

***Vibrio* spp y bacterias heterótrofas en tres laboratorios de larvas de camarón blanco *Penaeus vannamei* de Manabí, Ecuador**

***Vibrio* spp. and heterotrophic bacteria in three laboratories of white shrimp *Penaeus vannamei* larvae from Manabí, Ecuador**

**Alexandra Elizabeth Bermúdez-Medranda^{1*}, Jenniffer Falcones-Rodríguez¹,
Melina García¹, Ana María Santana-Piñeros¹, Yanis Cruz-Quintana¹**

RESUMEN

La acuicultura de *Penaeus vannamei* es un importante sector productivo en Ecuador; sin embargo, este sector es aún deficiente en identificar y manejar problemas sanitarios, principalmente en la etapa de larvas. Durante ocho semanas se evaluó la carga microbiana con respecto a bacterias heterótrofas totales y *Vibrio* spp, en el agua de entrada, agua tratada, y tanques de producción de tres laboratorios del Cantón Sucre, provincia de Manabí. Adicionalmente, se realizó una encuesta sobre el manejo en los laboratorios y la aplicación de medidas sanitarias básicas. Se obtuvieron valores promedios de 7×10^6 UFC mL⁻¹ de bacterias heterótrofas y 4×10^2 UFC mL⁻¹ para *Vibrio* spp. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) para cada tipo de bacteria entre los puntos muestreados entre laboratorios ni entre los diferentes puntos en un mismo laboratorio. Los valores de *Vibrio* spp estuvieron dentro de los valores recomendados, mientras que las bacterias heterótrofas sobrepasaron los valores de referencia. El resultado de las encuestas expone la falta de programas de capacitación sobre temas sanitarios y/o bioseguridad.

Palabras clave: *Vibrio*, acuicultura, larvicultura, microbiología, Ecuador

¹ Grupo de Investigación en Sanidad Acuicola, Inocuidad y Salud Ambiental; Facultad de Acuicultura y Ciencias del Mar, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

* E-mail: alexandra.bermudez@utm.edu.ec

Recibido: 7 de agosto de 2023

Aceptado para publicación: 14 de mayo de 2024

Publicado: 28 de junio de 2024

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

Penaeus vannamei aquaculture is an important productive sector in Ecuador; however, this sector is still deficient in identifying and managing health problems, mainly in the larval stage. For eight weeks, the microbial load was evaluated with respect to total heterotrophic bacteria and *Vibrio* spp in the inlet water, treated water, and production tanks of three laboratories in the Canton of Sucre, province of Manabí. Additionally, a survey was carried out on laboratory management and the application of basic health measures. Average values of 7×10^6 CFU mL⁻¹ for heterotrophic bacteria and 4×10^2 CFU mL⁻¹ for *Vibrio* spp were obtained. No significant differences ($p > 0.05$) were found for each type of bacteria between the sampled points across laboratories or between different points in the same laboratory. *Vibrio* spp values were within the recommended values, while heterotrophic bacteria exceeded the reference values. The results of the surveys expose the lack of training programs on health and/or biosecurity issues.

Key words: *Vibrio*, aquaculture, Manabí, larviculture, microbiology, Ecuador

INTRODUCCIÓN

La acuicultura de camarón blanco *Penaeus vannamei* Boone, 1931, se ha enfocado en mejorar los procesos de producción, brindando especial atención a la relación de la microbiota del agua con relación a la salud de los camarones en las diferentes etapas del cultivo (Aguirre *et al.*, 2013). El establecimiento de la relación de la microbiota durante el cultivo del camarón blanco *P. vannamei* puede ejercer un papel positivo en el desarrollo y supervivencia de la especie, pero a su vez generar un impacto negativo con altas mortalidades si se favorece la proliferación de bacterias patógenas (FAO 2004).

El camarón blanco *P. vannamei* es la especie más ampliamente cultivada a nivel mundial, y en Ecuador representa el primer renglón exportable no petrolero, con un volumen de producción de 2677 millones de libras en 2023 (CNA, 2024). pero su producción ha enfrentado serios problemas sanitarios relacionados con la prevalencia y la gravedad de una gran cantidad de enfermedades (Lightner, 2011), siendo las de origen bacteriano las más comunes en los ambientes acuícolas. Entre estos patógenos, espe-

cies del género *Vibrio* han sido consideradas responsables del desarrollo de enfermedades infecciosas en los cultivos de camarón, causando altas mortalidades en los laboratorios de producción larvaria, no solo de Ecuador, sino a nivel mundial (Zheng *et al.*, 2016). Las condiciones sanitarias deficientes en un cultivo junto a los protocolos inadecuados de manejo influyen negativamente en la salud de los organismos. La calidad microbiológica desfavorable en el agua ya sea por contaminación industrial, aguas servidas, mal manejo o mala higiene durante el proceso productivo, trae como consecuencia la aparición de enfermedades y mayor mortalidad (Millán y Pérez, 2017).

En sistemas de producción de larvas de camarón, una condición sanitaria adecuada a nivel de unidad productiva exige un manejo diferencial para reducir el ingreso de potenciales patógenos o minimizar el impacto en caso de ingreso. Ante esto, se requiere que los criadores tengan conocimiento sobre las enfermedades y estado sanitario que afectan la crianza, así como la introducción de pruebas diagnósticas en cada ciclo de cultivo (Figueredo *et al.*, 2020). De esta manera, conociendo los problemas sanitarios locales se puede prevenir y controlar el ingreso de

patógenos enfatizando los esfuerzos de vigilancia (Galli *et al.*, 2016) durante la producción de larvas de camarón blanco.

Las bacterias heterótrofas tienen múltiples funciones que intervienen en el reciclaje del carbono y el nitrógeno presentes en la materia orgánica, en la biodisponibilidad de nutrientes, nutrición de los organismos cultivados, mejoramiento de la calidad del agua, y en el control de las enfermedades (Beardsley *et al.*, 2011), sobre todo en sistemas con recirculación del agua en sistemas integrados a diferencia de los de monocultivo (MacDonald *et al.*, 2011). La materia orgánica en sistemas de cultivo puede dar como consecuencia una alta tasa de crecimiento de microorganismos, lo cual puede afectar a las especies cultivadas. Asimismo, las bacterias del género *Vibrio* también se encuentran comúnmente en los ambientes acuícolas afectando los centros productivos del camarón produciendo enfermedades (Regunathan y Wesley, 2004).

La calidad microbiológica en los cultivos larvarios de *P. vannamei* de la zona norte de Ecuador es poco conocida y reportada. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue cuantificar la carga bacteriana de *Vibrio* spp y bacterias heterótrofas en la fuente de agua que ingresa al cultivo larvario y durante la producción en tres laboratorios con el fin de conocer la concentración que alcanzan estos grupos bacterianos en el sistema de cultivo de tres laboratorios; así como, comparar el manejo sanitario entre ellos mediante encuestas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de Muestras

Se seleccionaron tres laboratorios de producción de larvas de camarón *P. vannamei* del Cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador, los cuales han sido identificados en el estudio como A (0°38'1"S 80°25'12"W), B

(0°38'42"S 80°25'05"W) y C (0°47'24"S 80°31'01"W). En estos laboratorios se llevan controles microbiológicos externos antes de la venta de las larvas, uso de probióticos, y análisis de balance iónico en el agua de cultivo. Cabe señalar que el número de corridas al año en el laboratorio A y B es mayor porque realizan corridas de producción paralelas. Las capacidades de cada laboratorio y variables de manejo acuícola se presentan en el Cuadro 1. La información del cuadro fue recopilada por los autores mediante encuestas al gerente y al biólogo encargado de la producción, y verificada *in situ* al momento de realizar las encuestas. En los tres laboratorios se analizaron muestras del agua de entrada, agua tratada y agua de dos tanques de cultivo larvario. El agua tratada se refiere a agua desinfectada con hipoclorito de sodio a 10 ppm y mantenida con aireación por 24 h previo a su utilización en el cultivo larval (FAO, 2004). En todos los casos se hicieron muestreos semanales durante ocho semanas consecutivas.

Se tomaron tres muestras en cada punto en frascos estériles. Se tomaron a 20 cm de profundidad, sin llenar por completo los envases a fin de poder homogenizarlas. Los frascos fueron trasladados bajo refrigeración al Laboratorio de Microbiología del Departamento de Acuicultura, Pesca y Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), extensión Sucre.

Análisis Microbiológicos

En el conteo de bacterias heterótrofas totales y de *Vibrio* spp se empleó el medio agar marino para bacterias heterótrofas y agar tiosulfato citrato bilis sacarosa para *Vibrio* spp (Kaysner *et al.*, 2004). Para todos los casos se realizaron tres réplicas con diluciones de hasta 10⁻⁷ del homogenizado, los cuales se extendieron en 0.1 mL por dispersión en las placas de cultivo, e incubadas a 30 °C durante 24 h (Heenatigala y Fernando 2016). Se cuantificaron las colonias de *Vibrio* spp, las fermentadoras de sacarosa (amari-

Cuadro 1. Variables de manejo acuícola en tres laboratorios (A, B, C) de larvas de camarón *Penaeus vannamei* de la provincia de Manabí, Ecuador

Variables de manejo	Laboratorio		
	A	B	C
Número de corridas al año	19	22	9
Producción mensual (millones/pl)	20	40	15
Número de tanques por laboratorio	18	20	10
Días de cultivo	21	20	23
Tasa de recambio de agua semanal (%)	35	65	30
Temperatura del cultivo larvario (°C)	30	32	32
Salinidad del cultivo larvario (UPS)	28	29	30
pH del cultivo larvario	7.7	7.5	7.8
Oxígeno disuelto del cultivo larvario (mg/L)	4.7	5.7	5
Peso de poslarvas (pl/g)	0.0022	0.0028	0.0030
Talla de poslarvas (mm)	13	15	16
Alimento comercial micro encapsulado (µm)	150 -250	250	500
Proporción alimenticia (% biomasa)	23	25	20
Poslavas/m ³	90 000	120 000	80 000

llas) y no fermentadoras de sacarosa (verdes), así como también las bacterias heterótrofas como Unidades Formadoras de Colonias (UFC/mL).

Encuestas Estructuradas

En cada laboratorio se realizaron encuestas estructuradas sobre variables sanitarias del cultivo, con base en las buenas prácticas, certificación de larvas y alimento; capacitaciones e instalaciones.

En cada laboratorio se realizaron encuestas estructuradas sobre variables sanitarias del cultivo, con base en las buenas prácticas, certificación de larvas y alimento; capacitaciones e instalaciones, utilizando preguntas con respuestas dicotómicas (Sí/No), de un solo componente, tomando como base el formulario 5 del Plan Nacional de Control (INP, 2017).

Análisis Estadístico

Las concentraciones bacterianas (heterótrofas y *Vibrio* spp) se presentan como promedio $\pm$ desviación estándar. Estos datos fueron transformados a Log₁₀ y comparados entre los laboratorios para cada punto de muestreo y entre los puntos de muestreo de un mismo laboratorio. Para estas comparaciones se utilizaron el análisis de varianza (ANOVA) de una vía, previa comprobación de normalidad mediante la prueba de Kolmogorov–Smirnov y de homogeneidad de varianza mediante la prueba de Levene. Los valores de $p < 0.05$ se consideraron estadísticamente significativos. Los análisis estadísticos fueron realizados en el programa Statgraphics Centurión XIX. Los resultados de las encuestas fueron presentados como porcentaje de cumplimiento respecto al total de preguntas, y comparados entre laboratorios mediante la prueba de Chi cuadrado.

Cuadro 2. Conteos (UFC/ml) de *Vibrio* spp (V) y bacterias heterótrofas (BH) en los diferentes puntos de tres laboratorios de cultivo de camarón *Penaeus vannamei* (cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador)

Lab	Agua de entrada		Agua tratada		Agua Larvicultura 1		Agua Larvicultura 2	
	V	BH	V	BH	V	BH	V	BH
A	1.93 ± 1.39 ^a	6.09 ± 1.35 ^a	0.35 ± 0.64 ^b	6.00 ± 1.07 ^a	2.26 ± 1.06 ^a	5.91 ± 0.70 ^a	2.11 ± 1.01 ^a	6.13 ± 0.94 ^a
B	1.51 ± 0.99 ^a	5.80 ± 0.74 ^a	1.43 ± 1.25 ^a	5.73 ± 0.93 ^a	1.89 ± 1.28 ^a	6.14 ± 0.85 ^a	2.08 ± 1.42 ^a	6.06 ± 1.03 ^a
C	1.14 ± 1.04 ^a	6.28 ± 0.79 ^a	1.18 ± 1.15 ^a	5.94 ± 1.23 ^a	2.23 ± 1.0 ^a	6.07 ± 1.21 ^a	1.83 ± 1.17 ^a	5.86 ± 0.63 ^a
p-Valor	0.399	0.639	0.115	0.869	0.788	0.888	0.880	0.817

Valores expresados como media ± desviación estándar, transformados a Log₁₀

RESULTADOS

Los conteos de bacterias heterótrofas totales y *Vibrio* spp. en los puntos de monitoreo no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre laboratorios (Cuadro 2). Sin embargo, al analizar los conteos entre los puntos de muestreo de un mismo laboratorio, el laboratorio A muestra una reducción significativa ($p < 0.05$) de *Vibrio* spp en el agua tratada respecto a los otros puntos.

La carga bacteriana en los puntos analizados mostró fluctuaciones semanales tanto para *Vibrio* spp, como para bacterias heterótrofas en los tres laboratorios (Figura 1). La carga de bacterias heterótrofas fluctuó entre 4×10^6 UFC mL⁻¹ y 8×10^6 UFC mL⁻¹ para todos los puntos en los tres laboratorios; mientras que la carga de *Vibrio* spp fluctuó entre 0.35×10^2 UFC mL⁻¹ y 2.26×10^2 UFC mL⁻¹. Los promedios obtenidos en el agua de manera general estuvieron en 7×10^6 UFC mL⁻¹ para el caso de bacterias heterótrofas, y de 4×10^2 UFC mL⁻¹ para el caso de *Vibrio* spp.

El análisis de las respuestas obtenidas en las encuestas no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tres laboratorios, evidenciando un manejo sanitario similar. Los laboratorios cumplen con la normativa de higiene del material utilizado en las áreas de cultivo, higiene y control de salud del personal y compran alimentos o medicamentos

garantizados (Cuadro 3). Sin embargo, ningún laboratorio cuenta con estudio de suelo y agua, ni desarrollan programas de capacitación en buenas prácticas acuícolas.

DISCUSIÓN

Los conteos de *Vibrio* spp en el agua de entrada indican una calidad aceptable de la fuente de abasto de los tres laboratorios, considerando que los valores registrados no superan a 3×10^2 UFC/mL⁻¹. Resultados similares de 2.2×10^2 UFC mL⁻¹ (Salcido, 2012) y 3.3×10^2 UFC mL⁻¹ (Cáñez-Figueroa, 2011) han sido reportados en agua de entrada en laboratorios de México con buenas producciones y donde los autores consideran una buena calidad del agua de abasto. Sin embargo, se debe considerar que los laboratorios de este estudio se encuentran en zonas influenciadas por descargas de ríos o estuarios, donde la carga bacteriana se incrementa por los aportes de granjas de producción y/o laboratorios en la zona, a diferencia de zonas costeras (playas o mar abierto) donde la carga tiende a ser más baja (Espinoza, 2014) por un mayor recambio. De allí la importancia de monitorear este parámetro debido a que un incremento de *Vibrio* spp. generalmente se relaciona con problemas de mortalidad de los organismos cultivados (Regunat-han y Wesley, 2004), pudiendo exacerbarse en los tanques de cultivo por un manejo deficiente (López-Torres y Lizárraga-Partida, 2001).

Cuadro 3. Variables sanitarias en tres laboratorios (A, B, C) de larvas de camarón *Penaeus vannamei* de la provincia de Manabí, Ecuador

Condiciones en los laboratorios	Cumplimiento / Implementación					
	A		B		C	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Posee estudio del sitio de cultivo (identificación de peligros o fuentes de contaminación química y biológica)	X		X			X
Cuenta con estudio del suelo y agua <i>in situ</i> (agua y suelo libre de contaminación química y biológica)		X		X		X
Tiene designados responsables de área	X		X		X	
Posee documentos de control interno para cada área y actividad (formatos)	X		X		X	
Posee un reglamento de higiene y control de salud del personal	X		X			X
El personal tiene vestimenta de trabajo limpia y cuentan con equipos de protección	X		X		X	
Áreas específicas y limpias para almacenar por separado alimento, sustancias químicas, equipo y utensilios	X		X		X	
El equipo y los utensilios que se utilizan están limpios y en su caso se desinfectan	X		X		X	
Cuenta con certificación de huevos, crías y reproductores		X		X	X	
Compra alimentos de lotes y proveedores garantizados	X		X		X	
Posee control de alimentos medicados y registra su uso	X		X		X	
Realiza el diagnóstico de enfermedades para la aplicación de químicos y fármacos	X		X		X	
Verificación del control de organismos antes de la cosecha (si se cumplió el tiempo de retiro de los medicamentos veterinarios)	X		X		X	
Procedimientos y control de higiene del personal antes y durante la cosecha	X		X		X	
Procedimientos de higiene del equipo y utensilios antes, durante y después de la cosecha	X		X		X	
Áreas de cosecha, equipo y utensilios limpios y en su caso desinfectados	X		X		X	
Programa de capacitación en Buenas Prácticas Acuícolas (BPA) a todos los niveles		X		X		X

La similitud de carga de *Vibrio* spp de los diferentes puntos de muestreo entre laboratorios sugiere un manejo similar entre ellos. En general, la carga de *Vibrio* spp fue mayor (2.23×10^2 UFC mL⁻¹) en el agua de larvicultura 1 en el laboratorio A, probablemente debido a una acumulación de bacte-

rias asociado al incremento de materia orgánica por los residuos de los alimentos y desechos de los camarones, tal como lo señala Espinoza (2014). En todo caso, la carga de *Vibrio* spp aun en los tanques de larvicultura estuvieron dentro de los valores de referencia recomendados por Cuéllar-Ángel (2013),

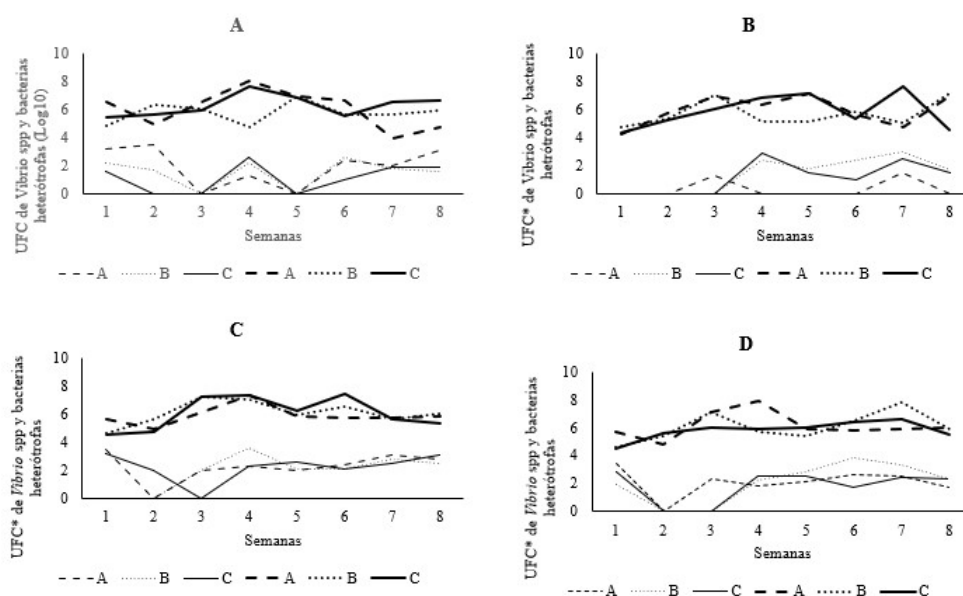


Figura 1. Concentraciones (UFC) semanales de *Vibrio* spp (líneas inferiores) y bacterias heterótrofas (líneas superiores) en tres laboratorios de cultivo de camarón *Penaeus vannamei* (— A,B, — C). A. Agua de entrada. B. Agua tratada. C. larvicultura 1. D. Larvicultura 2. * (*) Datos transformados a Log_{10} .

quien menciona que valores $\leq 10^2$ UFC mL^{-1} en el agua de tanques listos para la siembra se consideran de buena calidad. Por otro lado, Heenatigala y Fernando (2016) reportan casos de vibriosis en cultivos larvarios a partir de conteos superiores a 5×10^3 UFC mL^{-1} .

La carga promedio de bacterias heterótrofas en el agua de entrada de los tres laboratorios fue muy elevada (9×10^6 UFC/ mL^{-1}). Se suele considerar que la concentración bacteriana en el agua cultivo de camarón o en aguas costeras heterotróficas es inferior a 1×10^6 UFC/ mL^{-1} (Maeda y Liao, 1992). Los resultados del estudio superan reportes en Ecuador (10^1 - 10^3 UFC/ mL^{-1}) por Espinoza (2014), en cultivos de *P. monodon* en India (1×10^2 UFC/ mL^{-1}) por Otta *et al.* (2001) y en *P. vannamei* en México (1.3×10^4 UFC/ mL^{-1}) por Salcido (2012). Estas cargas elevadas fueron similares entre los tres laboratorios, y podría estar asociada a la ubicación de las instalaciones. Estos estaban ubicados en una

zona estuarina que tiende a tener mayor acumulación de bacterias heterótrofas por efecto de las escorrentías y aportes de los ríos, y por un menor recambio diario (Seoánez, 2000), a diferencia de las zonas marino-costeras, sobre todo con plataformas profundas, donde las bacterias heterótrofas tienen mayor oportunidad de distribuirse tanto vertical como horizontalmente en la columna de agua, reduciendo la carga por unidad de área (Cifuentes *et al.*, 2003).

Los resultados no mostraron diferencias significativas entre laboratorios ni entre los diferentes puntos dentro de un mismo laboratorio para el caso de bacterias heterótrofas, sugiriendo un manejo deficiente debido a que no reducen la carga bacteriana una vez ingresa las instalaciones. Otros estudios reportan valores de bacteria heterótrofas de 1×10^3 UFC/ mL^{-1} (Reyes, 2009) y 1×10^4 UFC/ mL^{-1} (Otta *et al.*, 2001) incluso en tanques de cría, lo que refuerza la idea de que el tratamiento

de agua en los laboratorios del estudio no es eficiente. Se tendría que evaluar factores como sobrealimentación, características de las dietas y las prácticas de manejo entre otras que pueden incrementar la materia orgánica y favorecer la proliferación bacteriana, aun cuando el agua de entrada sea de buena calidad (Viera, 2003). Aun cuando las bacterias heterótrofas tienen funciones relevantes en el reciclaje del carbono y el nitrógeno presentes en la materia orgánica y en la biodisponibilidad de nutrientes, entre otras propiedades benéficas (Beardsley *et al.*, 2011), su incremento descontrolado en los sistemas de cultivos puede contribuir al estrés y afectar a los camarones (Drennan II *et al.*, 2006).

Las encuestas no muestran diferencias significativas en el manejo entre laboratorios, lo cual es corroborado por los resultados bacteriológicos realizados (*Vibrio* spp y bacterias heterótrofas totales). En los tres laboratorios se utilizan probióticos para mejorar la calidad de agua al descomponer la materia orgánica y prevenir enfermedades inhibiendo el crecimiento de bacterias patógenas (Gullian *et al.*, 2011), lo cual podría responder a la baja carga de *Vibrio* spp. Lo más llamativo en las encuestas fue la falta de capacitación de los operarios de los laboratorios, lo que indica un alto nivel de empirismo o falta de actualización de conocimientos; sin embargo, esto debe ser visto como una oportunidad para incrementar la productividad a través de la adquisición de criterios técnicos considerando la alta productividad y experiencia del sector en Ecuador.

CONCLUSIONES

- Los conteos promedios en el agua de cultivo larvario estuvieron en 7×10^6 UFC/mL⁻¹ para las bacterias heterótrofas y 4×10^2 UFC/mL⁻¹ para *Vibrio* spp.
- Los conteos de bacterias heterótrofas totales y *Vibrio* spp no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre la-

boratorios para cada punto de muestreo ni entre puntos de muestreo dentro de un mismo laboratorio.

- Los valores de bacterias heterótrofas superan los rangos considerados como aceptables.
- Las encuestas no muestran diferencias de manejo sanitario entre los laboratorios, pero si falta de capacitación al personal en bioseguridad y buenas prácticas acuícolas (BPA).

LITERATURA CITADA

1. **Aguirre G, López A, Vázquez S. 2013.** Efecto de *Vibrio harveyi* en la sobrevivencia de larvas de *Litopenaeus vannamei*. Rev Sci Agropec 4: 121-127.
2. **Beardsley C, Moss S, Malfatti F, Azam F. 2011.** Quantitative role of shrimp fecal bacteria in organic matter fluxes in a recirculating shrimp aquaculture system. FEMS Microbiol Ecol 77: 134-145. doi: 10.1111/j.1574-6941.2011.01094.x
3. **Cáñez-Figueroa F. 2011.** Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de un sistema cerrado de producción de camarón en la costa de Hermosillo, Sonora. Tesis de Maestría. Sonora. México: Universidad de Sonora. 54 p.
4. **Cifuentes J, Torre M, Frías M. 2003.** El océano y sus recursos. VII. Flujos de energía en el mar: reproducción y migraciones. 3° ed. México: Ed La Universidad de California. 93 p.
5. **[CNA] Cámara Nacional de Acuicultura. 2024.** Estadísticas. [Inter-net]. Disponible en: <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
6. **Cuéllar-Anjel J. 2013.** Tipos de Vibriosis. Iowa State University. [Inter-net]. Available in: <https://www-cfsph-iastate.edu/Factsheets/es/vibriosis-in-shrimp-es.pdf>
7. **Drennan II D, Hosler M, Francis D, Weaver E, Aneshansley G, Beckman CH, Johnson CM, et al. 2006.** Standardized evaluation and rating of

- biofilters II. Manufacturer's and user's perspective. *Aquacult Eng* 34: 403-416.
8. **Espinoza PJ. 2014.** Estudio microbiológico del agua en diferentes puntos de recorrido en un laboratorio de larvicultura. Tesis de grado. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. 84 p.
9. **[FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2004.** Documento técnico de pesca; manejo sanitario y mantenimiento de la bioseguridad de los laboratorios de postlarvas de camarón blanco en América Latina. Informe de Pesca No. 631. [Internet]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/y5040s/y5040s.pdf>
10. **Figueredo A, Fuentes J, Cabrera T, León J, Patti J, Silva J, Marcano N. 2020.** Bioseguridad en el cultivo de camarones penaeidos: una revisión. *AquaTechnica* 2: 1-22.
11. **Galli L, Griffiths D, Jiravanichpaisal P, Wattanapongchart N, Wongsrattanakul O, Shinn A. 2016.** Bioseguridad en la industria acuícola. *Aqua-Cultura* 110: 26-32.
12. **Gullian M. 2001.** Estudio del efecto inmunoestimulante de bacterias probióticas asociadas al cultivo de *Penaeus vannamei*. Tesis de Maestría. Guayaquil, Ecuador: Escuela Politécnica Superior del Litoral. 96 p.
13. **Heenatigala M, Fernando M. 2016.** Occurrence of bacteria species responsible for vibriosis in shrimp pond culture systems in Sri Lanka and assessment of the suitable control measures. *Sri Lanka J Aquatic Sci* 21: 1-17.
14. **[INP] Instituto Nacional de Pesca. 2017.** Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. [Internet]. Disponible en: <https://instituto-pesca.gob.ec/>
15. **Kaysner C, DePaola A, Jones J. 2004.** *Vibrio*. In: Bacteriological analysis manual. U.S. Food and Drug Administration. [Internet]. Available in: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-9-vibrio>
16. **Lightner D. 2011.** Virus diseases of farmed shrimp in the Western Hemisphere (the Americas): a review. *J Invertebr Pathol* 106: 110-130. doi: 10.1016/j.jip.2010.09.012
17. **López-Torres M, Lizárraga-Partida M. 2001.** Bacteria isolated on TCBS media associated with hatched *Artemia* cysts of commercial brands. *Aquaculture* 194: 11-20.
18. **Maeda M, Liao C. 1992.** Effect of bacterial population on the growth of a prawn larva, *Penaeus monodon*. *Bull Natl Res Inst Aquaculture* 21: 25 - 29.
19. **MacDonald BA, Robinson SM, Barrington KA. 2011.** Feeding activity of mussels (*Mytilus edulis*) held in the field at an integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) site (*Salmo salar*) and exposed to fish food in the laboratory. *Aquaculture* 314: 244-251. doi: 10.1016/j.aquaculture.2011.01.045
20. **Millán M, Pérez J. 2017.** Terapéutica en acuicultura. *Panorama Actual del Medicamento* 41: 579-588.
21. **Otta K, Karunasagar I, Karunasagar I. 2001.** Bacteriological study of shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius, hatcheries in India. *J Appl Ichthyol* 17: 59-63. doi: 10.1046/j.1439-0426.2001.00249.x
22. **Regunathan C, Wesley SG. 2004.** Control the *Vibrio* spp in shrimp hatcheries using the green algae *Tetraselmis suecica*. *Asian Fish Sci* 17: 147-158. doi: 10.33997/j.afs.2004.17.2.006
23. **Reyes G. 2009.** Evaluación microbiológica del medio acuático y productividad primaria en la producción de larva de camarón marino (*Litopenaeus vannamei*) en laboratorio según estación del año. Tesis Doctoral. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 41 p.
24. **Salcido T. 2012.** Bacterias cultivables y totales presentes en un cultivo comercial de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con bajo recambio de agua.

- Tesis de Licenciatura. Sonora, México: Universidad de Sonora. 57 p.
25. **Seoánez M. 2000.** Manual de contaminación marina y restauración del litoral: contaminación, accidentes y catástrofes, agresiones a las costas y soluciones: el turismo de costa, la pesca, la ordenación y la gestión del litoral. España; Mundi Prensa. 565 p.
26. **Viera G 2003.** Anomalías ocurridas en larvas de *Litopenaneus vannamei* cultivadas en laboratorio. Guayaquil, Ecuador. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral. 72 p.
27. **Zheng Y, Yu M, Liu Y, Su Y, Xu T, Yu M, Zhang X. 2016.** Comparison of cultivable bacterial communities associated with Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae at different health statuses and growth stages. *Aquaculture* 451: 163-169. doi: 10.1016/j.aquaculture.-2015.09.020