unicelulares que se utilizan en Acuicultura para la nutrición de moluscos y crustáceos.

Tabla 5

GÉNERO	CICLO	TEMPERATURA ÓPTIMA	DIÁMETRO MEDIO
<i>Phaeodactylum (diatomea)</i>	10 h	25°C	10.4µ
<i>Skeletonema (diatomea)</i>	13.1 h	18°C	>20µ
<i>Dunaliella (cloroficea)</i>	24 h	16°C	17.8µ
<i>Chlorella (cloroficea)</i>	7.7 h	25°C	5µ
<i>Tetraselmis (cloroficea)</i>	18 h	18°C	18.4µ
<i>Monochrysis (crisoficea)</i>	15.3 h	20–25°C	10µ
<i>Isochrysis (crisoficea)</i>	30.2 h	20°C	10.2µ

Características de algunas de las especies de algas unicelulares utilizadas en Acuicultura (Coll-Morales J., 1983). Datos obtenidos de FAO, 1996.

Estas especies se han utilizado en Acuicultura, debido a su valor nutritivo y digestibilidad, además de su capacidad para crecer en cultivos masivos. Tanto la duración del ciclo celular como los requerimientos de temperatura, son susceptibles de variación, mediante la selección de variedades. En la tabla 6, se exponen los requerimientos principales de los cultivos de microalgas y sus valores aproximados (Kinne, 1979).

Tabla 6

	REQUERIMIENTOS	COMPUESTOS QUÍMICOS	VALORES
Físicos	Luz		2,000 – 4,000 lux
	Temperatura		15 – 22°C
	Salinidad		0.37‰
	Ph		7 – 9
	Redox		
Nutritivos	C	CO ₂ CO ₃	g/100 ml
	O, H	O ₂ H ₂ O	g/100 ml
	N	N ₂ NH ₄ + NO ₃	g/100 ml
	P	PO ₄	g/100 ml
	S	SO ₄	g/100 ml
	Na, K, Ca, Mg	Sales	g/100 ml
	Fe, Zn, Mn, B, Br, Si	Sales	mg/100 ml
	Cu, Co, Cl, I, Sr, Rb,	Sales	µg/100 ml
	Al, et		
	Vitaminas	B ₁₂ , tiamina, biotina	µg/100 ml

Requerimientos principales de los cultivos de microalgas. Datos obtenidos de FAO, 1989.

Rotíferos

Rotatoria (= Rotifera). Incluyen a los más pequeños metazoarios que rara vez alcanzan 200 µm. en la longitud del cuerpo. Los machos tienen un tamaño reducido y son menos desarrollados que las hembras; algunos miden tan sólo 60 µm. El cuerpo de todas las especies consiste de un número constante de células y las diferentes especies de *Brachionus* contienen aproximadamente 1.000 células. El crecimiento del animal se asegura por el aumento de citoplasma y no

por la división de la célula. La epidermis contiene una capa densamente empaquetada de proteínas similar a la queratina, denominada loriga. El cuerpo del rotífero se diferencia en tres partes distintas: cabeza, tronco y pie. La cabeza lleva el órgano rotatorio o corona que es reconocido fácilmente por sus cilios anulares. La corona retráctil asegura la locomoción y un movimiento del agua en forma de remolino que facilita la captación de pequeñas partículas alimentarias (principalmente algas y detrito). (Barnes, 1996).

El tronco contiene el tracto digestivo que consiste en un mástax que muele las partículas ingeridas, el esófago, el estómago con glándulas gástricas y el intestino. El órgano genital es impar (Monogononta), o pareado en los órdenes Seisonidea y Bdelloidea; la apertura del conjunto externo de la vesícula y el oviducto se llama cloaca.

El pie es una estructura anillada retráctil, sin segmentación que termina en uno o cuatro dedos y posee glándulas pedales que segregan una sustancia adhesiva en rotíferos reptantes y sésiles (Wedler, 1998).

Ciclo de vida y desarrollo

El ciclo de vida de los rotíferos presenta dos modos de reproducción. Durante la partenogénesis, las hembras amícticas producen huevos amícticos (diploides, cromosomas 2n), que se desarrollan

nuevamente en hembras amícticas. Esta es la manera más rápida de reproducción y por lo tanto, la más importante para la producción intensiva de rotíferos (Barnes, 1996). Sin embargo, el ciclo de vida puede convertirse en una reproducción sexual más complicada, debido a condiciones ambientales desfavorables.

Durante la reproducción sexual, se producen las hembras míticas y amícticas. Aunque ambas, morfológicamente no son diferentes, las hembras míticas producen huevos haploides (n cromosomas). (Barnes, 1996). El lapso de vida de los rotíferos depende de la temperatura del cultivo, pero en un ambiente controlado (25°C), el período de vida se ha estimado en 3.4 a 4.4 días. Por lo general, las larvas llegan a ser adultas después de 0.5 a 1.5 días, por lo cual las hembras comienzan a poner huevos aproximadamente cada cuatro horas. Se cree que las hembras pueden producir diez generaciones de progenie antes de que ellas eventualmente mueran. La actividad de reproducción de *Brachionus* depende de la temperatura del ambiente (FAO, 1996).

Alimento

Los rotíferos pertenecientes a estos géneros, son filtradores no selectivos que pueden ingerir partículas de alimento de 20-30 μm . En la naturaleza, consumen microalgas, bacterias, levaduras y protozoarios. Los animales cultivados se alimentan mayormente de algas unicelulares y/ o levaduras. *Nannochloropsis* es una de las microalgas utilizadas usualmente como alimento del rotífero; tiene un tamaño de 2-3 μm ; sin embargo, *Tetraselmis* e *Isochrysis* también son de alta calidad nutricional y además, la

levadura de pan ha sido empleada en el cultivo de rotíferos. Desde hace algunos años, existen dietas artificiales y de enriquecimiento en el mercado que nutricionalmente son completas y pueden reemplazar totalmente el uso de algas y/ o levadura (Wedler, 1998).

Copépodos

Aunque la mayoría de copépodos son planctónicos, existen otros que son bentónicos y parásitos. Las formas planctónicas alcanzan en general, un tamaño de entre 0.5 y 3 mm. Los machos se encuentran en menor número en la población y para reproducirse, se fijan a las hembras con sus segundas antenas que tienen forma de ganchos, y colocan paquetes de esperma como hilos en la apertura genital femenina; el esperma entra y se acumula en una bolsa que posee la hembra. Los huevos se fecundan en el momento de la postura y en la mayoría de los casos, se acumulan en sacos en el abdomen de las hembras, donde se realiza su desarrollo embrionario. Al nacer, los nauplios tienen un tamaño cercano a 50 μm y constituyen, junto con los rotíferos y *Daphnias* pequeñas, el alimento más importante para muchos animales acuáticos en su primera fase de vida. A medida que crecen, presentan un amplio espectro en tamaño, muy ventajoso para la alimentación de animales de cultivo en diferentes etapas de desarrollo. Los copépodos que viven en regiones con cambios muy bruscos de temperatura, ponen huevos permanentes que están enquistados con una cutícula (Krauter, 1987).

El cultivo en masa de copépodos para fines de Acuicultura, no se ha intentado con muchas especies. La mayoría de los experimentos se ha realizado con especies

marinas como Calanoideos (*Calanus sp.*, *Acartia sp.*, etc.), y de Harpacticoides (como el *Tigriopus japonicus*); debido a la facilidad en su manejo, estos últimos son los más utilizados.

Son muy pocos los estudios sobre el desarrollo de copépodos de agua dulce en cultivo masivo y las condiciones que hoy existen para un tipo de cultivo en masa, están determinadas para especies marinas. Sin embargo, el Laboratorio de Acuicultura de la Universidad Militar Nueva Granada, actualmente está estudiando el comportamiento de especies pertenecientes al género *Cyclops sp.*, para su posible escalamiento en cultivos con características muy parecidas a las de las pulgas de agua.

El valor nutricional de los copépodos está relacionado fuertemente con el tipo de alimento que se les suministre. A continuación, en la tabla 7 se muestra la composición min-

eral de una especie marina alimentada con dos tipos de alimento.

Cladóceros

De todos los posibles organismos de agua dulce que se utilizan como alimento vivo, los cladóceros “pulgas de agua” son los más estudiados en su ciclo de vida y reproducción. Al mismo tiempo, es el grupo del que más sistemas de cultivo existen para su escalamiento, debido a su uso como alimento y bioindicador de toxicidad de las aguas. Existen dos géneros de cladóceros de agua dulce de gran importancia en Acuicultura, *Daphnia* y *Moina* que se localizan en diversos medios (FAO, 1989).

Los cladóceros son microcrustáceos filtradores de pequeño tamaño que en el caso del género *Daphnia*, varía para los ejemplares adultos entre 1 y 3 mm de longitud. Las características de los cladóceros que los hacen aptos para su empleo en Acuicultura, se derivan de sus múltiples ventajas: pequeño tamaño y ciclo de vida relativamente corto, pues maduran y se reproducen en pocos días (Barnes, 1996). Debido a que su reproducción puede ser limitada a la producción de hembras por partenogénesis, es posible mantener cultivos con constancia génica. A las anteriores características, debemos agregar su valor nutritivo de cerca de 60% de contenido proteico constituido por proteínas de elevada calidad biológica.

Algunos datos sobre la biología de *Daphnia* (Anderson y Jenkins, 1942; Hebert, 1978), se relacionan a continuación:

Longevidad: entre 910 y 1.030 horas (aproximadamente entre 38 y 43 días).

Tabla 7

Medio de cultivo	<i>Tigriopus japonicus</i>	
	<i>Chlorella</i>	Levadura + <i>Chlorella</i>
Proteína%	7.8	9
Lípidos%	3.8	2.8
Cenizas %	0.5	0.5
Ca mg/g	0.21	0.15
Mg mg/g	0.14	0.23
P mg/g	1.37	1.31
Na mg/g	0.29	0.61
K mg/g	0.23	0.84
Fe mg/g	43.4	33.8
Zn mg/g	8.2	12.3
Mn mg/g	1.1	1
Cu mg/g	1.7	2.4

Composición mineral de *Tigriopus japonicus*. Debido a dos tipos de alimentación. Datos obtenidos de FAO, 1989.

Alimentación: *Daphnia* se alimenta de bacterias, hongos, protozoarios y desechos orgánicos que se filtran y concentran mediante la acción de conjuntos de sedas situados en los apéndices torácicos; el tamaño promedio de las partículas ingeridas, es entre 1 y 60 μm . Varios autores han confirmado que los detritos (encapsulados por bacterias), son el principal componente de la dieta de *Daphnia* (Nadin Hurley & Duncan, 1976; Tappa, 1965), y las microalgas son importantes, únicamente durante el período de floraciones (“blooms”). (Nadin Hurley & Duncan, 1976).

Sólo los adultos pueden alimentarse de protozoarios, debido a que su tamaño considerable impide que los estadios juveniles del cladóceros los ingieran. Tiempo atrás, se demostró la incapacidad de *Daphnia pulex* para reproducirse cuando se cría sobre cultivos bacterianos puros (Tezuka, 1971 citado en Tezuka, 1974).

Reproducción: Las especies del género *Daphnia* se reproducen, mediante partenogénesis cíclica u obligada o por poblaciones constituidas íntegramente por hembras; a partir del quinto estadio, producen una nueva camada después de cada muda. Los huevos se depositan y desarrollan dentro de la cámara de cría, de donde las crías se liberan como versiones en miniatura de los adultos. El número de crías por camada varía entre 1 y 300, y depende del tamaño del individuo y de la alimentación del mismo (Barnes, 1996). El número de huevos que produce la hembra adulta, depende de la ingesta alimenticia. Si la ingesta sólo es suficiente para balancear los requerimientos energéticos, no habrá producción de huevos; los individuos no se reproducen o lo hacen a tasas muy reducidas.

Importancia nutricional

Las especies más estudiadas en relación con su aporte nutricional para la Acuicultura son *Daphnia* y *Moina*. La tabla 8 nos muestra el contenido de aminoácidos reportado para *Daphnia*, y la tabla 9 su composición mineral.

Tabla 8

Tirosina	4.27%
Triptofano	3.62%
Arginina	10.92%
Histidina	2.69%
Cistina	1.17%
Metionina	3.45%

Contenido de aminoácidos en *Daphnia* (Irleva IV, 1973. Datos obtenidos de FAO, 1996).

Estas dos especies de cladóceros de agua dulce, han sido seleccionadas dentro del grupo de zooplancton que ofrece alto contenido nutricional y facilidades de producción en cultivo (tabla 9).

Tabla 9

	<i>Daphnia sp.</i>
Proteína%	7.5
Lípidos%	1.4
Cenizas %	0.7
Ca mg/g	0.21
Mg mg/g	0.12
P mg/g	1.46
Na mg/g	0.74
K mg/g	0.72
Fe mg/g	72.2
Zn mg/g	12.8
Mn mg/g	13.2
Cu mg/g	1.1

Composición mineral de *Daphnia*. Datos obtenidos de FAO, 1989.

Es importante tener en cuenta que el contenido nutricional de estas especies está en función directa con el sustrato donde se desarrollan. La tabla 3 muestra la composición de aminoácidos esenciales de estas cinco especies seleccionadas y dentro de ellas, *Moina* tiene un buen aporte.

Anfípodos

Más de 6.000 especies de anfípodos constituyen el mayor grupo dentro de los peracáridos. El orden incluye una gran diversidad de especies distribuidas en unas 100 familias. Casi todos los anfípodos son marinos, pero hay muchas especies dulceacuícolas y una familia de formas terrestres (Barnes, 1996).

Los anfípodos dulceacuícolas son esencialmente habitantes del fondo, pero la mayoría puede nadar. Existen algunos herbívoros, aunque la mayoría se alimenta de detritos o de materia orgánica en descomposición. Recogen el barro y los restos animales o vegetales con los gnatopodios, y los detritos los rastrillan del fondo con el segundo par de antenas (Barnes, 1996).

Con respecto de la reproducción, los anfípodos tienen las gónadas pareadas y tubulares. Los gonóporos masculinos se abren al final de un par de largas papilas penéneas en el extremo del último segmento torácico, mientras que los oviductos de las hembras lo hacen en las coxas torácicas del sexto par de patas. En algunas especies dulceacuícolas, el macho transporta a la hembra por delante de él durante varios días, sujetando la región torácica de la hembra por las placas coxales con sus gnatopodios (Barnes, 1996).

La importancia nutricional que aportan como alimento vivo, se muestra en la tabla 10, donde los valores se expresan como porcentaje de peso.

Tabla 10

	% por peso
Agua	85,9
Proteína Cruda	5,7
Lípidos	1,5
Fibra Cruda	1
Cenizas	4

Porcentaje de algunos componentes nutricionales presentes en los anfípodos. Datos obtenidos de A.G.J. Tacón (1989).

Drosophila

El género *Drosophila* es rico en especies, muy diverso y se encuentra ampliamente distribuido desde el nivel del mar hasta las grandes alturas; desde los trópicos a la tundra, en bosques, planicies, sabanas y desiertos; pero los hábitat de mayor elección, son los bosques maderables y las selvas, por su gran variedad y abundancia de alimentos. Los diversos hábitat hicieron posible la variabilidad de los Drosophilidos primitivos, así por ejemplo: Basden reportó en 1954 que *D. suboscuro* se alimenta en forma natural de savia de olmo, sauce y sicamora, raíz de iris, hongos, frutas fermentadas y agallas de roble. No es improbable que los drosophilidos primitivos tuvieran la oportunidad de explorar muchos recursos alternativos con tipos de comida básica, desde flores hasta algunas formas parásitas (Acuña, 2001).

En estado silvestre, aunque depende de la nutrición, su cuerpo tiene cerca de 3 mm de

largo y 1.2 mm de ancho, con un peso promedio de 0.6 mg. Los promedios en longitud, peso y masa bajan por los sucesivos cruzamientos. En condiciones idénticas de mantenimiento, las hembras alcanzan mayor tamaño que los machos (Barnes, 1996).

El ciclo de vida incluye los estadios de larva, pupa y adulto o imago. La duración del ciclo de vida varía en relación con la temperatura; por ejemplo: a 20°C el período de huevo es de 8 días y el período pupal de 6.3 días; a 25°C los períodos de huevo a larva duran 5 días y pupal 4.5 días. Es decir, que a 20°C, el ciclo se completa en 15 días y a 25°C, en 10 días. El mantenimiento de los cultivos a 30°C, puede esterilizar o matar a las moscas, y las temperaturas bajas alargan el ciclo de vida. Así por ejemplo: a 10°C, es de 57 días y a 15°C, es de 23 (Acuña, 2001).

La tabla 11 muestra una aproximación de la cronología de desarrollo de la *Drosophila*:

Tabla 11

Días	Estado
0	Puesta
0-1	Desarrollo embrionario
1	Comienzo del primer estadio larvario
2	Primera muda, 2º estadio larvario
3	Segunda muda, 3º estadio larvario
5	Formación del puparium
5	Muda prepupal
5 -6	Pupa, aparición de cabeza, alas y patas
7	Pigmentación de los ojos
9	Emersión del adulto
9	Extensión de las alas del adulto

Posible cronología de desarrollo de *D. melanogaster* silvestre a 25°C.

D. melanogaster posee varias mutaciones que son tema de estudios relacionados con

la genética, pero la mutación vestigial que tiene alas y balancines muy reducidos, es la que se cultiva para ser suministrada como alimento vivo, por no tener posibilidad de volar. Los estudios de la importancia nutricional de estos organismos y su efecto en los peces, no se han desarrollado aún con profundidad. La información que existe es muy pobre y por este motivo, el Laboratorio de Acuicultura de la Universidad Militar Nueva Granada desarrollará estudios de crecimiento de algunas especies de peces alimentadas con *Drosophila melanogaster*.

Lombriz de tierra

Es el nombre que se aplica a más de 1.000 especies de gusanos pertenecientes a una clase de Filum Anélidos. La lombriz de tierra posee un cuerpo cilíndrico ahusado, segmentado y presenta diminutas cerdas llamadas quetas. Aunque existen diferencias de tono entre las partes superior e inferior del cuerpo, las lombrices de tierra son en general, de color uniforme, casi siempre rojo pálido que puede variar del rosa mate al castaño. Muchas especies alcanzan una longitud de unos pocos centímetros, pero ciertas especies tropicales llegan a medir hasta 3,3 m de longitud.

Las lombrices de tierra desempeñan un importante papel en la ecología del suelo, que al ser removido y aireado por la acción de las lombrices de tierra, se vuelve más fértil. Las lombrices de

tierra son también una fuente de alimento para muchos animales y constituyen el principal alimento de los topos y las musarañas (Wedler, 1998).

La lombriz de tierra es un buen suplemento alimenticio para los peces, debido principalmente a su buena fuente de proteína animal de excelente calidad. En la tabla 12 se muestran algunos componentes nutricionales de la lombriz de tierra.

Tabla 12

	% por peso
Agua	83,3
Proteína Cruda	9,8
Lípidos	1,5
Fibra Cruda	1,6
Extractos Libres de Nitrógeno	1,8
Cenizas	2,9

Porcentaje de algunos componentes nutricionales presentes en la lombriz de tierra. Datos obtenidos de A.G.J. Tacón (1989).

Tubifex

El gusano rojo del fango, el oligoqueto *Tubifex tubifex*, vive en el fondo de aguas corrientes, enterrado en tubos dentro del fango rico en materia orgánica. El tubifex se encuentra en lodos cenagosos de aguas casi putrefactas, donde pocos organismos son capaces de desarrollarse debido a la contaminación y por lo tanto, se convierten en vectores directos de multitud de enfermedades que podrían manifestarse con gran virulencia en nuestros peces; sin embargo, en condiciones de cultivo controlado, se pueden obtener poblaciones “limpias”

(Wedler, 1996). Es un animal muy aceptado como alimento por los organismos acuáticos, y picado en trozos pequeños, se puede dar también a las crías, porque tiene un alto contenido de proteínas y ácidos grasos. Se recomienda no proporcionarlo en grandes cantidades y mezclarlo siempre con otro tipo de alimento, porque sus restos dañan rápidamente el agua.

En la tabla 13, se muestran algunos componentes nutricionales de este organismo:

Tabla 13

	% por peso
Agua	87,1
Proteína Cruda	8,1
Lípidos	2
Extracto Libre de Nitrógeno	1,9
Cenizas	0,9

Porcentaje de algunos componentes nutricionales presentes en *Tubifex tubifex*. Los datos presentados fueron obtenidos de A.G.J. Tacon (1989).

BIBLIOGRAFÍA

ACUÑA, R.G. 2001. *Guía de trabajo con Drosophila melanogaster*. CD Universidad Nacional de Colombia - Departamento de Biología. Bogotá.

AMAYA-JACHO, N.F. 1991. *Alimentación de post-larvas de camarón con copépodos cosechados en piscinas*. Escuela superior politécnica del litoral. Facultad de ingeniería marítima y del mar. Guayaquil.

- BARNES, R.D.; & E.E. RUPPERT. 1996. *Zoología de los invertebrados*. 6 ed. Mc Graw-Hill Interamericana. México.
- BLANCO, T.L.; & G.J. TACÓN. 1989. *La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura*. Un diagnóstico. Programa Cooperativo Gubernamental FAO-Italia. Brasilia.
- BOHONAK, A.J.; & D.G. JENKINS. 2003. *Ecological and evolutionary significance of dispersal by freshwater invertebrates*. Ecology letters. Vol. 6: pp. 783-796.
- BOSSUYT, TA.; & C.R. JANSSEN. 2003. *Acclimation of Daphnia magna to environmentally realistic copper concentrations*. Comparative Biochemistry and Physiology. Vol. 136, parte C: pp. 253-264.
- CALVIÑO, A.; & R. PETRACINI. 2004. *Artemia de agua dulce, ¿mito o realidad?* Suplemento especial. Killi club argentino. Buenos Aires.
- CARLI, A.; G.L. MARIOTTINI y L. PANE. 1995. *Influence of nutrition on fecundity and survival in Trigiopus fulvus Fischer (Copepoda: Harpacticoida)*. Aquaculture. Vol. 134: pp. 113-119.
- ESPINOSA-CHÁVEZ, F.; F. MARTÍNEZ-JERÓNIMO y R. RAMÍREZ-GRANADOS. 1992. *Tasa de filtración y cultivo de Moina macrocopa (Crustacea: cladocera) alimentada con Scenedesmus incrassatulus (Chlorophyceae) y estiércol vacuno digerido*. Anales del Instituto de Ciencias del mar y Limnología.
- EVJEMO, J.; K.L. REITAN y Y. OLSEN. 2003. *Copepods as live food organisms in the larval rearing of halibut larvae (Hippoglossus hippoglossus L.) with special emphasis on the nutritional value*. Aquaculture. Vol. 227: pp. 191-210.
- FONTANERO, D.; G. MELONE y R.L. WALLACE. 2003. *Morphology of ZoscuZaria ringens (Rotifera, Monogononta) from egg to adult*. Invertebrate Biology. Vol. 122: pp. 231-240.
- FUENTES, L.; & J. IGLESIAS. 2001. *Influencia del tipo de presa viva en las primeras fases del cultivo de sepia Sepia officinalis L., 1758*. Boletín. Instituto español de oceanografía. Vol. 17: pp. 327-331.
- GARCÍA-ORTEGA HUISMAN, EA.; P. SORGELOOS y J. VERRETH. 2001. *Evaluation of protein quality in microbound starter diets made with descapsuled cysts of Artemia and fishmeal for fish larvae*. Journal of the world aquaculture society. Vol. 32, 3.
- GUILLAUME, J. et al. 2004. *Nutrición y alimentación de peces y crustáceos*. Mundi-Prensa. Barcelona.
- HENRIQUE, F.C. 2003. *Laboratory analysis of predation by cyclopoid copepods on first-feeding larvae of cultured Brazilian fishes*. Aquaculture. Vol. 228: pp. 123-140.
- HOTOS, G.N. 2002. *Selectivity of the rotifer Brachionus plicatilis fed mixture of algal species with various cell volumes and cell densities*. Aquaculture research. Vol. 33: pp. 949-957.

- KAISER, H.; F. ENDEMANN y T.G. PAULET. 2003. *A comparison of artificial and natural foods and their combinations in the rearing of goldfish, Carassius Auratus*. Aquaculture research. Vol. 34: pp. 943-950.
- KIBRIA, G., et al. 1995. *Utilization of wastewater-grown zooplankton: Nutritional quality of zooplankton and performance of silver perch Bidyanus bidyanus (Mitchell 1838) (Teraponidae) fed on astewater-grown zooplankton*. Aquaculture nutrition. Vol. 5: pp. 221-227.
- LAVENS, P.; & P. SORGELOOS. 1996. *Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. Ghent, Belgium.
- LEHNINGER, A. 1995. *Bioquímica, las bases moleculares de la estructura y función celular*. 2 ed. Omega. Barcelona.
- LIM LIAN, C.; P. DHERT y P. SORGELOOS. 2003. *Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture*. Aquaculture: pp. 319-331.
- MCKINNON, A.D. et al. 2003. *The potential of tropical paracalanid copepods as live feeds in aquaculture*. Aquaculture. Vol. 223: pp. 89-106.
- MUJICA, R.A.; U.C. CARVAJAL y O. MIRANDA. 1995. *Cultivo experimental de Tigriopus sp. (Copepoda: Harpacticoidea)*. Investigaciones marinas de Valparaíso. Vol. 23: 75-82. Valparaíso, Chile.
- NANDINI, S.; y S.S.S., SARMA. 2000. *Zooplankton preference of two species of freshwater ornamental fish larvae*. Vol. 16: pp. 282-284.
- PARTRIDGE, L. ; M. PIPER y W. MAIR. 2005. *Dietary restriction in Drosophila. Mechanisms of Ageing and Development*. Vol. 126: pp. 938-950.
- PEÑA-AGUADO, F.; S. NANDINI y S.S.S. SARMA. 2005. *Differences in population growth of rotifers and cladocerans raised on algal diets supplemented with yeast*. Limnologica. Vol. 35: pp. 298-303.
- PINTO, C.; L.P. SOUZA-SANTOS y P.J. SANTOS. 2000. *Development and population dynamics of Tisbe biminiensis Copepoda: Harpacticoida reared on different diets*. Aquaculture. Vol. 198: pp. 253-267. Ciudad.
- REARTES, J. 1995. *El pejerrey (Odonthestes bonariensis): metodos de cria y cultivo masivo*. Organizacion de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Buenos Aires.
- RODRÍGUEZ-JEREZ, X. 2005. *Abundancia y composición de las comunidades zoopláncticas sobre los arrecifes coralinos en Isla Desecho*. Universidad de Puerto Rico, Recinto universitario de Mayagüez. Puerto Rico.
- ROJAS, L. et al. 1999. *Efecto de jugos vegetales sobre la producción de Daphnia pulex (Cladocera:Daphnidae) en condiciones de laboratorio*. Revista de Biología Tropical. Vol. 47, 3.

SOMMER, U. et al. 2001. *Complementary impact of copepods and cladocerans on phytoplankton*. Ecology letters. Vol. 4: pp. 545-550.

STREBLE, H.; & D. KRAUTER. 1987. *Atlas de los microorganismos de Agua Dulce, la vida en una gota de agua*. Omega. Barcelona.

TORRES VÁSQUEZ, W. 2004. *Principios de nutrición aplicada al cultivo de peces*. Juan XXIII Ltda. Villavicencio, Colombia.

TSUI, TK.; & W.X. WANG. 2004. *Temperature influences on the accumulation and elimination of mercury in a freshwater cladoceran, Daphnia magna*. Aquatic toxicology. Vol. 70: pp. 245-256.

WEDLER, E. 1998. *Introducción en la Acuicultura, con énfasis en los neotrópicos*. Litoflash. Santa Marta, Colombia.