

## Uso de filtros biológicos en larvicultura del *Litopenaeus vannamei*: Principios generales

Mario G. Jiménez, José L. Balcázar

Facultad de Acuicultura, Universidad de Machala (Ecuador)  
e-mail: balcjos@hotmail.com

### Resumen

La actual crisis que vive la industria camaronera es un reflejo de la necesidad de realizar cambios en los sistemas de producción. Uno de los cambios que se está dando es la domesticación de la especie *Litopenaeus vannamei*, lo que implica una independencia de la larva silvestre y un mejoramiento de la calidad de la larva producida en laboratorios. Un gran problema que aqueja la producción y desarrollo de la larvicultura de camarón es la aparición de bacterias causantes de patologías en la larvicultura de peneidos, por lo cual se han buscado herramientas de control, surgiendo como una alternativa, el uso de filtros biológicos.

El filtro biológico es considerado como un factor clave en el diseño de instalaciones de tratamiento de agua, cuya importancia radica en que por medio de ellos podemos tratar nuestro sistema de cultivo reduciendo la carga de las cuatro fuentes primarias de desechos tóxicos de nitrógeno, que son: el amonio, urea, ácido úrico y aminoácidos, excretados por los organismos vivos, sumándose los restos de organismos muertos, exceso de alimento, heces y el nitrógeno gaseoso que constituye el 78% del total de gases en el aire siendo reducida esta carga a través del proceso de nitrificación en el que intervienen las bacterias nitrificantes (*Nitrosomonas* y *Nitrobacter*) que se encuentran adheridas a los diferentes sustratos presentes en el interior de los mismos.

El presente documento hace una revisión de los principios generales para el uso adecuado de los filtros biológicos en la intensificación de la producción de larvas de *L. vannamei*.

*Palabras clave:* filtro biológico, *Litopenaeus vannamei*, bacterias nitrificantes

### Introducción

En la actualidad se proponen avances tecnológicos en sistemas acuícolas de recirculación para la producción de *Litopenaeus vannamei*, que nos permiten llevar los cultivos a altas densidades manteniendo la producción durante todo el año, incrementando la biomasa de extensivos en los que únicamente se alcanzan 0,5 a 2 Kg m<sup>-3</sup> y en cuanto al volumen de agua a utilizarse en estos sistemas es de 2 m<sup>3</sup> Kg<sup>-1</sup> de biomasa, mientras que en sistemas tradicionales es de 40 a 80 m<sup>3</sup> Kg<sup>-1</sup> (Van Wyk et al., 1999). En trabajos con post larvas, alcanzaron una supervivencia del 84% y 2,29 Kg (de biomasa cosechada) m<sup>-3</sup>, con densidades de 582 animales m<sup>-3</sup>, en un tiempo de 21 a 34 días, iniciando el cultivo con larvas de PL-8 a PL-15 (Davis & Arnold, 1998).

Al incrementarse la densidad de siembra también se incrementará la alimentación, tanto de dieta seca como dieta viva como algas, rotíferos, *Artemia* sp. y varios suplementos alimenticios, con lo cual existirá una mayor carga de materia orgánica en el sistema, teniendo presente que de 10% a 16% de la proteína del alimento es convertida a amonio y que la proteína ingerida puede ser asimilada o pasar a través del intestino y ser excretada con las heces, convirtiéndose a amonio no-ionizado como

producto final de este proceso, incrementando aún más los niveles de la carga orgánica (Barnabé, 1990).

Martin y cols. (5) reportaron la acumulación de desechos amoniacales en el sedimento de piscinas, el mismo que incrementó con la densidad de siembra de 1 a 30 camarones *Penaeus stylirostris*· m<sup>2</sup> (PL-17) con un peso al final del ciclo de 39,2 ± 4,3 g y 16,8±2,4 gr respectivamente. La cantidad de desechos generados fue proporcional a la densidad de siembra. Un Kg de camarón generó 60,8 y 157,2 gr de desechos amoniacales (sólidos y disueltos) a 1 m<sup>2</sup> y 30 m<sup>2</sup> respectivamente.

Para que exista un equilibrio en la naturaleza, existen bacterias encargadas de transformar el producto de desecho de los diferentes procesos metabólicos y son las bacterias nitrificantes, las cuales utilizan el N-inorgánico como fuente de N para síntesis de proteína. Las *Nitrosomonas* usan amonio no-ionizado (que es altamente tóxico) como fuente de N y excretan nitritos (NO<sub>2</sub>), los cuales son usados por las *Nitrobacter* como su fuente de N, transformándolos a nitratos (NO<sub>3</sub>), que son menos tóxicos para los organismos. La concentración total combinada del amonio ionizado y no-ionizado es llamado Nitrógeno Amoniacal Total (TAN, por sus siglas en inglés). Las tres formas de N inorgánico están presentes en el agua (Davis-Hodgkins y cols., citado en Van Wyk, 1999).

### **Parámetros de consideración**

---

En pruebas realizadas para el diseño, manejo y producción de un sistema de recirculación se establecieron rangos variables y aceptables de calidad de agua de sistemas de semilleros para *L. vannamei*, cuyos valores en el experimento fueron los siguientes: TAN 0,38 ppm, NO<sub>2</sub> 0,31 ppm, pH 7,6, oxígeno disuelto OD 6,0 ppm, temperatura 28°C (2). Mientras que Lawson (3) en su trabajo de calidad de agua y requerimientos ambientales presenta una tabla estándar para la acuicultura cuyos parámetros son: amonio no ionizado <0,02 ppm, TAN <1,0 ppm, NO<sub>2</sub> 0,1 ppm en aguas blandas (con sales minerales de gran solubilidad), pH de 6,5-8, oxígeno disuelto (OD) 5,0 ppm hasta saturación, NO<sub>3</sub> 0 a 3,0 ppm.

Los sistemas de recirculación de agua requieren sistemas de nitrificación que mantengan aceptables los niveles de amonio y nitritos para las especies que son cultivadas, como son, los biofiltros (Wheaton et al., 1991; Wickins., 1985). Estos son considerados como el factor más importante en el tratamiento del agua de un sistema de recirculación, ya que tienen por objeto proveer un sustrato para el crecimiento de bacterias nitrificantes, por lo que se ha puesto mucha atención en el diseño del mismo para garantizar su efectivo funcionamiento y mantener un balance entre la tasa de remoción y la tasa de producción de amonio (Lawson, 1995).

La tasa de remoción varía o está afectado por muchos factores que son: temperatura, pH, salinidad, disponibilidad de oxígeno, tamaño, así como también biomasa de especies marinas en el sistema, diversidad y eficiencia de otros filtros, entre otras variables que son consideradas para el diseño y para garantizar la efectiva remoción de amonio y nitritos del sistema (Wheaton et al., 1991; Davis & Arnold, 1998).

Existe una gran diversidad de filtros utilizados en sistemas tradicionales de recirculación, todos ellos incluyen procesos físicos y mecánicos para remover los sólidos suspendidos, así como también procesos biológicos que transformarán los compuestos nitrogenados tóxicos, en compuestos tolerables por los organismos (Wheaton et al., 1991), entre otros tenemos filtros de desechos sólidos como tanques

de sedimentación, hidrociclones, tubos de asentamiento, filtros de tamiz, filtros de arena, fraccionadores de espuma (*protein skimmer*) y filtros de burbujas (Van Wyk et al., 1999; Losordo & Timmons, 1991).

## Discusión

---

En la literatura referente a filtros biológicos encontramos muchos tipos de pruebas realizadas por varios autores, quienes han evaluado diferentes métodos para optimizar la eficiencia de los mismos.

Estos sistemas han sido satisfactoriamente usados en el cultivo de anguila (Kamstra y cols, 1998), en el cultivo de tilapia (Hirayama y cols, 1988), cultivo de trucha (McCrimmon & Berst, 1960; Krummins y cols., 2001), larvicultura de *Penaeus monodon* (Tseng y cols, 1998) y de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Davis & Arnold, 1998), en los cuales el tratamiento de agua es muy importante.

Kitimasak y cols. (1998) observaron el desempeño de dos tipos de biofiltros: tambor giratorio y filtro sumergido, y su rendimiento al compararlo en el cultivo de *Penaeus monodon* y peces *Lates calcarifer* (corvina). Ellos concluyeron que el biofiltro sumergido mantuvo baja concentración de amonio y de nitrito, obteniendo un valor aproximado a 0,8 y 1,4 mg/l; mientras el filtro de tambor giratorio presentó valores de 0,5 y 0,6 mg/l respectivamente. Los valores promedio de amonio, nitrito y nitrato en cada sistema de biofiltro no tuvieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), la tasa de crecimiento y supervivencia de camarón en ambos sistemas fue similar durante todo el proceso, sin existir diferencia significativa ( $P < 0,05$ ).

Rombaut (2001) evaluó biofiltros con cuatro tipos de sustratos: carbonato de calcio, carbonato de calcio+grava, grava, bionet™, en un sistema de recirculación intensivo de rotíferos disminuyendo los niveles de nitrito y amonio con los dos primeros sustratos en un 53% y 42% más que con la grava y el bionet™, lo cual pudo ser debido a su capacidad buffer y disponibilidad para ser usado como una fuente de carbono para las bacterias nitrificantes.

Kitimasak y cols. (1998) adicionaron Dolomita  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  al tanque de cultivo para mantener los valores de pH a 7,0 o mayor. El carbonato de calcio estimula la remoción de TAN y los materiales porosos facilitan la colonización bacteriana, siendo el oxígeno el factor limitante para su desarrollo.

El oxígeno brinda una eficiente filtración biológica, definiéndola a esta como la técnica que utilizan los organismos vivos como las bacterias para remover las sustancias de una solución líquida. Proceso que en nuestro caso remueve la carga de amonio y nitrito por bacterias nitrificantes también llamadas quimiosintéticas, autótrofas o quimolitótrofas, que origina su energía desde los compuestos inorgánicos, lo contrario a las heterótrofas que toman su energía de fuentes orgánicas (WPCF, 1983) (Water Pollution Control Federation, citado en: Lawson, 1995).

Suantika (2000) y Rombaut (2001) para asegurar el establecimiento de una comunidad de bacterias marinas y acelerar el proceso iniciador para biofiltros, utilizan una suspensión de bacterias nitrificantes denominada ABIL (AVECOM BÉLGICA), logrando una eficiente remoción de amonio, obteniendo densidades de cultivo significativamente altas de 5 500 rotíferos/ml.

## Agradecimientos

---

Al Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM) por proporcionar la información para realizar el presente trabajo.

## Bibliografía

---

- Barnabé G. (1990) Water- The medium for culture: Physical and chemical characteristics, the nitrogen cycle. Aquaculture vol I. English Edition, Ellis Horwood Limited. A division of Simon & Schuster International Group.
- Davis, A., C.R. Arnold (1998). The design, management and production of a recirculating raceway system for the production of marine shrimp. *Aquacultural Engineering*. 17:193-211
- Hirayama, K., H. Mizuma, Y. Mizue. (1988). The accumulation of dissolved organic system closed recirculation cultures. *Aquacultural Engineering* 7, 73-87
- Kamstra, A., J.W. Van der Heul, M. Nijhof. (1998). Performance and optimisation of trickling filters on eel farms. *Aquacultural Engineering* 17, 175-192
- Kitimasak, N., P. Aranyakananda, P. Menasveta. (1998). Comparisons of rotating Bio-Drum and submerged biofilter in closed, sea water recirculating systems with black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and sea bass (*Lates calcalifer*). Marine Biotechnology Research. University Bangkok, Thailand.
- Krumins, V., J. Ebeling, F. Wheaton. (2001). Ozone's effects on power-law particle size distribution in recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering* 25, 13-24
- Lawson, T.B. (1995). Fundamentals of Aquacultural Engineering. Department of Biological Engineering Louisiana State University.
- Losordo, T.M. M.B. Timmons (1991). An introduction to water reuse systems. In: Aquaculture water reuse systems: Engineering design and management. Elsevier Science, Amsterdam. 6 pp.
- Martin, J., Y. Veran, O. Guelorget, D., Pham. (1998). Shrimp rearing: stocking density, growth, impact on sediment, waste output and their relationships studies through the nitrogen budget in rearing ponds. *Aquaculture* 164, 135-149
- McCrimmon, H., A. Berst. (1960). A water recirculation unit for use in fishery laboratories. *The Progressive Fish Culturist*. 28, 165-170
- Rombaut G. (2001). A nitrifying culture (ABIL) used as probiotic supplement in rotifer batch cultures and as starter for marine nitrifying biofilters. In Control of the microbial community in rotifer cultures (*Brachionus Plicatilis*). Thesis submitted of the requirements for the degree of Doctor (Ph.D.) in Applied Biological Sciences. Pag.: 129-162.
- Skjølstrup J., P. Nielsen, J. Frier, E. McLean. (1998). Performance characteristics of fluidised bed biofilters in a novel laboratory-scale recirculation system for rainbow trout: nitrification rates, oxygen consumption and sludge collection. *Aquacultural Engineering*. 18, 265-276
- Suantika, G., Dhert, P., Nurhudah, M. and Sorgeloos, P. (2000). High-density production of the rotifer *Brachionus Plicatilis* in a recirculation system: consideration of water quality, zootechnical and nutritional aspects. *Aquacultural Engineering* 21: 201-214.
- Tseng, K.F., H.M. Su, M.S. Su. (1998). Culture of *Penaeus monodon* in a recirculating system. *Aquacultural Engineering*. 17, 138-147
- Van Wyk P., M. Davis-Hodkins, R. Laramore, J. Mountain, J. Scarpa. (1999). Main farming marine shrimp in recirculating freshwater system. Harbor Branch Oceanographic Institution.
- Wheaton, F., J. Jochheimer, G. Kaiser. (1991). Fixed film nitrification filters for aquaculture. En: *Aquaculture and Water Quality*. Clemson University and the South Carolina Agricultural Experiment Station Clemson, South Carolina, USA.
- Wickins, J. F. (1985). Ammonia production and oxidation during the culture of marine prawns and lobsters in laboratory recirculation systems. *Aquacultural Engineering*. 4, 155-174
- WPCF (1983). Sludge Dewatering. Water Pollution Control Federation.