



DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE BACTERIAS EN ZONA DE EFLUENTE CAMARONÍCOLA

DETERMINATION OF BACTERIAL LOAD IN DISCHARGE AREA OF SHRIMP FARM EFFLUENT

Marco Antonio López-Torres^{1*}, Blanca Esthela Chomina-Huérigo², María de los Ángeles Haros-Méndez², Ramón Héctor Barraza-Guardado¹ y Eduardo Valdez-Holguín¹

¹Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. Blvd. Colosio s/n entre Reforma y Sahuaripa. CP 83000, Hermosillo, Sonora. ²Departamento de Ciencias Químico-Biológicas. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora

RESUMEN

El presente estudio se realizó para determinar las condiciones bacteriológicas de un efluente de granjas de camarón y su efecto en la zona de descarga en Bahía de Kino, Sonora. Durante el ciclo de cultivo de camarón (abril a octubre de 2007) se colectaron muestras de agua en variaciones diurnas mensuales, en tres zonas relacionadas al dren de descarga: Alcatraz (control), boca del dren e interior del dren. Se cuantificaron bacterias heterótrofas viables (BHV) y bacterias tipo *Vibrio* (BTV) a través de medios de cultivo comerciales. La cantidad de BHV y BTV varió entre Alcatraz (menor) y las otras zonas. La mayor concentración para BHV fue de $4,2 \times 10^4$ UFC/mL en el dren y de $1,9 \times 10^3$ UFC/mL para BTV en la boca, sin embargo, en la etapa de mayor flujo del dren la carga de BTV en Alcatraz alcanzó valores de $2,5 \times 10^2$ UFC/mL. De manera general, la concentración de bacterias en la zona de descarga fue determinada por los flujos de agua proveniente del dren y potencialmente diseminadas por las mareas y corrientes superficiales a zonas alejadas del punto receptor, con lo cual existe la posibilidad de afectación de cultivos ostrícolas comerciales mantenidos en la zona con su potencial efecto negativo en la salud de los consumidores.

Palabras clave: bacterias heterótrofas, vibrios, efluentes, eutrofización

ABSTRACT

We conducted this study to determine the bacteriological conditions of a shrimp farm effluent and its effect on the concentration of bacteria in the discharge area in Bahía de Kino, Sonora. During a cycle of shrimp culture (April to October, 2007), water samples were collected in monthly diurnal variations in three areas related to discharge drain: Alcatraz (control), drain mouth and inside drain. Viable heterotrophic bacteria (BHV) and *Vibrio*-like bacteria (BTV) were quantified through commercial culture media. The quantity of BHV and BTV varied significantly between Alcatraz (low) and the other zones. The highest concentration was $4,2 \times 10^4$ UFC/mL for BHV into the drain and $1,9 \times 10^3$ CFU / mL for BTV in the mouth of the drain. However, during the period of greatest drain flow, levels of BTV in Alcatraz reached values of $2,5 \times 10^2$ CFU / mL. In general, the concentration of bacteria in the discharge area was determined by the flow of water from the drain and spread by the tides and surface currents to remote areas of the receptor point, which provides the possibility of negative

affection of commercial oyster cultures maintained in the area with its potential effect on the health of the consumers.

Keywords: heterotrophic bacteria, vibrios, effluents, eutrophication

INTRODUCCIÓN

El cultivo de camarón se ha convertido en una industria importante en muchas partes del mundo, sin embargo, esta actividad tiene el potencial para impactar adversamente las aguas costeras adyacentes a las zonas de descarga (Páez-Osuna, 2001), pudiendo llegar a modificar la biodiversidad y cadenas alimenticia de dichas zonas (Serrano-Grijalva *et al.*, 2012; De Silva, 2012), sobre todo en aquellos países donde las normas regulatorias son flexibles o inapropiadas y donde la industria ha crecido intensamente, como sucede en el noroeste de México. En el Estado de Sonora, la operación de granjas camaroneras alcanzaron más de 25000 hectáreas de cultivo de camarón durante 2011 (COSAES, 2012), lo cual pone de manifiesto la importancia que la industria tiene en la región. Ésto genera grandes cantidades de aguas de desecho que son arrojadas directamente a los cuerpos costeros adyacentes, cuyo potencial de amortiguamiento puede no ser suficiente para contrarrestar el efecto ambiental de las descargas (Páez-Osuna, 2001, De Silva, 2012). Rosenberry (1994), atribuyó una caída del 16% en la producción acuícola mundial entre 1992 y 1993 a problemas ambientales. Estos casos se han presentado cuando las granjas son operadas en estuarios o lagunas congestionadas o áreas de bahía afectadas por desechos municipales.

Las descargas de granjas de camarón han sido bien caracterizadas (Lawrence *et al.*, 2001), aunque en algunas partes del mundo (como en México) los estudios han sido limitados. La conexión entre los efluentes de granjas y deterioro ambiental se ha relacionado con la eutrofización de cuerpos de agua receptores de las descargas (Feng *et al.*, 2004; Gyllenhammar y Hakanson, 2005; Martínez-Córdova 2009, Serrano-Grijalva *et al.*, 2012). La eutrofización es el enriquecimiento de cuerpos de agua con materia orgánica, ocasionado principalmente por el alimento no consumido o lixiviado (Focardi *et al.*, 2005; Crab *et al.*, 2007) y por la fertilización orgánica e inorgánica en las granjas acuícolas (Burford y Williams, 2001; Tacon y Forster, 2003), lo cual puede causar serios problemas a las comunidades bióticas de los ecosistemas receptores, como florecimientos explosivos de fitoplancton (Alonso-Rodríguez y Páez-Osuna, 2003), al-

*Autor para correspondencia: Marco Antonio López Torres
Correo electrónico: malopez@guayacan.uson.mx

Recibido: 19 de octubre de 2012

Aceptado: 9 de enero de 2013

gunas veces de especies tóxicas; enterramiento y muerte de comunidades bentónicas en las áreas cercanas a la descarga, olores indeseables y probable presencia de organismos patógenos (Martínez-Córdova y Enríquez-Ocaña, 2007; Anand Ganesh *et al.*, 2010).

Zonas de alta incidencia de granjas camaroneras, donde convergen drenes y tomas de agua entre granjas vecinas, son un medio idóneo para compartir agentes patógenos tipo virus (Flegel, 2006; Sánchez-Martínez *et al.*, 2007, Esparza-Leal *et al.*, 2009), vibriosis (Kuo-Kau *et al.*, 1996; Morales, 2008; Venkateswara, 2008) o infecciones mixtas (Anand Ganesh *et al.*, 2010), que pueden ocasionar mortalidades de hasta el 100% de los cultivos afectados (Brock y Main, 1994; Lighthner, 1996).

La aportación de especies bacterianas con características patogénicas y con resistencia a antibióticos de aguas receptoras, puede generar afecciones a otras poblaciones de importancia comercial cultivadas en las zonas de descargas, como puede ser el caso de cultivos ostrícolas (Páez-Osuna, 2001), con el daño potencial a los consumidores de estos productos.

El presente estudio es el primer trabajo en la región cuyo objetivo fue cuantificar el aporte de bacterias y su dispersión potencial hacia zonas adyacentes al punto de descarga de un dren colector de efluentes de granjas de camarón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

En el área de estudio, localizada en Bahía de Kino, Sonora, México, se ubicaron tres zonas de muestreo señaladas como: (1) Alcatraz (latitud: 28.80366 y longitud: 111.95093), zona control, ubicada fuera de la influencia de las descargas; (2) boca (latitud 28.7768 y longitud 111.930); (3) dren (latitud 28.74182 y longitud 111.88455) (Figura 1).

Los muestreos se realizaron al inicio y final de un ciclo de cultivo de camarón, en los meses de Abril (dos muestreos), Mayo y Octubre de 2007. En cada muestreo se realizaron variaciones diurnas con intervalos de cuatro horas. Se utilizó una embarcación con motor fuera de borda de 50 hp para la movilización entre las estaciones de muestreo.

Toma de Muestra de Agua

Se tomaron asépticamente muestras de agua, en cada estación y hora de muestreo, en bolsas estériles (Whirl-pack®) de 120 mL de capacidad. Las muestras de agua se mantuvieron alejadas de la luz y en frío hasta su análisis.

Cuantificación de Bacterias Heterótrofas Viables (BHV) y Bacterias Tipo *Vibrio* (BTV)

La siembra de las muestras se llevó a cabo por medio de la técnica de siembra en superficie (APHA, 1992), a partir de diluciones seriadas. Alícuotas de 0.1 mL se inocularon por duplicado en placas de Agar Marino (DIFCO) para cuantificar BHV y en agar TCBS (DIFCO), para BTV. Las placas se incubaron a 30±2 °C por 48±2 horas, posteriormente se hicieron los conteos de las colonias y se expresaron en unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL).

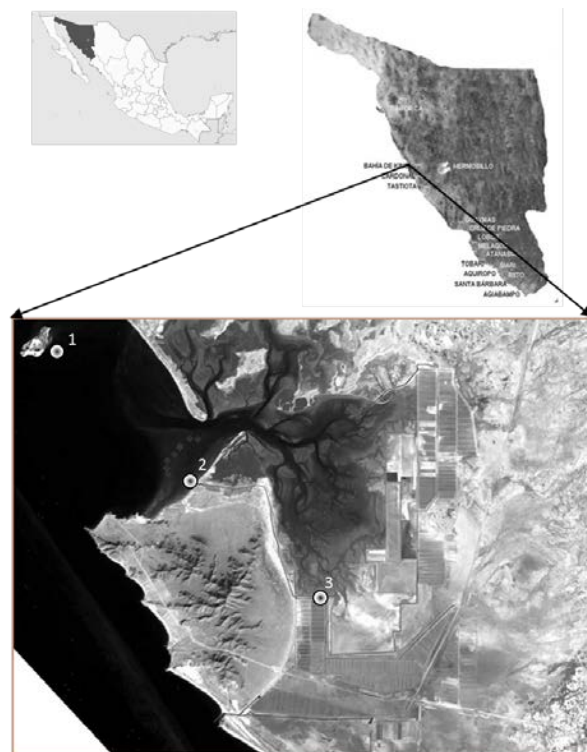


Figura 1. Estaciones de muestreo en Bahía de Kino, Sonora. 1: Alcatraz, 2: boca y 3: dren

Figure 1. Sampling stations in Bahía de Kino, Sonora. 1: Alcatraz, 2: drain mouth, and 3: inside drain

Análisis Estadístico

Los conteos de bacterias fueron transformados a Log_{10} para normalizar los datos. Se aplicó un análisis de varianza de una vía con su respectiva prueba a posteriori (LSD) para determinar diferencias entre concentraciones promedio de los grupos de bacterias y la zona de muestreo. Se utilizó el programa estadístico ProStat, versión 2003.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La región acuícola de Bahía de Kino, Sonora, comprende un área espejo de agua de 4700 hectáreas (COAES, 2012), de las cuales aproximadamente 1200 hectáreas de cultivo descargan sus aguas residuales en el dren de las zonas de muestreo del presente estudio. Los valores promedio presentados en las figuras corresponden a un máximo de 6 y un mínimo de 4 datos obtenidos durante las variaciones diurnas.

Durante el primer muestreo a principios Abril de 2007, no se encontraron diferencias estadísticas dentro de los grupos de bacterias cuantificados con relación a la zona estudiada ($P > 0,05$). Los valores promedio obtenidos de BHV fueron de $6,3 \times 10^2$ UFC/mL y $2,8 \times 10^3$ UFC/mL para Alcatraz y boca, respectivamente. Los valores para BTV fueron de $1,3 \times 10^1$ UFC/mL para Alcatraz y de $1,0 \times 10^1$ UFC/mL para boca (Figura 2). Estos datos son un indicador de las condiciones libres de impacto por efecto de operación de la granja acuícola, en los

últimos cinco meses sin actividad productiva de las granjas, por lo tanto no se producían efluentes. López-Torres *et al.* (2007), Salcido-Real (2011) y Huerta Aldaz *et al.* (2012), encontraron valores similares de ambos grupos de bacterias en muestras del estero Santa Cruz, durante las etapas iniciales del funcionamiento del dren y en agua de alimentación de una granja ubicada al sur de la zona de influencia del dren. Lo anterior es indicativo de que en aguas sin influencia del dren, la carga de bacterias en aguas costeras no tiene un efecto negativo. Sin embargo, al iniciar la operación de las granjas y generar los recambios de agua a finales del mes de Abril, la concentración de BHV se incrementó significativamente tanto en el dren como en la boca, alcanzando valores promedio de $1,8 \times 10^4$ y $1,9 \times 10^3$ UFC/mL, respectivamente, con relación a lo cuantificado en Alcatraz ($5,6 \times 10^1$ UFC/mL), cuyos valores fueron inferiores a los del muestreo a principios de Abril. En cambio, la carga de BTV no presentó diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las tres zonas con valores que alcanzaron un promedio de $3,2 \times 10^1$ UFC/mL (Figura 3), lo que significó escaso aporte de bacterias vibrios de los efluentes.

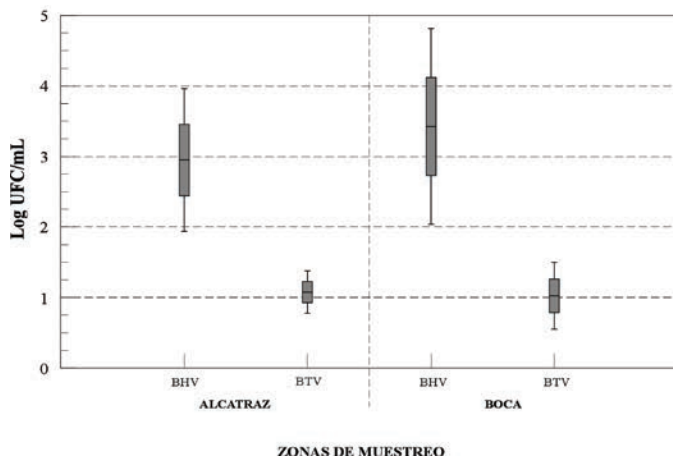


Figura 2. Valores promedio de bacterias en las dos zonas durante el muestreo de 1 – 2 de abril de 2007 antes de la operación de la granja. No se encontró diferencia ($P > 0,05$) dentro de los grupos bacterianos. BHV: bacterias heterótrofas viables; BTV: bacterias tipo *Vibrio*

Figure 2. Bacteria average values of the two sampling areas during 1-2 April before the farm operation. No differences were found in the bacterial groups ($P > 0,05$). BHV: viable heterotrophic bacteria; BTV: *Vibrio*-like bacteria

Durante el mes de mayo (Figura 4), con mayor incremento de los recambios de agua (aproximadamente para esta etapa del cultivo del 4-5% diario), la concentración de ambos grupos de bacterias, tanto en la boca (BHV: $2,5 \times 10^4$ UFC/mL; BTV: $5,0 \times 10^2$ UFC/mL) como en el dren (BHV: $3,2 \times 10^4$ UFC/mL; BTV: $4,0 \times 10^2$ UFC/mL), se incrementó significativamente con relación a la carga encontrada en Alcatraz (BHV: $2,9 \times 10^4$ UFC/mL; BTV: $4,5 \times 10^2$ UFC/mL). La elevación de una potencia de

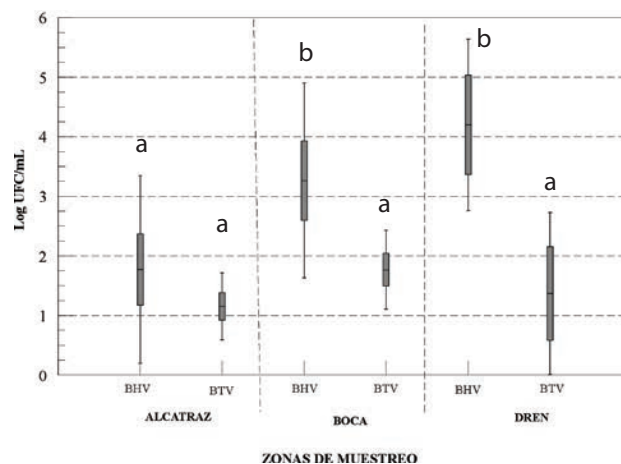


Figura 3. Valores promedio de bacterias en las tres zonas durante el muestreo del 22–23 de Abril. Primer recambio de agua de la granja. Letras diferentes representan diferencias ($P < 0,05$) dentro de los grupos bacterianos. BHV: bacterias heterótrofas viables; BTV: bacterias tipo *Vibrio*

Figure 3. Bacteria average values of the three sampling areas during April 22-23. First water exchange of the farm. Different letters represent differences in bacterial groups ($P < 0,05$). BHV: viable heterotrophic bacteria; BTV: *Vibrio*-like bacteria

las BHV en Alcatraz, con relación al mes anterior, pudo deberse al transporte de material proveniente del dren a través de las mareas de la época. La elevación de las BTV en las aguas del dren es un comportamiento característico durante un ciclo de cultivo, debido a que en la época cálida y con suficiente alimento, las bacterias del género *Vibrio* tienden a incrementarse (Lightner, 1996; Sharmila *et al.*, 1996). Este hecho soporta que exista un mayor aporte de este tipo de bacterias de la granja a través de las descargas lo que genera el incremento en la zona de la boca y por lo tanto hacia el interior de la Bahía. Para el muestreo de Octubre (Figura 5), las concentraciones de ambos grupos bacterianos presentaron el mismo comportamiento que lo observado durante el mes de mayo. Sin embargo, en este caso las diferencias de promedios entre dren y Alcatraz no fueron tan amplias como las registradas en el muestreo del mes de Mayo. Lo anterior se puede atribuir a una mayor descarga de agua del dren, ya que durante esta etapa del cultivo por lo general realizan las cosechas finales del camarón, alcanzando valores de recambios de agua en los estanques de alrededor del 10% por día, lo anterior indica una mayor descarga de agua y materia orgánica hacia la Bahía, lo cual debido a los efectos de las mareas y/o vientos generadores de corrientes superficiales pudo haber dispersado bacterias hasta la zona de Alcatraz. Las cargas promedio de $1,8 \times 10^3$ UFC/mL para BHV y $2,5 \times 10^2$ UFC/mL para BTV en esta zona (Alcatraz) son comparables con valores iniciales de estas bacterias en estanques de cultivo (Cáñez-Figueroa, 2011; Moreno-Arias y Urquidez-Bejarano, 2011; Rosales-Leija, 2012; Salcido-Real, 2012).

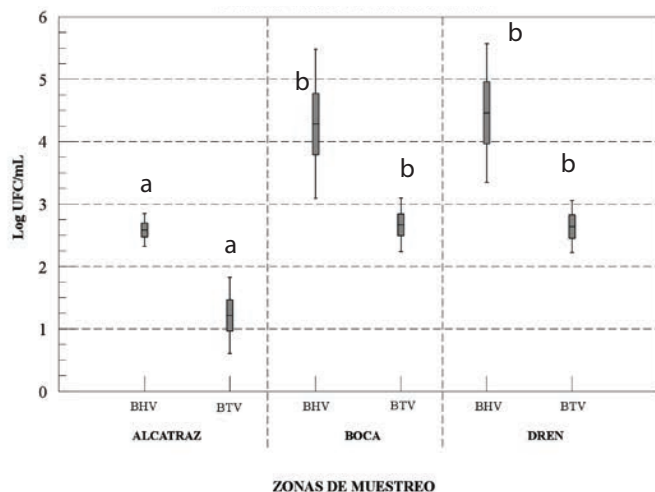


Figura 4. Valores promedio de bacterias en las tres estaciones durante el muestreo del 20 – 21 de Mayo. Letras diferentes representan diferencias ($P < 0,05$) dentro de los grupos bacterianos. BHV: bacterias heterótrofas viables; BTV: bacterias tipo *Vibrio*

Figure 4. Bacteria average values of the three sampling areas during May 20-21. Different letters represent differences in bacterial groups ($P < 0,05$). BHV: viable heterotrophic bacteria; BTV: *Vibrio*-like bacteria

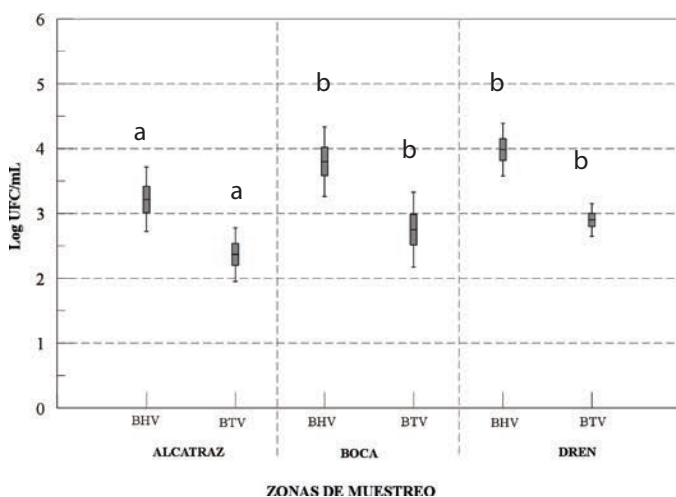


Figura 5. Valores promedio de bacterias en las tres zonas durante el muestreo del 7 – 8 de Octubre. Letras diferentes representan diferencias ($P < 0,05$) dentro de los grupos bacterianos. BHV: bacterias heterótrofas viables; BTV: bacterias tipo *Vibrio*

Figure 5. Bacteria average values of the three sampling areas during 7-8 October. Different letters represent differences in bacterial groups ($P < 0,05$). BHV: viable heterotrophic bacteria; BTV: *Vibrio*-like bacteria

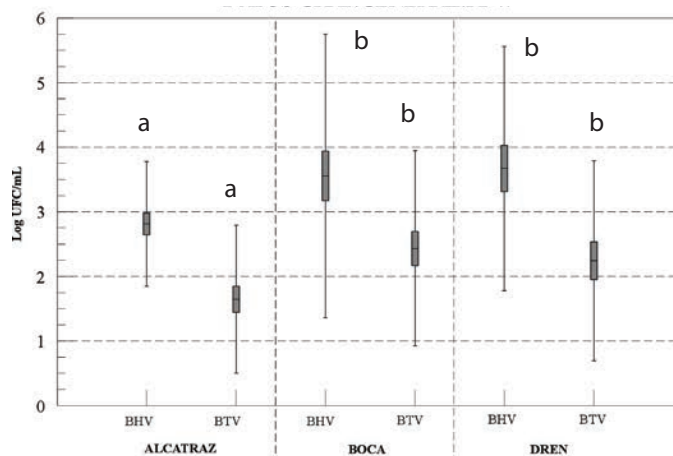


Figura 6. Valores promedio de bacterias en las tres estaciones durante todo el estudio. Letras diferentes representan diferencias ($P < 0,05$) dentro de los grupos bacterianos. BHV: bacterias heterótrofas viables; BTV: bacterias tipo *Vibrio*

Figure 6. Bacteria average values of the three sampling areas for the three stations throughout the study. Different letters represent differences in bacterial groups ($P < 0,05$). BHV: viable heterotrophic bacteria; BTV: *Vibrio*-like bacteria

En la Figura 6 se hizo una integración de las cargas promedio de bacterias registradas en las tres zonas para todos los muestreos realizados. Las concentraciones de BHV y BTV en el dren y la boca no presentaron diferencia estadística significativa ($P < 0,05$) entre ellas, pero diferentes estadísticamente a las encontradas en la Alcatraz. Esta diferencia con valores más altos de bacterias en el dren que descarga sus aguas residuales en la Bahía, podría indicar que las corrientes de mareas favorecen la dispersión de bacterias potencialmente patógenas hacia la bahía y el estero. Por observación visual directa, el material suspendido generado por las descargas del dren, fue conducido por la corriente de marea alta hacia el interior del Estero Santa Cruz, adyacente a la boca del dren. En este estero, tradicionalmente se han desarrollado desde hace décadas, cultivo de moluscos bivalvos a nivel comercial para consumo humano (Barraza-Guardado *et al.*, 2009; CO-SAES, 2012), los cuales pueden ser afectados por bacterias vibrios y, debido al comportamiento filtroalimentador de los moluscos cultivados, generan enfermedades gastrointestinales al consumidor. Los efectos de las descargas sobre las comunidades del necton y bentos de la zona, así como en los cultivos ostrícolas mantenidos en el estero aún no han sido evaluados, por lo que se recomienda realizar un monitoreo permanente de estos efluentes y determinar su potencial efecto negativo y establecer el tiempo de permanencia de estos componentes en la columna de agua, ya que de acuerdo a los datos obtenidos en este primer estudio las cargas de bacterias disminuyen durante el paro sanitario de las granjas.

CONCLUSIONES

Las granjas de camarón, a través de sus descargas de agua sobre la zona costera, aportan un número importante de BTV, lo cual es trascendente desde el punto de vista patológico y sanitario. Además, la corriente por diferencia de mareas juega un papel importante en la dispersión de bacterias hacia la Bahía y al Estero, con los riesgos potenciales que implicaría en el estado sanitario de los cultivos ostrícolas que operan en la zona.

REFERENCIAS

- Anand Ganesh, E., Sunita, D., Chandrasekar, K., Arun G. y Balamurugan, S. 2010. Monitoring of total heterotrophic bacteria and *Vibrio* spp. in an aquaculture pond. *Current Research Journal of Biological Sciences*. 2(1):48-52.
- Alonso-Rodríguez, R. y Páez-Osuna, F. 2003. Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture*. 219:317-336.
- APHA. 1992. Standard Methods for the examination of water and wastewater. Clescer L., A.E. Greenberg y R.R. Trussell (eds). 17va edición. Washington D.C. p. 9-61.
- Barraza-Guardado, R. H., Chávez-Villalba, J., Atilano-Silva, H. y Hoyos-Chairez, F. 2009. Seasonal variation in the condition index of Pacific oyster postlarvae (*Crassostrea gigas*) in a land-based nursery in Sonora, Mexico. *Aquaculture Research*. 40: 118-128.
- Brock, J.A. y Main, K.L. 1992. A guide to the common problems and disease of cultured *Penaeus vannamei*. The Oceanic Institute Honolulu, Hawaii. 234p.
- Burford, M.A. y Williams, K. 2001. The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. 2001. *Aquaculture*. 198:79-93.
- Cáñez-Figueroa, F.J. 2011. Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de un sistema cerrado de producción de camarón en la costa de Hermosillo, Sonora. Tesis de Maestría. Maestría en Ciencias en Acuicultura. Universidad de Sonora.
- COSAES. 2012. (Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora). [http://www.cosaes.com/\(09-octubre-2007\)](http://www.cosaes.com/(09-octubre-2007)).
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. y Verstraete, W. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*. 270:1-14.
- De Silva S.S. 2012. Aquaculture: a newly emergent food production sector-and perspectives of its impacts on biodiversity and conservation. *Biodiversity and Conservation*. 21(12):3187-3220.
- Esparza-Leal, H.M., Ecobilla-Bonilla, C.M., Casillas-Hernández, R., Álvarez-Ruiz, P., Portillo-Clark, G., Valerio-García, R.C., Hernández-López, J., Méndez-Lozano, J., Vivanco-Pérez, N. y Magallón-Barajas, F.J. 2009. Detection of White spot syndrome virus in filtered shrimp-farm water fractions and experimental evaluation of its infectivity in *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*. *Aquaculture*. 292:16-22.
- Feng, Y.Y., Hou L.C., Ping, N.X., Ling, T.D. y Kyo, C.I. 2004. Development of mariculture and its impacts in Chinese coastal waters. *Review Fish Biological Fisheries*. 14: 1-10.
- Flegel, 2006. Detection of major penaeid shrimp viruses in Asia, a historical perspective with emphasis on Thailand. *Aquaculture*. 258:1-33.
- Focardi, S., Corsi, I. y Franchi, E. 2005. Safety issues and sustainable development of European aquaculture: new tools for environmentally sound aquaculture. *Aquaculture International*. 13:3-17.
- Gyllenhammar, A. y Hakanson, L. 2005. Environmental consequence analyses of fish farm emissions related to different scales and exemplified by data from the Baltic - a review. *Marine Environment Research*. 60:211-243.
- Huerta-Aldaz, N., López-Torres, M.A., Valdez-Holguín J.E. y Barraza-Guardado R.H. 2012. Evaluation of culturable, nitrifying, ammonium-oxidizing, and metabolically active bacteria in shrimp farm effluents of Kino Bay, Sonora, México. *Archives of Biological Sciences, Belgrado*. 64(3):895-909.
- Kuo-Kau, L. Shu-Ru Y., Feng-Ruey C., Tun-I Y. y Ping-Chung, L. 1996. Virulence of *Vibrio alginolyticus* isolated from diseased tiger prawn, *Penaeus monodon*. *Current Microbiology*. 66(2):225-231.
- Lawrence, A., Castille, F., Samocha, T. y Velasco, M. 2001. Environmentally friendly or least polluting feed and feed Management for aquaculture. *Proceeding of the Special Session on Sustainable Shrimp Farming*. C.L.Browdy y D.E. Jory (Eds). *World Aquaculture Society*. 84-91.
- Lighner, D.V. 1996. A handbook of shrimp pathology and diseases of cultured penaeid shrimp. *World Aquaculture Society*, Baton Rouge, Louisiana. USA.
- López-Torres, M.A., López-Parra, Y. M. y Ortiz-Montoya, T. 2007. Bacteriología de cultivos ostrícolas en cuerpos de agua del norte y centro del Estado de Sonora. *Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico. CONAPESCA*. 4(40):10-13.
- Martínez-Córdova, L.R. y Enriquez-Ocaña, F. 2007. Study of the benthic fauna in a discharge lagoon of a shrimp farm with special emphasis on polychaeta. *Journal of Biological Science*. 7:12-17.
- Martínez-Córdova, L.R., Martínez-Porchas M. y Cortés-Jacinto E. 2009. Camaronicultura mexicana y mundial: Actividad sustentable o industria contaminante? *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 25:181-196.
- Morales, M.S.C. 2008. Enfermedades bacterianas. Patología e inmunología de camarones penaeidos. *Enfermedades bacterianas. Programa CYTED Red II-D vannamei*, Rep. de Panamá.
- Moreno-Arias, A. y Urquidez-Bejarano, P. 2011. Evaluación de la condición de salud, parámetros fisicoquímicos y de producción, durante un ciclo de cultivo de cama-

- rón blanco (*Litopenaeus vannamei*), en dos sectores de una granja del noroeste de México. Tesis de Licenciatura. Licenciatura en Biología. Universidad de Sonora.
- Páez-Osuna, F. 2001. Camaronicultura y Medio Ambiente. UNAM y El Colegio de Sinaloa, México, D.F.
- Rosales-Leija, M. 2012. Evaluación de un probiótico en cultivo comercial de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en Sonora, México. Tesis de Licenciatura. Licenciatura en Biología. Universidad de Sonora.
- Rosenberry, B. 1994. World Shrimp Farming. Shrimp News International, San Diego, USA.
- Sharmila, R., Abraham, T.J., and Sundararaj, V. 1996. Bacterial flora of semi-intensive pond-reared *Penaeus indicus* (H.Milne Edwards) and the environment. *Journal of Aquaculture in the Tropics*. 11:193–203.
- Salcido-Real, M.T. 2012. Bacterias cultivables y totales presentes en un cultivo comercial de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con bajo recambio de agua. Tesis de licenciatura. Licenciatura en Biología. Universidad de Sonora.
- Sánchez-Martínez, J.G. Aguirre-Guzmán, G. y Mejía-Ruiz, H. 2007. White spot syndrome virus in cultured shrimp: A review. *Aquaculture Research*. 38:1339-1354.
- Serrano-Grijalva, L., Sánchez-Carrillo, S., Angeler, D.G. Sánchez-Andrés, R. y Álvarez-Cobelas, M. 2012. Effects of shrimp-farm effluents on the food web structure in subtropical coastal lagoons. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 402:65-74.
- Tacon, A.G.T. y Forster, I.P. 2003. Aquafeeds and the environment: policy implications. *Aquaculture*. 226:181-189.
- Venkateswara, R.A., 2008. Vibriosis in Shrimp Aquaculture. [http://www.engormix.com/vibriosis in shrimp aquaculture e articles 1179 ACU.htm](http://www.engormix.com/vibriosis_in_shrimp_aquaculture_e_articles_1179_ACU.htm).