

Aplicación

de bacteriófagos en alimento balanceado para el control de *Vibrios* spp. en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)

Application of bacteriophages in balanced feed to control Vibrios spp. in white shrimp (Litopenaeus vannamei)

Recibido: 15/01/26

Aceptado: 23/02/26

Publicado: 26/02/26

Leonor Margarita Rivera Intriago ^{1*}

E-mail: lriviera@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9407-1525>

Angie Yulieth Cueva Chalan¹

E-mail: acueva7@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8089-1235>

Kleimer Steeven Ibañez Moreno ¹

E-mail: kbanez2@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6917-7179>

¹Universidad Técnica de Machala-El Oro -Ecuador.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rivera Intriago, L. M., Cueva Chalan, A. Y. y Ibañez Moreno, K. S. (2026). Aplicación de bacteriófagos en alimento balanceado para el control de *Vibrios* spp. en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). *Revista Científica Agroecosistemas*, 14, e809. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/809>

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fué evaluar el uso de bacteriófagos incorporados en alimento balanceado como estrategia de control de *Vibrios* spp. y su efecto sobre la supervivencia y el crecimiento de *Litopenaeus vannamei*, como alternativa de biocontrol y apoyo a la reducción del uso de antibióticos en sistemas de cultivo. Se trabajó con un diseño completamente al azar con tratamientos que incluyeron un grupo control y diferentes dosis: 0,4 L de solución/kg de alimento (T1), 0,6 L de solución/kg de alimento (T2) y 0,8 L de solución/kg de alimento (T3), las mismas que fueron aplicadas directamente al alimento balanceado, mediante un procedimiento de humectación y aglutinado. Durante el ensayo se realizó el seguimiento de la condición de los organismos, así como el muestreo para el análisis microbiológico en hepatopáncreas mediante medios selectivos para vibrios. Los tratamientos con bacteriófagos evidenciaron una disminución de la carga bacteriana respecto del control, junto con una mejora en la supervivencia y el desempeño productivo. Los resultados demostraron la pertinencia de incorporar bacteriófagos en la dieta como alternativa de biocontrol frente a vibrios, destacando su potencial para reducir el uso de antibióticos y contribuir a una producción camaronera más sostenible.

Palabras clave:

fagos, antibióticos, bacteria.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the use of bacteriophages incorporated into feed as a control strategy for *Vibrio* spp. and their effect on the survival and growth of *Litopenaeus vannamei*, as a biocontrol alternative and to support the reduction of antibiotic use in aquaculture systems. A completely randomized design was used with treatments that included a control group and different doses: 0,4 L of solution/kg of feed (T1), 0,6 L of solution/kg of feed (T2), and 0,8 L of solution/kg of feed (T3). These doses were applied directly to the feed using a wetting and agglutination procedure. During the trial, the condition of the organisms was monitored, and samples were taken from the hepatopancreas for microbiological analysis using selective media for *Vibrio*. The bacteriophage treatments showed a decrease in bacterial load compared to the control, along with an improvement in survival and productive performance. The results demonstrated the relevance of incorporating bacteriophages into the diet as a biocontrol alternative against vibrios, highlighting their potential to reduce the use of antibiotics and contribute to more sustainable shrimp production.

Keywords:

phages, antibiotics, bacteria.

INTRODUCCIÓN

La camaronicultura constituye una actividad estratégica para la economía ecuatoriana, con una dinámica exportadora que se ha consolidado en los últimos años y demanda soluciones técnicas que sostengan la productividad y la inocuidad (Gonzabay-Crespin et al., 2021; Jiménez et al., 2021). Bajo este contexto, las enfermedades bacterianas asociadas a vibrios representan un desafío recurrente por su impacto en la supervivencia, el crecimiento y la estabilidad sanitaria de los sistemas de cultivo. Diversas especies del género *Vibrio* se asocian a cuadros que incluyen vibriosis sistémica, formas luminiscentes y procesos que comprometen el hepatopáncreas, con efectos directos sobre el rendimiento productivo (Barrantes, 2023; Vinay et al., 2019; Yin et al., 2022). La severidad del cuadro clínico puede variar según la cepa, la carga bacteriana y la condición fisiológica del camarón, lo cual complica el control en escenarios de alta densidad y estrés (Galaviz-Silva et al., 2021).

Las principales especies de *Vibrio* asociadas a enfermedades bacterianas en camarón y sus respectivos cuadros patológicos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales especies de *Vibrio* asociadas a enfermedades en camarón

Especies de <i>Vibrio</i>	Enfermedad o cuadro patológico	Principales efectos en el camarón
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Necrosis aguda del hepatopáncreas (AHPND/EMS)	Destrucción del hepatopáncreas, anorexia y mortalidades masivas
<i>Vibrio harveyi</i>	Vibriosis luminiscente	Bioluminiscencia, septicemia y altas mortalidades
<i>Vibrio vulnificus</i>	Vibriosis sistémica	Lesiones externas, melanización y reducción de supervivencia
<i>Vibrio alginolyticus</i>	Vibriosis oportunista	Necrosis en apéndices y estrés crónico
<i>Vibrio splendidus</i>	Vibriosis asociada a estrés	Inmunosupresión y bajo rendimiento
<i>Vibrio anguillarum</i>	Vibriosis hemorrágica	Septicemia y mortalidad progresiva
<i>Vibrio campbellii</i>	Vibriosis luminiscente	Alta patogenicidad en larvas
<i>Vibrio penaeicida</i>	Necrosis bacteriana del hepatopáncreas	Daño tisular severo y retraso del crecimiento

Fuente: Elaboración propia en base a Vinay et al. (2019; Yin et al. (2022); Galaviz-Silva et al. (2021) y Barrantes (2023).

Para el control de *Vibrios* spp, se ha incorporado antibióticos y otros quimioterapéuticos; sin embargo, el uso intensivo e indiscriminado se asocia con la selección de bacterias resistentes y la presencia de genes de resistencia en ambientes acuícolas, lo cual implica riesgos sanitarios y ambientales y reduce la eficacia de las medidas terapéuticas (Hossain et al., 2022; Shao et al., 2021). Por ello, las alternativas biológicas cobran relevancia en la agenda científica y productiva, incluyendo probióticos, inmunostimulantes y otras estrategias de manejo integradas (Bondad-Reantaso et al., 2023; Pérez-Chabela et al., 2020). En el conjunto de alternativas emergentes, los bacteriófagos se consideran una opción de biocontrol por su capacidad de infectar y lisar bacterias específicas, con una alta selectividad que permite reducir poblaciones patógenas sin afectar de manera amplia a la microbiota benéfica (Castaño, 2019; Fuentes et al., 2021). Además, su versatilidad trasciende la fagoterapia clásica, al explorarse aplicaciones en inocuidad alimentaria, bioprocesos y control microbiológico en diferentes matrices (Gallego & Jimenez, 2022; Jun et al., 2014). En acuicultura, se ha documentado que los fagos pueden dirigirse contra vibrios de importancia sanitaria en crustáceos y peces y que, cuando se emplean en combinación, pueden ampliar el rango de acción y mitigar la aparición de resistencia bacteriana (Borrego & Lanzas, 2022).

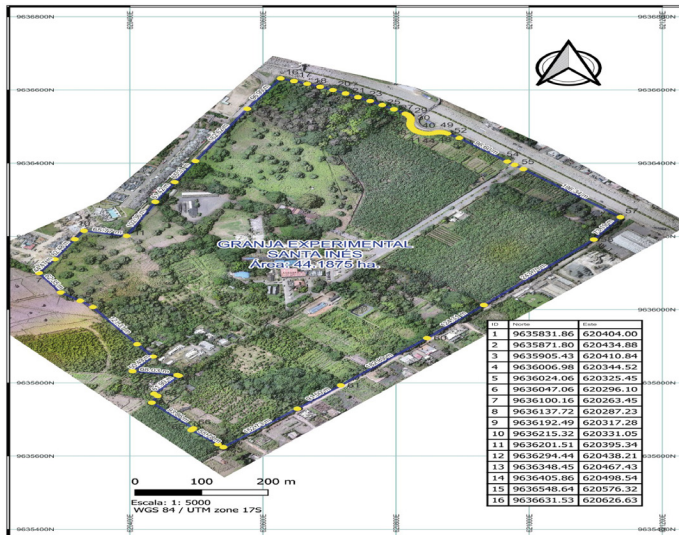
La evidencia experimental en camarón sugiere efectos protectores frente a infecciones por *Vibrio parahaemolyticus*, con mejoras en respuesta inmune y desempeño productivo (Alagappan et al., 2016; Le et al., 2023). De forma complementaria, el uso de cócteles de fagos ha mostrado una eliminación selectiva y eficiente de especies de *Vibrio* en entornos camaroneros, conservando la estabilidad del sistema (Lomeli-Ortega et al., 2023). Pese a este avance, persisten necesidades metodológicas y aplicadas relacionadas con la formulación, estabilidad y vía de administración de fagos para su incorporación en programas de control sanitario. La administración mediante alimento balanceado resulta atractiva por su factibilidad operativa y porque permite una exposición sostenida en el tracto digestivo, sitio clave de colonización bacteriana en el camarón.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de bacteriófagos incorporados en el alimento balanceado para el control de *Vibrios* spp. y su efecto sobre la supervivencia y el crecimiento de *Litopenaeus vannamei*, como alternativa de biocontrol y apoyo a la reducción del uso de antibióticos en sistemas de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de Maricultura, dentro de las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la “Universidad Técnica de Machala” en el cantón Machala-Provincia de El Oro-Ecuador.

Fig. 1. Ubicación del trabajo experimental, UTMACH - FCA



Fuente: Google Earth (2026)

Para el desarrollo de la investigación se emplearon 12 unidades experimentales de plástico con una capacidad de 40 litros, distribuidas en tres réplicas para cada tratamiento: 0,4 L de solución/kg de alimento (T1), 0,6 L de solución/kg de alimento (T2) y 0,8 L de solución/kg de alimento (T3), incluyendo un tratamiento de control (T0).

Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos: control sin bacteriófagos (T0) y tres dosis de bacteriófagos incorporados al alimento (T1: 0,4 L/kg; T2: 0,6 L/kg; T3: 0,8 L/kg), con tres réplicas por tratamiento ($n = 3$), para un total de 12 unidades experimentales. La variable de respuesta principal fue la carga bacteriana de *Vibrios* spp. en hepatopáncreas, expresada como UFC. Previo al análisis, los recuentos de UFC se transformaron a $\log_{10}(\text{UFC} + 1)$ para aproximar la normalidad. Se verificaron los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene). Para comparar tratamientos se aplicó un ANOVA de una vía y, cuando se detectaron diferencias, se utilizó la prueba post hoc de Tukey para comparaciones múltiples. El nivel de significancia fue $\alpha = 0,05$. El análisis se realizó en IBM SPSS Statistics v25.

Tabla 2. Diseño experimental

T0 Balanceado	T1 0,4 L de solución/kg de alimento	T3 0,8 L/kg de solución/Kg de alimento	T2 0,6 L/kg de solución /Kg de alimento
T1 0,4 L de solución/kg de alimento	T0 Balanceado	T2 0,6 L/kg de solución/Kg de alimento	T1 0,4 L de solución/kg de alimento
T3 0,8 L de solución /kg de alimento	T2 0,6 L de solución /kg de alimento	T0 Balanceado	T3 0,8 L de solución/kg de alimento

Obtención y acondicionamiento de organismos.

Se adquirieron 70 ejemplares de *Litopenaeus vannamei* (camarón blanco) en una granja camaronera ubicada en el sector Hualtaco (cantón Huaquillas, provincia de El Oro, Ecuador). Se seleccionaron 60 organismos con un peso aproximado de 8 g para el ensayo (figura 2). El transporte se realizó en recipientes con aireación para asegurar el suministro de oxígeno (figura 3). El agua inicial se recolectó del sitio de origen y, para recambios posteriores, se utilizó agua del sector La Pitahaya (Arenillas, El Oro), almacenada en tanques con aireación constante. Previo a su uso, el agua se filtró mediante malla y se mantuvo con aireación. Durante el ensayo, los parámetros físicos del agua se mantuvieron estables en torno a temperatura 25 °C, salinidad 30 ppt y pH 7,6.

Fig. 2. Obtención de camarones



Fig. 3. Acondicionamiento de camarones

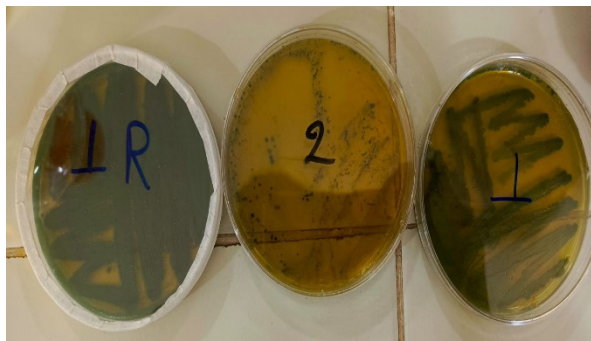


Preparación de medios de cultivo y análisis microbiológico.

Para el análisis microbiológico bajo condiciones de asepsia, se extrajeron muestras de hepatopáncreas (HP) de camarones enfermos con vibriosis; las muestras se maceraron

y se realizaron diluciones seriadas utilizando agua peptonada a 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , posteriormente se realizó la siembra microbiológica utilizando Agar TCBS como medio selectivo para *vibri* spp. Las placas sembradas fueron incubadas a 28 °C por 24 h, identificándose las colonias desarrolladas por su coloración (figura 4).

Fig. 4. Cepas de *vibri* para infección de camarones



Aplicación de los bacteriófagos en el balanceado

Se utilizó un coctel de vibriófagos en solución líquida diseñado para regular el crecimiento de *vibri* spp. mediante lisis bacteriana, tomando en consideración la dosis que el fabricante lo recomienda de 0.6 litros de solución por cada kilogramo de alimento. Para el ensayo, el bacteriófago se incorporó al alimento balanceado mediante una mezcla con agua destilada para evitar contaminación, que permitió la humectación total del alimento y la adición de un aglutinante para favorecer la adhesión y compactación del producto sobre los pellets. Se evaluaron tres dosis incluyendo la dosis utilizada por el fabricante: 0,4 L de solución/kg de alimento (T1), 0,6 L de solución/kg de alimento (T2) y 0,8 L de solución/kg de alimento (T3). El control (T0) recibió únicamente alimento balanceado (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de producto en diferentes concentraciones

Identificación	Contenido	Dosis de bacteriófago (L de solución/kg de alimento)
T 0	Balanceado	0
T1	Balanceado + bacteriófago	0,4
T2	Balanceado + Bacteriófago	0,6
T3	Balanceado + Bacteriófago	0,8

Variables evaluadas.

La variable principal fue la carga bacteriana de *Vibri* spp. en hepatopáncreas, expresada como unidades formadoras de colonias (UFC). Además, se registró la supervivencia final y el peso inicial y final para estimar la ganancia de peso durante el periodo experimental.

RESULTADOS-DISCUSIÓN

Carga bacteriana de *Vibri* spp.

Los tratamientos con bacteriófagos redujeron marcadamente la carga de *Vibri* spp. en hepatopáncreas frente al grupo control. La dosis intermedia (T2; 0,6 L/kg) presentó

la mayor reducción relativa (carga final: 826,7 UFC; reducción >96%), seguida de T3 (0,8 L/kg; 803,3 UFC) y T1 (0,4 L/kg; 1683,3 UFC). En contraste, en el control (T0) la carga bacteriana aumentó durante el periodo de evaluación, lo que sugiere proliferación bacteriana en ausencia de biocontrol (Figura 5).

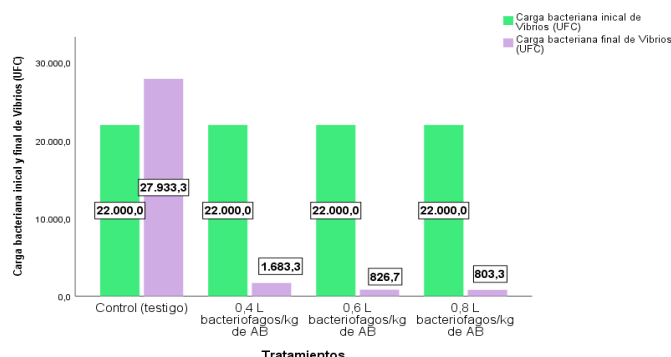


Fig. 5. Efecto de los bacteriófagos en la carga bacteriana (UFC) en hepatopáncreas de camarón.

De acuerdo a la revisión de la literatura, la reducción observada en hepatopáncreas concuerda con la actividad lítica descrita para vibriófagos aislados de ambientes camaroneros y evaluados frente a *Vibri* spp., donde se reporta disminución de poblaciones bacterianas y/o control de vibrios bajo condiciones experimentales (Vinay et al., 2019; Yin et al., 2022). Asimismo, el empleo de cócteles de fagos ha demostrado eliminar selectivamente diversas especies de *Vibri* en el ambiente de cultivo, lo que respalda el uso de formulaciones multicepa en sistemas con alta diversidad bacteriana (Lomeli-Ortega et al., 2023; Borrego & Lanzas, 2022). Aunque estos estudios difieren en matrices y vías de aplicación, el patrón común es la selectividad del fago por su hospedero bacteriano, lo que explica la disminución de *Vibri* spp. sin requerir antimicrobianos de amplio espectro.

Estos resultados son relevantes porque el control de *vibri* spp. en camaronicultura suele apoyarse en quimioterapéuticos, cuyo uso favorece la selección y diseminación de bacterias resistentes y genes de resistencia, con riesgos ambientales y sanitarios (Hossain et al., 2022; Shao et al., 2021). En este sentido, revisiones recientes destacan la integración de alternativas como probióticos, inmunoestimulantes y fagoterapia en esquemas preventivos para disminuir la presión de selección asociada al uso de antimicrobianos (Bondad-Reantaso et al., 2023; Pérez-Chabela et al., 2020). La fagoterapia ofrece ventajas adicionales por su especificidad y por la posibilidad de combinar fagos, lo que puede ampliar el rango de acción frente a diferentes cepas y contribuir a retrasar la aparición de resistencia bacteriana (Castaño, 2019; Gallego & Jiménez, 2022; Borrego & Lanzas, 2022).

Sin embargo, debe considerarse que el recuento en TCBS cuantifica *vibri* spp. presuntivos a nivel de género; por tanto, la comparación con estudios específicos sobre *V. parahaemolyticus* u otras especies debe interpretarse con cautela. Trabajos orientados a especies, como el aislamiento de fagos con actividad lítica contra *V. parahaemolyticus* en estanques de *P. vannamei*, muestran que la eficacia

depende de la compatibilidad fago–cepa y de condiciones ambientales (Yin et al., 2022). De igual forma, el uso de fagos en matrices alimentarias marinas se ha validado en aplicaciones de inocuidad (Jun et al., 2014), lo que sugiere que la administración vía alimento es factible; no obstante, se recomienda caracterizar la estabilidad del producto en el pellet y su actividad a lo largo del almacenamiento y la digestión, como señalan revisiones en acuicultura (Schulz et al., 2022; Borrego & Lanzas, 2022).

Supervivencia y crecimiento

En la Figura 6 se observa que T2 alcanzó la mayor supervivencia (100%) y la mayor ganancia de peso (2,95 g) al final del periodo experimental. T1 y T3 también mejoraron respecto del control, con supervivencias de 80% y 87% y ganancias de peso de 2,69 g y 2,87 g, respectivamente. El grupo control registró los valores más bajos (67% de supervivencia y 1,93 g de ganancia), lo que sugiere una relación entre la reducción de vibrios y el desempeño productivo (Figura 7).

Fig. 6. Efecto de los bacteriófagos en la supervivencia final (%).

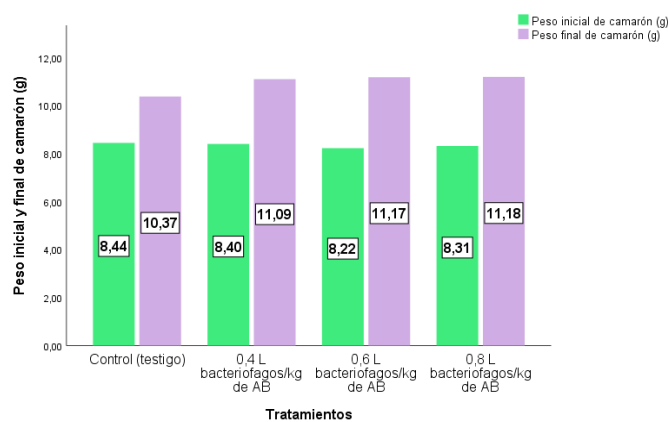
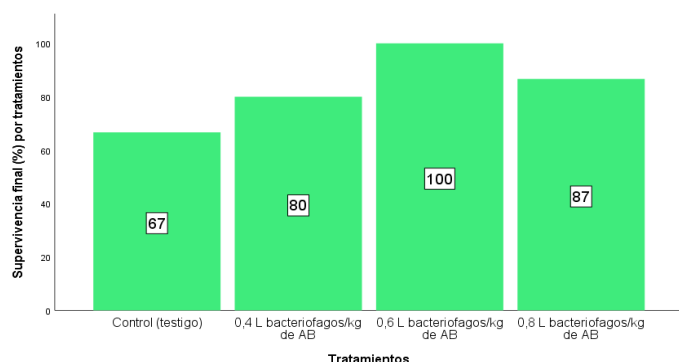


Fig. 7. Efecto de los bacteriófagos en el peso final (g).



El efecto sobre supervivencia y crecimiento es consistente con investigaciones en camarón donde la administración de fagos frente a *V. parahaemolyticus* disminuye la severidad de la infección y se asocia con mejoras en supervivencia y en la condición tisular del hepatopáncreas (Alagappan et al., 2016; Le et al., 2023). En el presente

estudio, la reducción de la carga bacteriana en hepatopáncreas (Figura 5) coincide con el mejor desempeño productivo (Figuras 6–7), lo que respalda la hipótesis de que limitar la colonización bacteriana en este órgano contribuye a sostener el consumo y la eficiencia del alimento en condiciones de desafío.

Aunque T3 mostró una carga final de *vibrios* numéricamente similar a T2, no se observó una ventaja adicional en supervivencia o ganancia de peso. Este comportamiento sugiere que, dentro del rango evaluado, una dosis intermedia puede ser suficiente para alcanzar una dosis efectiva en el tracto digestivo, mientras que incrementos adicionales podrían no traducirse en beneficios productivos por factores como saturación de sitios de infección bacteriana o variaciones en la dinámica fago–bacteria–huésped (Schulz et al., 2022; Borrego & Lanzas, 2022). Desde una perspectiva de adopción en granja, identificar una dosis mínima efectiva es clave para optimizar costos y facilitar la incorporación de fagos en programas integrados de manejo sanitario.

CONCLUSIONES

La incorporación de bacteriófagos en el alimento balanceado mostró un efecto favorable para el control de *Vibrios spp.* en el camarón blanco, al asociarse con menores cargas bacterianas en hepatopáncreas y con mejoras en supervivencia y crecimiento frente al control. La dosis de 0,6 L/kg de alimento representó el mejor desempeño integral dentro de las condiciones evaluadas, al combinar un control microbiológico elevado con el mayor rendimiento productivo. Estos hallazgos respaldan la aplicación de bacteriófagos como alternativa de biocontrol con potencial para reducir el uso de antibióticos y fortalecer la sostenibilidad sanitaria en el cultivo de camarón. Se recomienda ampliar estudios adicionales en condiciones comerciales y sobre la estabilidad del producto durante el almacenamiento del alimento son necesarios para respaldar su aplicación a escala productiva.

Conflicto de Intereses:

Los autores de este artículo no presentan conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores:

Leonor Margarita Rivera Intriago: Investigación, Redacción del borrador original, Visualización, Recursos, Metodología, Revisión y corrección del documento

Angie Yulieth Cueva Chalan, Kleimer Steeven Ibañez Moreno: Redacción del borrador original, Visualización, Validación, Software, Metodología, Investigación, Análisis formal, Curación de datos, Conceptualización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alagappan, K., Karuppiyah, V., & Deivasigamani, B. (2016). Protective effect of phages on experimental *V. parahaemolyticus* infection and immune response in shrimp (Fabricius, 1798). *Aquaculture*, 453, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.037>

- Barrantes, E. (2023). Efectos de la bacteria patógena *Vibrio parahaemolyticus* en camarones (*Litopenaeus vannamei*) de cultivo y en la salud del consumidor. *Revista Pensamiento Actual*, 23(40), 39–50. <https://doi.org/10.15517/PA.V23I40.55171>
- Bondad-Reantaso, M., MacKinnon, B., Karunasagar, I., Fridman, S., Alday-Sanz, V., Brun, E., Le, M., Li, A., Sura-chetpong, W., Karunasagar, I., Hao, B., Dall'Occo, A., Urbani, R., & Caputo, A. (2023). Review of alternatives to antibiotic use in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 15(4). <https://doi.org/10.1111/raq.12786>
- Borrego, J., & Lanzas, J. (2022). Fagoterapia ¿Un tratamiento alternativo a los antibióticos usados en la acuicultura? *Encuentros En La Biología*, 15(183). <https://doi.org/10.24310/enbio.v15i183.17132>
- Castaño, J. (2019). Bacteriófagos: aspectos generales y aplicaciones clínicas. *Hechos Microbiológicos*, 6(1–2). <https://doi.org/10.17533/udea.hm.335348>
- Fuentes, M., Gil, A., Martínez, C., Baizabal, V., & Valdez, J. (2021). El enemigo de mi enemigo es un virus que ataca a las bacterias: los bacteriófagos. *Revista Digital Universitaria*, 22(4). <https://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.4.1>
- Galaviz-Silva, L., Robles-Valdez, A., Sanchez-Diaz, R., Ibarra-Gomez, J., Gomez-Gil, B., & Molina-Garza, Z. (2021). *Vibrio parahaemolyticus* strains causing acute hepatopancreatic necrosis disease in farming shrimp of Sonora, Mexico and their antibiotic resistance. *Hidrobiologica*, 31(2). <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2021v31n2/Galaviz>
- Gallego, M., & Jimenez, J. (2022). Bacteriófagos más allá de la fagoterapia. *Hechos Microbiológicos*, 13(1). <https://doi.org/10.17533/udea.hm.v13n1a03>
- Gonzabay-Crespin, A., Vite-Cevallos, H., Garzón-Montealegre, V., & Quizhpe-Cordero, P. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el periodo 2015-2020. *Polo Del Conocimiento*, 6(9), 1040–1058. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3093>
- Hossain, A., Habibullah-Al-Mamun, M., Nagano, I., Masunaga, S., Kitazawa, D., & Matsuda, H. (2022). Antibiotics, antibiotic-resistant bacteria, and resistance genes in aquaculture: risks, current concern, and future thinking. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(8). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17825-4>
- Jiménez, J., Carvajal, H., & Vite, H. (2021). Análisis del pronóstico de las exportaciones del camarón en el Ecuador a partir del año 2019. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(1), 55–61. <https://www.redalyc.org/pdf/7217/721778108008.pdf>
- Jun, J. W., Kim, H. J., Yun, S. K., Chai, J. Y., & Park, S. C. (2014). Eating oysters without risk of vibriosis: Application of a bacteriophage against *Vibrio parahaemolyticus* in oysters. *International Journal of Food Microbiology*, 188, 31–35. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.07.007>
- Kuebutornye, F., Abarike, E., & Lu, Y. (2019). A review on the application of *Bacillus* as probiotics in aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology*, 87, 820–828. <https://doi.org/10.1016/J.FSI.2019.02.010>
- Le, H. B. N., Le, V. D., Tran, T. L., & Truong, T. B. Van. (2023). Effect of bacteriophage on histopathology and disease resistance of Whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) infected by *Vibrio parahaemolyticus*. *Veterinary Integrative Sciences*, 22(2). <https://doi.org/10.12982/VIS.2024.036>
- Lomeli-Ortega, C. O., Barajas-Sandoval, D. R., Martínez-Villalobos, J. M., Jaramillo, C. R., Meza Chávez, E., Gómez-Gil, B., Balcázar, J. L., & Quiroz-Guzmán, E. (2023). A Broad-Host-Range Phage Cocktail Selectively and Effectively Eliminates *Vibrio* Species from Shrimp Aquaculture Environment. *Microbial Ecology*, 86(2), 1443–1446. <https://doi.org/10.1007/s00248-022-02118-1>
- Pérez-Chabela, M., Alvarez-Cisneros, Y., Soriano-Santos, J., & Pérez-Hernandez, M. (2020). Los probióticos y sus metabolitos en la acuicultura. *Una Revisión. Hidrobiológica*, 30(1). <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v30n1/perez>
- Schulz, P., Pajaro, M., & Lara, A. (2022). Bacteriófagos como alternativa de tratamiento para el control de enfermedades bacterianas en la acuicultura. *Revista De Ciencias Biológicas Y Salud*, 3(7). <https://doi.org/10.29105/ciencia.v3i7.26>
- Shao, Y., Wang, Y., Yuan, Y., & Xie, Y. (2021). A systematic review on antibiotics misuse in livestock and aquaculture and regulation implications in China. *Science of the Total Environment*, 798, 149205. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149205>
- Vinay, T. N., Viji, V. T., Nandhini, B., Rangasamy, B., & Manoharan, J. (2019). Control of *Vibrio harveyi* using bacteriophage. *Journal of Environmental Biology*, 40(2), 194–199. <https://doi.org/10.22438/jeb/40/2/MRN-1066>
- Yin, N., Zhu, L., Wang, X., Fu, W., Wang, J., Liu, S., Song, L., & Zhao, X. (2022). The Bacteriophage vB_VpaM_TP2 Isolated from *Penaeus vannamei* Shrimp Pond Shows Specific Lytic Activity against *Vibrio parahaemolyticus*. *Microorganisms*, 10(4), 711. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10040711>