

---

## Evaluación de un sistema de recirculación para producción larvaria de *Litopenaeus vannamei*, utilizando la macroalga *Gracilaria vermiculophylla* como organismo biorremediador de efluentes

C.I. Leyva-Márquez<sup>1\*</sup>, F. Lares-Villa<sup>1,2\*</sup>, L.R. Martínez-Córdova<sup>3</sup>, J.C. Ibarra-Gámez<sup>2</sup>, R. Casillas-Hernández<sup>2</sup> y A. Miranda-Baeza<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Doctorado en Biotecnología, <sup>2</sup> Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, México

<sup>3</sup> Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México

<sup>4</sup> Universidad Estatal de Sonora, Navjoa, Sonora, México.

---

*Evaluation of a recirculation system for larval production of Litopenaeus vannamei using the macroalgae Gracilaria vermiculophylla as an effluent bioremediation organism*

### Abstract

Looking for sustainable alternatives to larval shrimp production and considering the documented and successfully use of algae as biofilters for the reduction of nutrients in aquaculture effluents, the present study was aimed on evaluating the productive and physiological response of *Litopenaeus vannamei* postlarvae grown in a recirculating and effluents-bioremediation systems using *Gracilaria vermiculophylla*. The production system consisted of two-250 l tanks stocked with 36,000 nauplii, and connected to a sedimentation tank, which was followed by three 120 l units stocked with the macroalgae in the case of treatments and three without microalgae for the control. The culture was done for 18 days during which organisms were fed, taking samples to monitor the biometrics and physical-chemical parameters following standard procedures for larval production. Recirculation started at day 9th, and water samples were taken daily for the analysis of ammonium, nitrate and nitrite, as well as for the total heterotrophs and *Vibrio* spp. counting. The results showed a removal of nitrogen compounds in the system with macroalgae, averaging 59%, whereas the control only removed 12%. The number of total heterotrophic bacteria and *Vibrio* spp., showed a very similar behavior. The survival of the larvae was 61% in the tanks with *G. vermiculophylla* and 50% in the control; however, the other productive parameters were not significantly different. The results suggest that the incorporation of *G. vermiculophylla* can represent an efficient alternative to maintain the permissible levels of ammonium for shrimp larvae cultivation, reducing the water exchange.

*Key words:* postlarvae, nitrogenous compounds, removal, shrimp culture.

### Resumen

Ante la necesidad de buscar alternativas sustentables de producción larvaria de camarón que, y considerando el uso exitoso y documentado de algas como biofiltros para la reducción de nutrientes en los efluentes acuícolas, el presente estudio se enfocó en evaluar la respuesta productiva y fisiológica de postlarvas de *Litopenaeus vannamei* cultivadas en sistemas de recirculación y biorremediación de efluentes, utilizando *Gracilaria vermiculophylla*. Para este propósito se diseñó un sistema de producción de larvas utilizando dos tanques de 250 l como, mismos que fueron sembrados con 36,000 nauplios, y cada uno se conectó a un tanque de sedimentación seguido de tres tinas de 120 l, inoculados con la macroalga para el tratamiento y tres sin ella

---

\*Autores de correspondencia

Email: claudia\_leyva79@hotmail.com; fernando.lares@itson.edu.mx; lmtz@guaymas.uson.mx

para el control. El cultivo se llevó a cabo durante 18 días, tiempo durante el cual los organismos se alimentaron y se tomaron muestras para monitorear los parámetros biométricos y físicos-químicos, de acuerdo a los procedimientos estándar. La recirculación inició el día 9 y diariamente se tomaron muestras para el análisis de amonio, nitratos y nitritos, así como para la cuenta de heterótrofos totales y *Vibrio* spp. Los resultados mostraron una remoción de compuestos nitrogenados en el sistema integrado con *G. vermiculophylla* en un promedio de 59%, mientras que el control únicamente removió en promedio el 12%. En el caso de las cuentas de heterótrofos totales y *Vibrio*, éstas se comportaron de manera similar. Aunque la sobrevivencia de las larvas fue del 61% en el tanque con agua tratada con *G. vermiculophylla* y del 50% en la no tratada, las diferencias en los otros parámetros de crecimiento no fueron significativas. Debido a la eficacia en la remoción de N inorgánico en forma de amonio del agua del cultivo larvario de *L. vannamei* en sistemas de cultivo cerrados, la incorporación de *G. vermiculophylla* puede representar una eficiente alternativa para mantener los niveles de amonio permisibles para el cultivo, disminuyendo el uso de agua para recambio.

*Palabras claves:* postlarvas, compuestos nitrogenados, remoción, cultivo de camarón.

---

## Introducción

La camaronicultura es una actividad económica de rápida expansión en todo el mundo como consecuencia de la demanda mundial de alimentos, que ha aumentado considerablemente como resultado del crecimiento de la población humana (Martínez-Córdova, 2009; FAO, 2016). Este acelerado incremento ha traído consigo algunos problemas relacionados con el impacto negativo que la actividad provoca en los ecosistemas receptores de las descargas ricas en nutrientes y actualmente hay una gran preocupación global respecto a los impactos ambientales adversos de tales prácticas (Bardach, 1997; Martínez Córdova *et al.*, 2011; Naylor *et al.*, 2000), así como con la propagación de enfermedades y patógenos del camarón, especialmente aquellos de origen viral. Esto ha ocasionado que en los últimos años, los problemas del sector se agraven debido a la aparición de nuevos patógenos, especialmente virus y bacterias más agresivos, mortales y resistentes a los tratamientos convencionales. Además se han invertido muchos recursos económicos para tratar de combatir estos problemas sin resultados positivos; por lo contrario, se han agravado debido a que se han utilizado toneladas de químicos de síntesis (antibióticos, desinfectantes, insecticidas, viricidas, etc.) para tratar de eliminarlos, aumentando con ello la contaminación de los estuarios y la sobresaturación de los ecosistemas con dichos productos. Esta crisis que vive la industria camaronícola refleja la necesidad de realizar cambios en los sistemas de producción, por

lo cual se han buscado herramientas de control, surgiendo como una alternativa el uso sistemas de biorremediación con los cuales se reducen o eliminan efluentes, cargas contaminantes (Jiménez y Balcazar, 2003; Martínez Córdova *et al.*, 2011), y se evita la dispersión de patógenos hacia el medio ambiente. Con este enfoque, se ha impulsado la reducción progresiva del recambio de agua hasta llegar al cultivo sin recambio (Tacon, 2002). Además, recientemente la biorremediación de agua, sedimentos contaminados y aguas de descarga están involucrando organismos como bacterias, microalgas, macroalgas e invertebrados filtradores (Granada *et al.*, 2015). Por estas razones es necesario buscar alternativas, e implementar medidas de bioseguridad que sean ecológicamente sustentables y económicamente rentables, para impedir continuar con esta espiral de destrucción y permitir reactivar la tan importante actividad acuícola

La capacidad de las macroalgas para responder a la disponibilidad de nutrientes antropogénicos (nitrógeno y fosforo), hace que sean un eficiente instrumento para la biorremediación (Marinho-Soriano *et al.*, 2011). El uso de algas como biofiltros para la reducción de nutrientes en los efluentes acuícolas, ha sido descrito como un método efectivo y rentable (Seenivasan *et al.*, 2010), y se ha documentado que también es efectivo para mejorar la calidad del agua en sistemas de recirculación (Chaitanawisuti *et al.*, 2011). Con el presente trabajo se pretende generar la información científica necesaria para ampliar el conocimiento sobre la efectividad de sistemas de recirculación que

utilicen macroalgas para la biorremediación, mejorando la calidad del agua así como la respuesta de postlarvas de *L. vannamei* cultivada en estos sistemas cerrados, considerando la poca información disponible sobre el uso de dichos sistemas para el cultivo de postlarvas.

### Materiales y métodos

Las corridas preliminares para evaluar la capacidad de biorremediación de la macroalga se realizaron en las instalaciones del laboratorio de Acuicultura del Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Centro, Ciudad Obregón, Sonora y el bioensayo final fue llevado a cabo en el laboratorio de producción de postlarvas BG Almacenes y Servicios, S.A. de C.V. ubicado en la Playa de Camahuiroa, Sonora.

Se colectaron ejemplares de *Gracilaria vermiculophylla* en el mes de junio, en el área de la escollera de Camahuiroa (26°29'21"N, 109°15'52"O), aprovechando una bajamar y condiciones adecuadas de viento en la zona. Se seleccionaron las algas más brillantes y sanas; se colocaron alrededor de dos kilogramos en bolsas plásticas en seco, dentro de una hielera. En el laboratorio, se lavaron cuidadosamente con abundante agua de mar filtrada, y con ayuda de un cepillo muy fino se eliminaron epicomensales y arena adheridos; fueron pesadas en una báscula analítica y se colocaron  $364.67 \pm 6.35$ g en tres cilindros de acrílico transparente (tratamiento) con 120 l de agua marina. La iluminación y temperatura fueron bajo condiciones ambientales de invernadero.

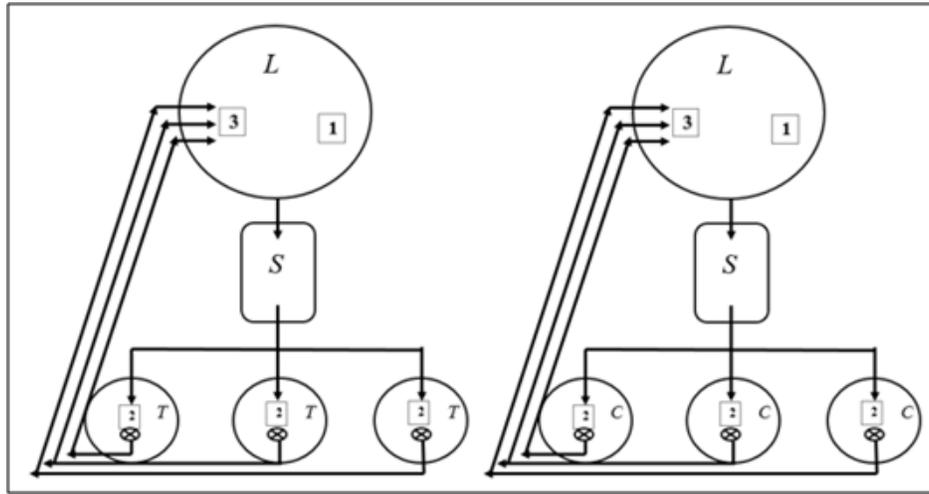
Los nauplios fueron proporcionados por un laboratorio productor de postlarvas en estadio de Nauplio 5; se aclimataron y contaron por método volumétrico. Se colocaron 36,000 nauplios en las tinas de tratamiento y control con 250 l de agua marina y se suministraron 60,000 células por mililitro de la microalga *Thalassiosira* sp., como alimentación inicial. A partir del estadio Zoea I se tomaron muestras diarias de organismos para observar condición fisiológica en microscopio de campo de campo claro Axiolab (Zeiss) y conteo de células por mililitro de microalga en la Cámara de Neubauer. Basado en estas observaciones se ajustaron diariamente las raciones de alimento teniendo como referencia el protocolo de alimentación de un laboratorio de producción de postlarvas. Se realizaron muestreos diariamente

para análisis bacteriológicos de microorganismos heterótrofos totales y *Vibrio* de los tanques de cultivo y de la microalga. Después de 18 días, cuando las larvas estuvieron en el estadio de postlarva 12 (PL12), fueron colectadas, medidas y pesadas para estimar crecimiento y sobrevivencia. El cultivo se mantuvo bajo condiciones ambientales, monitoreando periódicamente las variables principales de la calidad del agua: dos veces por día temperatura y el oxígeno, y una vez por día la salinidad, el pH, amonio, nitritos y nitratos, utilizando técnicas estándar.

Del día 1 al 8 se incorporó agua y microalgas a los tanques de cultivo para recuperación y aumento de niveles hasta llegar a los 360 l, y al día 9 se inició la recirculación, drenando inicialmente agua de los tanques de cultivo hacia un tanque sedimentador y posteriormente a los cilindros y réplicas de 120 l que contenían las algas. El agua se retornó a los cultivos con ayuda de cabezas de poder marca Evans, conectadas a la tubería del sistema. Del día 10 al 18 se tomaron muestras para la medición de niveles de nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos tanto a la entrada como a la salida del tratamiento y del control para calcular la remoción de estos compuestos (Figura 1).

### Resultados y discusión

Las algas colectadas (*Gracilaria vermiculophylla*) fueron encontradas a una profundidad de 60-100 cm. La temperatura a la que se encontraron fue de 28°C y durante los dos días de aclimatación se mantuvieron a  $30.2 \pm 0.9$ °C. Diversos trabajos sobre algas marinas han reportado las actividades antibacterianas in vitro, como una alternativa a los antibióticos comúnmente utilizados, y propiedades nutritivas al co-cultivarlas con organismos marinos, así como mejoradores de la calidad del agua al utilizarlas como biorremediadoras. En estos y otros trabajos se ha demostrado que varias especies del género *Gracilaria*, poseen dichas actividades (Abreu et al., 2009; Cruz-Suarez, et al., 2008; Han et al., 2013; Lavanya y Veerappan, 2011; Vijayabaskar y Shiyamala, 2011). Especies del género *Gracilaria*, tienen distribución mundial y su presencia en el ambiente marino obedece a las condiciones climáticas a lo largo del año (Han et al., 2013; Lavanya y Veerappan, 2011; Ríos et al., 2009), predominando su incremento a partir de primavera y finalizando en invierno; según lo reportado por



**Figura 1.** Representación esquemática del sistema de biorremediación con macroalgas. Las flechas indican los flujos de agua, (L) Tanque de cultivo de larvas *L. vannamei*, (S) Tanque de sedimentación, (T) Tratamiento, (C) Control, (1) Punto de muestreo a tanque de cultivo, (2) Punto de muestreo de entrada de agua a tratamiento y control, (3) Punto de muestreo de salida de agua de tratamiento y control.

Saad-Navarro y Riosmena-Rodríguez (2005), para las algas rojas, división a la cual pertenecen el Orden de las Glacilariales y que las encuentran para el área de Baja California Sur, región vecina a dónde se hicieron los aislamientos para este experimento. El uso de *Gracilaria vermiculophylla* como agente biofiltrador o biorremediador en cultivos multitróficos integrados con diferentes especies acuáticas, y en donde la remoción de nutrientes en cultivos intensivos, es la preocupación contante para lograr una acuicultura sustentable, ha sido bien documentada (Abreu *et al.*, 2011; Sánchez-Romero, 2013; Skriptsova y Miroshnikova, 2011). No existen reportes de este tipo de metodologías aplicadas a la producción de larvas de *Litopenaeus vannamei*, por lo que el presente estudio adquiere relevancia.

Las variables ambientales de los cultivos larvarios, fueron similares en el tratamiento y en el control, aun cuando no se mantuvieron en condiciones controladas. Durante el desarrollo del cultivo larvario las variables físico químicas se mantuvieron dentro de los valores recomendados para el cultivo de *L. vannamei* (Tabla 1).

Se encontró diferencia significativa entre tratamiento y control respecto a la concentración de compuestos nitrogenados. En ambos, los valores de TAN se mantuvieron dentro de los límites aceptables para el camarón según Martínez-Córdova (2009). Durante el día 9 se presentó el valor más alto, de 1.35 mg l<sup>-1</sup> en el tratamiento y 1.87 mg l<sup>-1</sup>

en el control, y se inició la recirculación en el sistema en el estadio de PL3. En los próximos tres días, la concentración disminuyó abruptamente tanto en el tratamiento como en el control, y mientras en el tratamiento las concentraciones se mantuvieron bajas hasta el final del experimento, en el control se elevaron de nuevo a partir del día 12 (Figura 2a). Aunque los valores de nitritos NO<sub>2</sub> y nitratos NO<sub>3</sub> presentaron su valor máximo en el día 8 se mantuvieron dentro de los límites aceptables para *L. vannamei*. Los valores máximos de nitratos fueron de 8.9 mg l<sup>-1</sup> en el tratamiento y 7.1 mg l<sup>-1</sup> en el control (Figura 2b) y los valores máximos de nitritos fueron de 0.30 mg l<sup>-1</sup> en el tratamiento y 0.23 en el control (Figura 2c). La remoción de TAN en el sistema integrado con *G. vermiculophylla* fue del 59%, mientras que en el control únicamente se removió en promedio el 12%.

La respuesta productiva de las larvas se resume en la tabla 2. Las postlarvas del tratamiento alcanzaron una ganancia de peso de 0.002 g en promedio, con una talla de 7.6 mm, ligeramente inferior a los 0.003g y 8.12 mm observados en el control. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa (p>0.05). La sobrevivencia alcanzada por las larvas en el tratamiento y control fue del 61% y 50% respectivamente. De los 364.7 ± 6.4 g colocados inicialmente de macroalgas en el tratamiento, se cosecharon 427.3 ± 41.2 g, es decir que se obtuvo un incremento medio en la biomasa de 62.6 g (17%).

Tabla 1. Variables fisicoquímicas ambientales durante el cultivo de postlarvas de *L. vannamei*.

	Tratamiento Media ± DS	Control Media ± DS
Temperatura (°C)	32.6 ± 1.4	32.5 ± 1.6
Oxígeno (mg l <sup>-1</sup> )	4.9 ± 1.5	4.9 ± 0.3
Salinidad (ppm)	37.4 ± 1.6	36.7 ± 1.4
pH	8.0 ± 0.2	8.0 ± 0.2

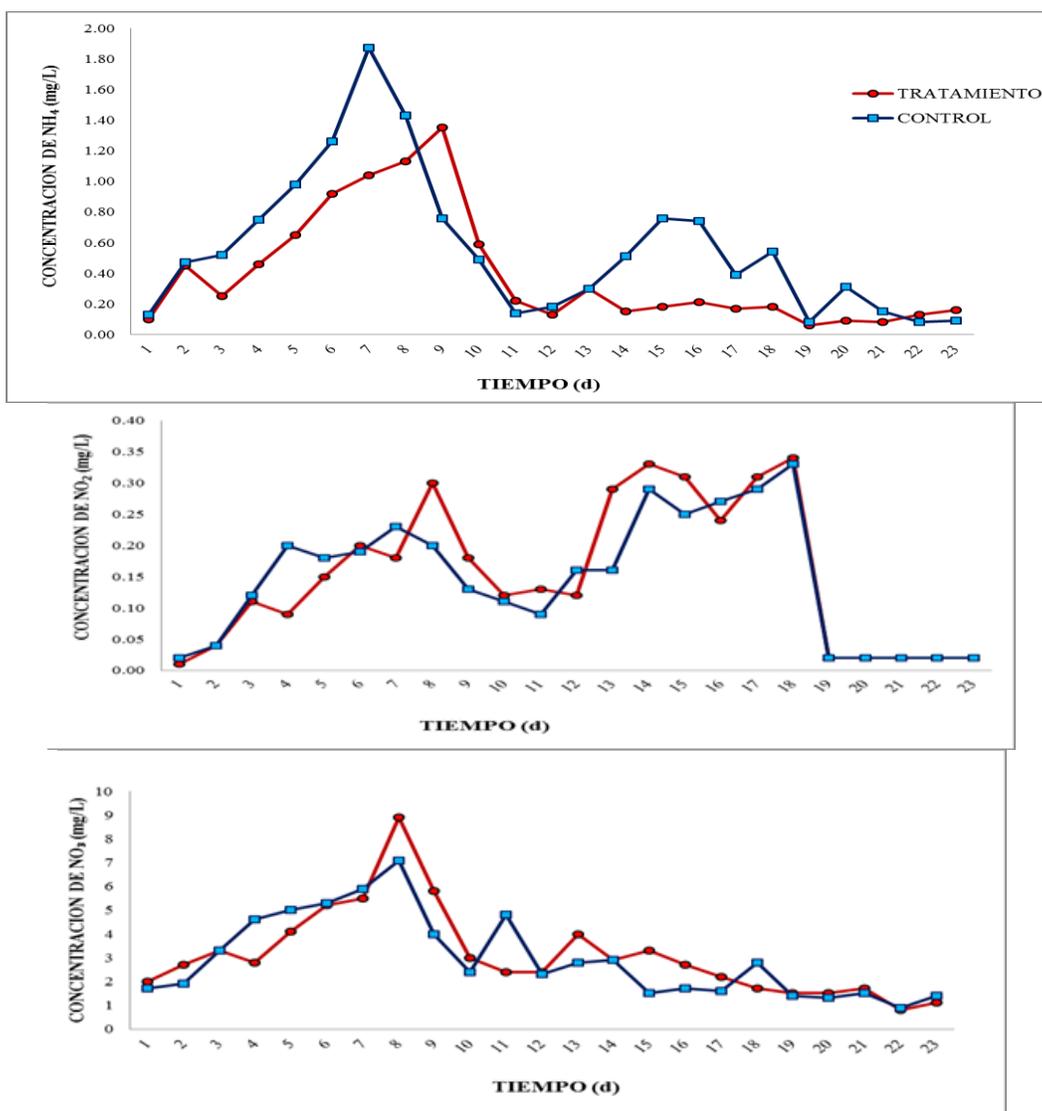


Figura 2. a) Concentración de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> mg l<sup>-1</sup>, b) Concentración de NO<sub>2</sub> mg l<sup>-1</sup>, c) Concentración de NO<sub>3</sub> mg l<sup>-1</sup>.

Los máximos crecimientos de *Vibrio* en el tratamiento fueron en el día 12 con 890 UFC ml<sup>-1</sup>, mientras que en el control el máximo se observó en el día 11 con 950 UFC ml<sup>-1</sup>. Los máximos crecimientos de heterótrofos totales fueron de 51,300 UFC ml<sup>-1</sup> al segundo día en el tratamiento y 36,300 UFC ml<sup>-1</sup> al tercer día en el control (Figura 3). Es importante llevar un seguimiento de los crecimientos bacterianos en los sistemas de cultivo, y principalmente las bacterias del género *Vibrio*, ya que según Lightner y Redman (1998), los problemas ocasionados por bacterias en los sistemas de cultivo larvario de camarón son considerados

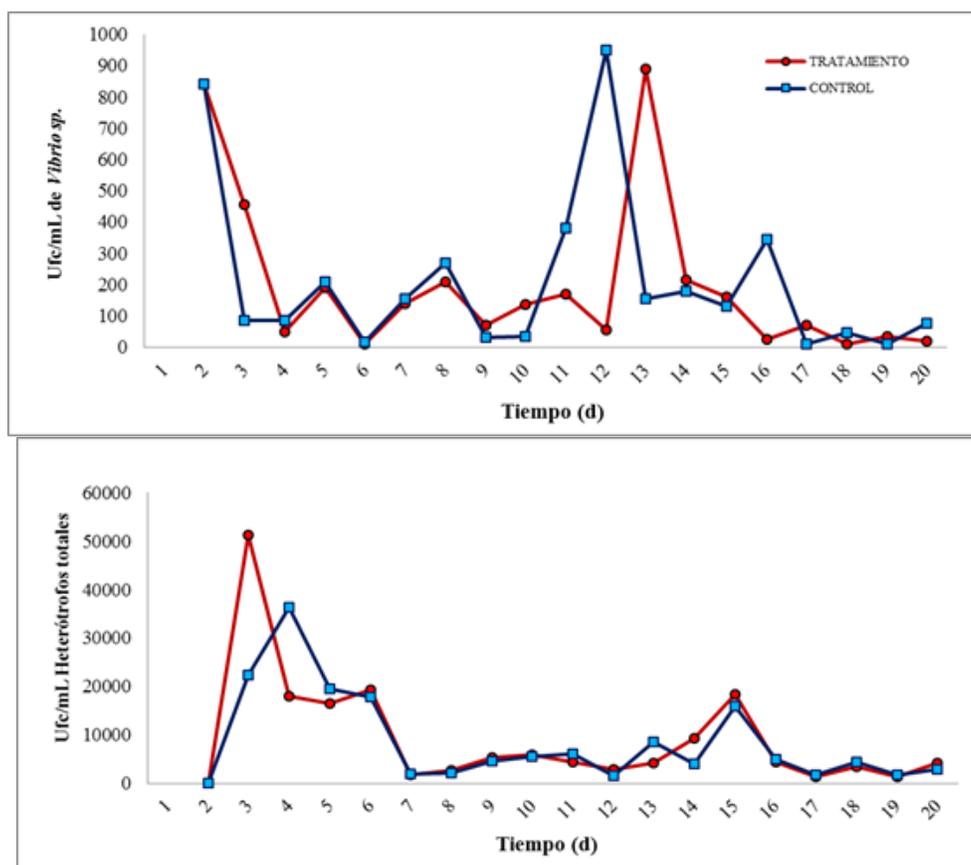
como los principales causantes de mortalidad en todo el mundo por que las comunidades bacterianas son susceptibles a las fluctuación de las variables que ocurren durante el desarrollo del cultivo larvario, y en muchas ocasiones un aumento en el número hace que proliferen patógenos nocivos que provocan mortandad en los organismos cultivados (Morales-Covarrubias, 2010).

### Conclusiones

Con los estudios realizados se ha demostrado que la macroalga *Gracilaria vermiculophylla* es eficaz en

**Tabla 2. Respuesta productiva de *L. vannamei* en el cultivo larvario con *G. vermiculophylla*.**

	Tratamiento	Control
<b>Peso final larvas (g)</b>	<b>0.002 ± 0.0001</b>	<b>0.003 ± 0.0001</b>
<b>Talla final larvas (mm)</b>	<b>7.6 ± 0.83</b>	<b>8.1 ± 1.00</b>
<b>Sobrevivencia</b>	<b>61%</b>	<b>50%</b>



**Figura 3. Crecimiento bacteriano de *Vibrio* spp. y heterótrofos totales.**

la remoción de N inorgánico en forma de amonio durante el cultivo larvario de *Litopenaeus vannamei* y que su integración a los sistemas de cultivo cerrados de cría de postlarvas (en recirculación), puede representar una eficiente alternativa para mantener los niveles de amonio dentro de los límites permisibles para el cultivo, disminuyendo el uso de agua de recambio.

## Bibliografía

- Abreu, M.H., Rui, P., Yarish, Ch., Buschmann A.H., Sousa-Pinto, I. 2011. IMTA with *Gracilaria vermiculophylla*: Productivity and nutrient removal performance of the seaweed in a land-based pilot scale system. *Aquaculture* 312: 77-87.
- Abreu, M.H., Varela, D.A., Henríquez, L., Villarroel, A., Yarish, Ch., Sousa-Pinto, I., Buschmann A.H. 2009. Traditional vs. Integrated Multi-Trophic Aquaculture of *Gracilaria chilensis* C.J. Bird, J. McLachlan & E.C. Oliveira: Productivity and physiological performance. *Aquaculture* 293: 211-220.
- Bardach, J.E. 1997. Acuaquaculture, prollution and biodiversity. P. 89-99. En: J. E. Bardach (ed.), *Sustainable Acuaquaculture*. John Willy & Sons. USA.
- Bhakuni, D. y Silva, M. 1974. Biodynamic substances from marine flora. *Botanica Marina* 27:40-51.
- Bourgaud, F., Gravot, A., Milesi, S. Gontier, E. 2001. Production of plant secondary metabolites: a historic perspective. *Plant Science* 161, 839-851.
- Chaitanawisuti, N., Santhaweesuk, W., Kritsanapuntu, S. 2011. Performance of seaweeds *Gracilaria salicornia* and *Caulerpa lentillifera* as biofilters in a hatchery scale recirculating aquaculture system for juvenile spotted babylons (*Babylonia areolata*). *Aquaculture Int.* 19: 1139-1150.
- Cruz-Suárez, L.E., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Ricque-Marie, D. 2008. A Review of the Effects of Macroalgae in Shrimp Feeds and in Co-Culture. En: *Avances en Nutrición Acuicola IX, IX Simposio Internacional de Nutrición Acuicola*. Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villareal-Cavazos D.A., Lazo, J.P., Viana M.A. eds. UANL, Nuevo León, México. Noviembre 24-27. Pp. 304-333.
- FAO. 2016. Resumen El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Roma. 23 p.
- Granada, L., Sousa, N., Lopes, S., Lemos, M. 2015. Is integrated multitrophic aquaculture the solution to the sectors' major challenges?- a review. *Reviews in Aquaculture* 6: 1-18.
- Han, T., Jiang, Z., Fang, J., Zhang, J., Mao, Y., Zou, J., Huang, Y., Wang, D. 2013. Carbon dioxide fixation by the seaweed *Gracilaria lemaneiformis* in integrated multi-trophic aquaculture with the scallop *Chlamys farreri* in Sanggou Bay, China. *Aquacult Int* 21:1035-1043.
- Jiménez, M.G., Balcazar, J.L. 2003. Uso de filtros biológicos en larvicultura de *Litopenaeus vannamei*. *Principios generales*. *Revist Aquatic* No. 18: 11-14.
- Lavanya, R., Veerappan, N. 2011. Antibacterial Potential of Six Seaweeds Collected from Gulf of Mannar of Southeast Coast of India. *Advances in Biological Research* 5 (1): 38-44.
- Lightner, D.V. y Redman, R.M. 1998. Shrimp diseases and current diagnostic methods. *Aquaculture* 164:201-220.
- Marinho-Soriano, E. Azevedo C.A.A., Trigueiro, T.G., Pereira, D.C., Carneiro, M.A.A., Camara, M.R. 2011. Bioremediation of aquaculture wastewater using macroalgae and *Artemia*. *International Biodeterioration* 65: 253-257.
- Martínez-Córdova, L. 2009. *Camaronicultura Sustentable: Manejo y Evaluación*. Ed. Trillas. Primera Edición. México, D.F. 176 p.
- Martínez-Córdova, L.R., López-Elías, J.A., Leyva-Miranda, J.G., Armenta-Ayon L., and Martínez-Porchas, M. 2011. Bioremediation and reuse of shrimp Aquaculture effluents to farm White leg shrimp, *Litopenaeus vannamei*: A first approach. *Aquaculture Research*, 42, 1415-1423.
- Morales-Covarrubias, M.S. 2010. Enfermedades del camarón: detección mediante análisis en fresco e histopatología. 2a. Ed. Trillas-CIAD. México, D.F. 180 p.
- Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405, 1017-1024.
- Paez-Osuna F. 2001. *Camaronicultura y medio ambiente*. Programa universitario de alimentos. Universidad de Texas. 452 p.
- Ríos, N., Medina, G., Jiménez, J., Yáñez, C., García, M.Y., Di Bernardo, M.L., Gualtieri M. 2009. Actividad antibacteriana y antifúngica de extractos de algas marinas venezolanas. *Rev peru biol* 16(1): 097- 100.
- Saad-Navarro, G., Riosmena-Rodríguez, R. 2005. Variación espacial y temporal de la riqueza florística de macroalgas en la zona rocosa de Bahía de Muertos, B.C.S. México. *Ciencia y mar* IX (26): 19-32.
- Sánchez-Romero, A. 2013. Evaluación del efecto de la iluminación en la remoción de nitrógeno por *Gracilaria vermiculophylla* en un cultivo integrado con camarón *Litopenaeus vannamei* en sistema de recirculación. Tesis Doctoral. Universidad de Sonora, México.
- Seenivasan, R., Indu, H., Archana, G., Geetha S. 2010. The Antibacterial Activity of Some Marine Algae from South East Coast of India. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 9 (5): 480-489.
- Skriptsova A.V., Miroshnikova, N.V. 2011. Laboratoru experiment to determine the potential of two macroalgae from the Russian Far-East as biofilters for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) *Bioresource Technology* 102 : 3149-3154.
- Tacon, A.G.H. 2002. Thematic review of feeds and feed management practices in shrimp aquaculture. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO consortium program on shrimp farming and the environment. Work in progress for public discussion. Publisher by the consortium. 69 p.
- Vijayabaskar, P., Shiyamala, V. 2011. Antibacterial Activities of Brown Marine Algae (*Sargassum wightii* and *Turbinaria ornata*) from the Gulf of Mannar Biosphere Reserve. *Advances in Biological Research* 5 (2): 99-102