

EVALUACIÓN DE PATRONES DE RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN *VIBRIO* SPP EN CULTIVOS ACUÁTICOS Y CAMARONES PROCESADOS EN LA INDUSTRIA

Evaluation of antimicrobial resistance patterns in *Vibrio* spp in aquatic cultures and processed shrimp in the industry

[✉]Maylee Pozo Escobar*, [✉]Sheila Ponte Betancourt, [✉]Aniley Fernández Valle, [✉]Darlenis Pérez Quesada, [✉]Lirialis García Mesa, [✉]Suyin Matos Pons, [✉]Zuyen Manuel Álvarez, [✉]Raquel Silveira Coffigny

Centro de Investigaciones Pesqueras. Calle 246 entre 5ta. Avenida y Mar, Rpto. Barlovento, Municipio Playa, CP 19100, La Habana, Cuba.

RESUMEN: La resistencia antimicrobiana en bacterias del género *Vibrio* representa un riesgo importante para la seguridad alimentaria y la salud pública, especialmente en productos pesqueros como el camarón. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la resistencia antimicrobiana en diferentes aislados de especies de *Vibrio* a partir de cultivos de camarón, angulas y camarones procesados en la industria. Para ello, se evaluó la susceptibilidad antimicrobiana de 46 aislados frente a los antibióticos tetraciclina, ampicilina, sulfametoxazol-trimetropin, cloranfenicol, eritromicina, novobiocina mediante el método de difusión. Los halos obtenidos fueron clasificados en resistentes, intermedios y sensibles según los criterios de EUCAST. Los aislados de *Vibrio* fueron resistentes a los antibióticos ampicilina y novobiocina, donde los patógenos zoonóticos y patógenos de camarones presentaron multirresistencia y resistencia extrema como patrones de resistencia.

Palabras clave: Angula rostrata, *Escherichia coli* ATCC 25922, *L. vannamei*, resistencia antimicrobiana, *Vibrio* spp.

ABSTRACT: Antimicrobial resistance in bacteria of the genus *Vibrio* represents a significant risk to food safety and public health, especially in seafood products such as shrimp. The present study aimed to determine antimicrobial resistance in different *Vibrio* species isolates from shrimp farms, elvers and shrimp processed in the industry. To this end, the antimicrobial susceptibility of 46 isolates to the antibiotics: tetracycline, ampicillin, sulfamethoxazole-trimethoprim, chloramphenicol, erythromycin, and novobiocin, was evaluated using the diffusion method. The halos obtained were classified as resistant, intermediate and susceptible, according to EUCAST criteria. *Vibrio* isolates were resistant to the antibiotics ampicillin and novobiocin, with zoonotic pathogens and shrimp pathogens exhibiting multidrug resistance and extensively drug-resistant patterns.

Keywords: Angula rostrata, *Escherichia coli* ATCC 25922, *L. vannamei*, antimicrobial resistance, *Vibrio* spp.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura en Cuba representa una fuente de ingresos económicos debido a que muchos productos se destinan para la exportación y la alimentación de la población. Los cultivos se ven afectados frecuentemente por diferentes enfermedades de origen bacteriano provocadas en su mayoría por especies del género *Vibrio*, reduce el potencial productivo y en algunas ocasiones llega a causar daños significativos que conducen a la pérdida parcial o total de las cosechas en las granjas donde se tiene una alta densidad de población (1, 2, 3).

Esto ha hecho que, el tratamiento y prevención de las enfermedades en animales acuáticos se realice mediante el empleo de diferentes tipos de antibióticos (4). No obstante,

estos se aplican a menudo de manera inadecuada, sin hacer un análisis de sensibilidad antibiótica, en dosis excesivas y a veces, como método preventivo, lo que propicia el desarrollo de resistencia bacteriana (5, 6, 7).

Según Solano *et al.* (8), la resistencia antimicrobiana es la capacidad natural o adquirida de una bacteria de no presentar sensibilidad ante los efectos bactericidas de un antibiótico dado. Las bacterias desarrollan estos mecanismos debido a su gran capacidad de adaptación. Esta habilidad se debe a sus cortos ciclos de vida, su alta frecuencia de mutación y la posibilidad de transferir genes de resistencia entre ellas (9, 10), por lo que es usual que una misma bacteria desarrolle diversos mecanismos de resistencia frente a uno o más antibióticos (11).

*Autor para la correspondencia: Maylee Pozo Escobar. Email: mayleenator@gmail.com

Recibido: 17/08/2025

Aceptado: 30/11/2025

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización, Recursos, Supervisión, Escritura-borrador original: Maylee Pozo Escobar. Metodología, Escritura-borrador original, Redacción: revisión y edición: Sheila Ponte Betancourt. Análisis Formal: Aniley Fernández. Investigación y Metodología: Darlenis Pérez Quesada. Supervisión y Validación: Lirialis García Mesa. Metodología y Escritura-borrador original: Suyin Matos Pons. Metodología: Zuyen Manuel Álvarez. Conceptualización: Raquel Silveira Coffigny.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Según estudios reportados por diferentes autores (6, 14, 15) el surgimiento de resistencia para uno o varios antibióticos en numerosas cepas patógenas en la acuicultura es un asunto preocupante, reportándose múltiples casos a nivel mundial desde Malasia e India (12, 13), hasta Latinoamérica en Brasil, Perú y Ecuador. La eficacia de los tratamientos antibióticos se ve progresivamente reducida, lo que constituye un riesgo tanto para el ambiente como para la salud humana. Este fenómeno se debe a que las cepas bacterianas resistentes, presentes en animales, pueden transmitirse al ser humano mediante el consumo de estos, y transferir sus genes de resistencia a cepas patógenas relevantes para la salud humana (6, 16, 17).

En este contexto, y dada la relevancia que la resistencia antimicrobiana representa tanto para la salud animal como humana, se planteó como objetivo de este estudio determinar los perfiles de resistencia antimicrobiana en diferentes aislados de especies del género *Vibrio* provenientes de cultivos acuáticos y camarones procesados en la industria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislados microbianos

Se obtuvieron 45 aislados de diferentes especies de *Vibrio*, procedentes de cultivos acuáticos, 39 de camarón blanco (*L. vannamei*) y cuatro de angulas los cuales fueron obtenidos por el laboratorio de Diagnóstico de Enfermedades Bacterianas; y tres de camarones procesados en la industria por el laboratorio de Microbiología de los Alimentos, ambos del Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba.

Análisis Microbiológicos

Se realizó la extracción asépticamente de hepatopáncreas de los camarones de cultivo, mientras que las angulas fueron lavadas, cortadas y maceradas en un mortero estéril. Tanto los hepatopáncreas como las angulas fueron transferidos a tubos de ensayo con 5 mL de caldo Triptona soya al 3% de NaCl para obtener los homogenados. Posteriormente, se hicieron diluciones decimales seriadas (10^{-1} - 10^{-3}) para la obtención entre 30 y 300 colonias. Se inocularon 0.1 mL de muestra en placas Petri con los medios de cultivo agar Tiosulfato Citrato Sales Bilis Sacarosa (TCBS) y Agar Triptona Soya suplementado con cloruro de sodio (TSA 3%), según procedimiento descrito por Rubio *et. al* (18). Se trasladaron a la incubadora por 24 h a 30°C y, posteriormente, las colonias seleccionadas se aislaron en tubos inclinados de Agar Triptona Soya suplementado al 3% con NaCl e incubaron durante 24-48 h. La caracterización de las cepas se hizo por pruebas bioquímicas, que permitieron su identificación taxonómica (18, 19). Los cinco aislados de productos pesqueros fueron obtenidos usando la metodología descrita en la norma ISO (20).

Selección de los antibióticos a usar frente a especies del género *Vibrio*

Se seleccionaron discos de antibióticos para antibiograma de: T (tetraciclina, 30µg), SXT (sulfametoxazol/trimetropam, 25µg), C (cloranfenicol, 30µg), No (novobiocina, 5µg), AMP (ampicilina, 10µg), E (eritromicina, 30µg), de acuerdo con la clasificación

establecida por el Comité Europeo para las Pruebas de Sensibilidad a los Antimicrobianos (21, 22), referida al nivel de importancia de los antimicrobianos para la salud animal y humana, tal como se detalla en las tablas correspondientes a cada año analizado.

Determinación de susceptibilidad antimicrobiana de especies de *Vibrio* spp

Las cepas de *Vibrio* spp. a evaluar se sembraron por agotamiento en placas de Agar Triptona Soya con sal y se incubaron a 30°C por 18 horas. Posteriormente, se transfirieron cinco colonias de cada una de las placas con medio TSA 3% con ayuda del asa a tubos con 5mL de caldo Mueller-Hinton, para igualar la densidad de ese tubo previamente inoculado con el tubo número cinco de la escala del nefelómetro de Mc Farland correspondiente a 10^8 UFC/mL y fueron incubados por 24 horas a 30°C. Una vez listo el inóculo se procedió a realizar antibiogramas que determinaron la sensibilidad de las cepas de interés (23).

Se realizó el método de siembra masiva con hisopo en las placas que contenían agar Mueller Hinton. Una vez secas, se depositaron los discos impregnados con el antimicrobiano con pinzas estériles. Tras depositar los discos en la placa se mantuvieron en reposo durante 5 minutos, finalmente se incubaron en posición invertida durante 24 horas a 30°C para el adecuado crecimiento microbiano (24).

Una vez transcurrido el tiempo de incubación, se midieron los halos de inhibición de cada antibiótico en mm, los cuales fueron evaluados como resistente (R), Intermedio (I) y sensible (S) según los criterios de EUCAST en los años 2021 y 2022 respectivamente (21, 22).

Se analizó el promedio de patrones de susceptibilidad antimicrobiana de cepas del género *Vibrio* frente a los seis antimicrobianos empleados por periodos y la tendencia lineal.

RESULTADOS

Las especies identificadas fueron *Vibrio parahaemolyticus*, *V. diazotrophicus*, *Vibrio natriegens*, *Vibrio mimicus*, *Vibrio splendidus*, *Vibrio ordalli*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio campbelli*, *Vibrio alginolyticus*.

Los resultados de los antibiogramas realizados se muestran en las siguientes figuras:

En *Vibrio* spp. hubo 100% de resistencia a novobiocina y ampicilina. El 60% de las cepas mostró resistencia a tetraciclina. El 40% tuvo resistencia a eritromicina y no hubo resistencia para el sulfametoxazol- trimetropin y cloranfenicol (Figura 1).

El 36 % de las cepas ensayadas presentaron resistencia al cloranfenicol, tetraciclina sulfametoxazol- trimetropin; el 63% fue resistente a la eritromicina y el 100% a la ampicilina en el segundo semestre del 2021 (Figura 2).

El 71% de los aislados es resistente al cloranfenicol, el 57% a la novobiocina, el 43% a la sulfametoxazol-trimetropin, el 29% a la tetraciclina, lo cual es favorable para el tratamiento de las septicemias bacterianas. Todos los aislados presentaron 100% de resistencia a eritromicina y a ampicilina.

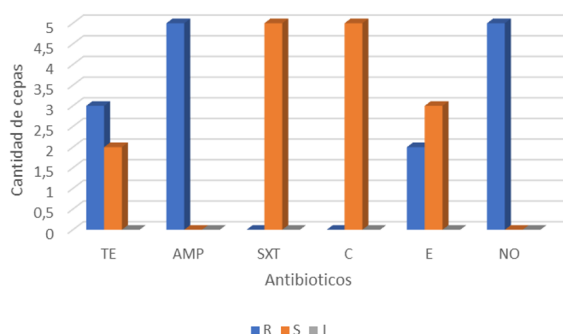


Figura 1. Perfil de susceptibilidad antimicrobiana de aislados de *Vibrio parahaemolyticus* frente a los antibióticos TE (Tetraciclina), AMP (Ampicilina), SXT (sulfametoxazol- trimetropin), C (Cloranfenicol), E (Eritromicina), y NO (Novobiocina), durante el primer semestre de 2021 (enero-junio). / Antimicrobial susceptibility profile of *Vibrio parahaemolyticus* isolates against the antibiotics TE (Tetracycline), AMP (Ampicillin), SXT (Sulfamethoxazole-Trimethoprim), C (Chloramphenicol), E (Erythromycin), and NO (Novobiocin), during the first half of 2021 (January-June).

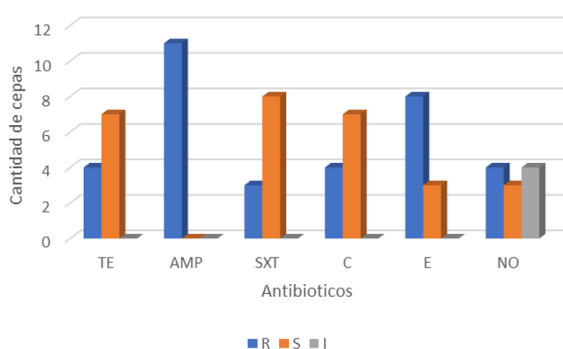


Figura 2. Perfil de susceptibilidad antimicrobiana de aislados de *Vibrio* spp., frente a los antibióticos TE (Tetraciclina), AMP (Ampicilina), SXT (sulfametoxazol- trimetropin), C (Cloranfenicol), E (Eritromicina), y NO (Novobiocina), durante el segundo semestre de 2021 (junio a noviembre). / Antimicrobial susceptibility profile of *Vibrio* spp. isolates against the antibiotics TE (Tetracycline), AMP (Ampicillin), SXT (Sulfamethoxazole-Trimethoprim), C (Chloramphenicol), E (Erythromycin), and NO (Novobiocin), during the second half of 2021 (June-November).

El 58% de las cepas del género *Vibrio* evaluadas fueron resistentes al cloranfenicol, como muestra la Figura 3. El 71% fue resistente a la ampicilina, el 29% a Sulfametoxazol-trimetropin, el 33% a la tetraciclina, el 38% a la eritromicina y el 42% a la novobiocina. Este resultado indica que a los antibióticos de importancia crítica (Sulfametoxazol-trimetropin y tetraciclina) presentaron una resistencia menor del 50%, lo cual es favorable para su uso en tratamientos de enfermedades.

Varias cepas del género *Vibrio* se comportan como multirresistentes, por tener tres o más antibióticos que no inhibieron el crecimiento bacteriano. Entre ellas *Vibrio natriegens*, *V. diazotrophicus* y *V. ordalli*. De ellos, el único que se reporta como patógeno es *V. ordalli*; los otros se consideran ambientales que pueden considerarse reservorios de genes de resistencia en el ambiente acuático.

Vibrio parahaemolyticus y *V. splendidus* también muestran resistencia y si constituyen patógenos de importancia en el cultivo de camarón y como patógeno de humanos.

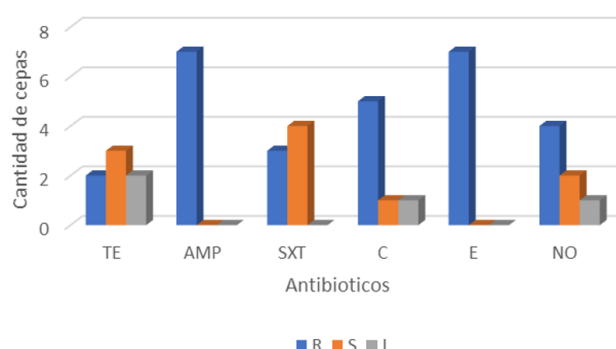


Figura 3. Perfil de susceptibilidad antimicrobiana de aislados de *Vibrio* spp., frente a los antibióticos TE (Tetraciclina), AMP (Ampicilina), SXT (sulfametoxazol- trimetropin), C (Cloranfenicol), E (Eritromicina), y NO (Novobiocina), durante el primer semestre de 2022 (enero a junio). / Antimicrobial susceptibility profile of *Vibrio* spp. isolates against the antibiotics TE (Tetracycline), AMP (Ampicillin), SXT (Sulfamethoxazole-Trimethoprim), C (Chloramphenicol), E (Erythromycin), and NO (Novobiocin), during the first half of 2022 (January-June).

Los resultados de la Figura 4 muestran que, de un total de 24 cepas de *Vibrio* ensayadas, 14 mostraron resistencia al menos al 50% de los antibióticos ensayados. Hay una cepa con 100% de resistencia (*Vibrio diazotrophicus* 203), 5 cepas con 83% (*Vibrio vulnificus* 586, *Vibrio natriegens* 572, *Vibrio alginolyticus* 202, *Vibrio ordalli* 233, *Vibrio parahaemolyticus* 259), 5 cepas con 67% (*Vibrio natriegens* 244, *Vibrio mimicus* 188, *Vibrio natriegens* 480, *Vibrio alginolyticus* 587, *Vibrio diazotrophicus* 763) y con 50% (*Vibrio natriegens* 367).

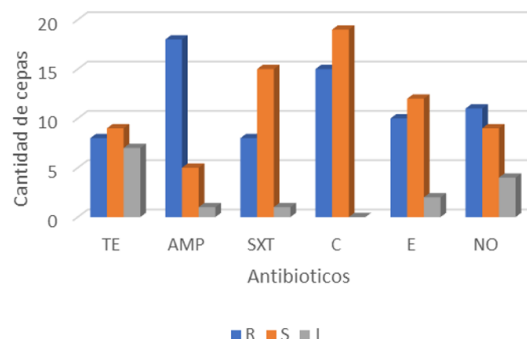


Figura 4. Perfil de susceptibilidad antimicrobiana de aislados de *Vibrio* spp., frente a los antibióticos TE (Tetraciclina), AMP (Ampicilina), SXT (sulfametoxazol- trimetropin), C(Cloranfenicol), E (Eritromicina), y NO (Novobiocina), durante el segundo semestre de 2022, de julio a noviembre. / Antimicrobial susceptibility profile of *Vibrio* spp. isolates against the antibiotics TE (Tetracycline), AMP (Ampicillin), SXT (Sulfamethoxazole-Trimethoprim), C (Chloramphenicol), E (Erythromycin), and NO (Novobiocin), during the second half of 2022 (July-November).

En el año 2021, los aislados del género *Vibrio* mostraron mayor resistencia a los antibióticos: ampicilina, eritromicina y novobiocina; mientras que en 2022 lo hicieron a la ampicilina, cloranfenicol, eritromicina y novobiocina.

El mayor número de aislados (24) se obtuvo durante la época de lluvia, mientras que los 21 restantes fueron aislados en época de seca. En esta primera época, tres aislados tuvieron la capacidad de resistencia frente a tres antibióticos clasificándolos como multirresistentes,

mientras que ocho mostraron ser resistentes a más de tres, clasificándose como resistencia extrema. En la época de estiaje se incrementó en 11 el número de aislados con resistencia extrema y disminuyó en tres la multirresistencia.

El análisis de la tendencia de los promedios de cada antibiótico durante los cuatro periodos analizados mostró una disminución de la sensibilidad en el cloranfenicol, eritromicina y sulfametxazol-trimetropin en los tres últimos periodos analizados, mientras que la ampicilina se mantuvo resistente durante todos los periodos. Por otro lado, la novobiocina alcanzó los mayores valores de resistencia durante el tercer periodo, y la tetraciclina tuvo menor resistencia durante el segundo periodo del 2021. Esto se muestra en las Figuras 5, 6 y 7.

DISCUSIÓN

La resistencia antimicrobiana en bacterias del género *Vibrio* presentes en ambientes acuáticos está influida por factores ambientales como la contaminación por residuos antibióticos y las condiciones estacionales que favorecen la proliferación y transferencia de genes de resistencia, lo que

representa un riesgo significativo para la salud pública y la acuicultura (25).

Vibrio diazotrophicus es reconocido como una cepa ambiental no patógena para el camarón, con alta capacidad de fijación de nitrógeno y tendencia a encontrarse en ambientes con exceso de materia orgánica, actuando como reservorio de genes de resistencia a antibióticos, lo que puede contribuir a la diseminación de resistencia en ambientes acuáticos (26). Sin embargo, la literatura específica sobre la resistencia extrema de la cepa 203 de *V. diazotrophicus* es limitada, aunque se reconoce que bacterias ambientales pueden portar y transferir genes de resistencia, incluso sin ser patógenas (27).

En contraste, estudios sobre *Vibrio natriegens* muestran patrones variables de resistencia a antibióticos, con reportes de porcentajes de resistencia del 83%, 67% y 50% a diferentes fármacos, lo que indica una diversidad en los mecanismos y niveles de resistencia dentro del género *Vibrio* (27). Estos hallazgos coinciden con la idea de que las especies ambientales de *Vibrio* pueden presentar una amplia gama de perfiles de resistencia, aunque la magnitud y los mecanismos pueden diferir entre especies y cepas.

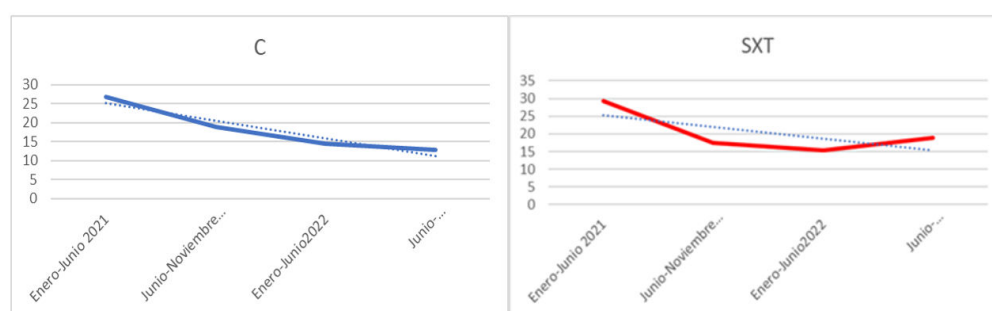


Figura 5. Tendencia temporal de la resistencia a cloranfenicol y sulfametoxazol-trimetoprima en aislados de *Vibrio* spp. durante los cuatro periodos de estudio. / Temporal trend of chloramphenicol and sulfamethoxazole-trimethoprim resistance in *Vibrio* spp. isolates during the four study periods.

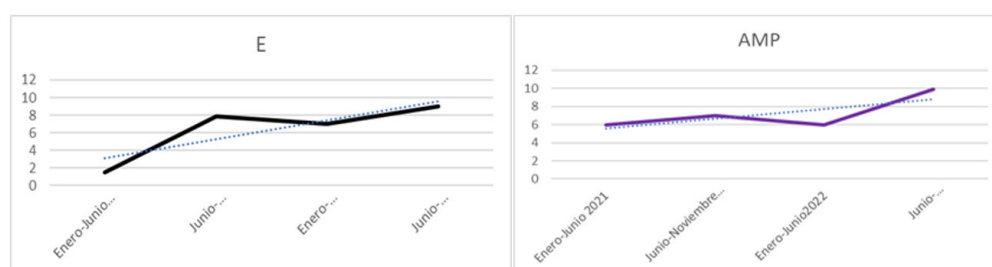


Figura 6. Tendencia temporal de la resistencia a eritromicina y ampicilina en aislados de *Vibrio* spp. durante los cuatro periodos de estudio. / Temporal trend of erythromycin and ampicillin resistance in *Vibrio* spp. isolates during the four study periods.

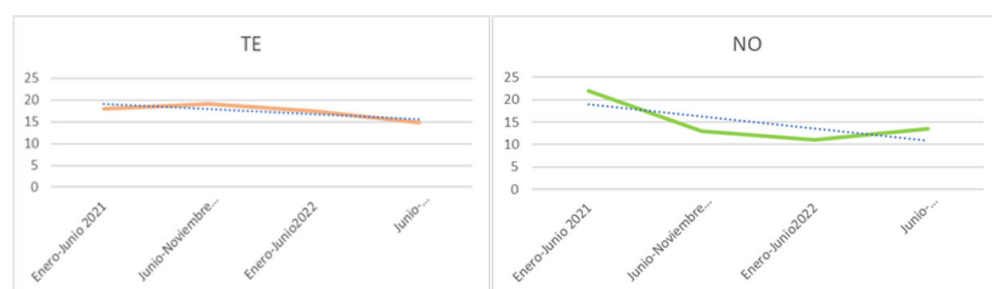


Figura 7. Tendencia temporal de la resistencia a tetraciclina y novobiocina en aislados de *Vibrio* spp. durante los cuatro periodos de estudio. / Temporal trend of tetracycline and novobiocin resistance in *Vibrio* spp. isolates during the four study periods.

Se corrobora que el género *Vibrio* presenta alta resistencia antimicrobiana a las penicilinas. Estos resultados también fueron reportados en otras investigaciones con cepas de *V. cholerae* de origen clínico y ambiental, así como en cepas ambientales de *Vibrio* en Perú (28, 29, 30, 31, 32).

La novobiocina es un antibiótico clasificado de importancia según la OMSA (33), pero no ha sido declarado por normas internacionales para controlar infecciones causadas por *Vibrio*, su evaluación se realizó debido a que anteriormente, era utilizado para diferenciarlo de los géneros bacterianos *Pleisiomonas* y *Aeromonas* (34). Sin embargo, en el presente estudio se obtuvo en la mayoría de los aislados resistencia a la novobiocina, lo cual difiere de lo encontrado en otro estudio (35) que obtuvo cepas sensibles a este antimicrobiano.

La aparición de resistencia a antibióticos en bacterias, además de ser un problema biológico, es sin lugar a dudas un problema médico, social, económico y ético dado que las infecciones producidas por estas bacterias resistentes a los antibióticos tienen mayor morbilidad y mortalidad (36).

El tratamiento con antibióticos genera costos aumentados por la selección de resistencia en la microbiota normal, y esta resistencia puede ser transmitida a patógenos, aumentando la resistencia a estos antibióticos utilizados. En la terapia antibiótica clínicamente adecuada, el antibiótico selecciona bacterias resistentes en la microbiota normal del individuo tratado y en su entorno (37). Las bacterias pueden adquirir resistencia mediante mutaciones o transferencia de genes a través de plásmidos, elementos genéticos móviles que facilitan la diseminación de la resistencia, incluso en la microbiota intestinal de pacientes (38). Este fenómeno incrementa la dificultad para tratar infecciones y representa una amenaza creciente para la salud pública (39).

En la acuicultura cubana, no se emplean antibióticos debido a que las enfermedades pueden ser controladas y prevenidas mediante la implementación de buenas prácticas de cultivo, lo cual minimiza la presión selectiva para el desarrollo de resistencia bacteriana (40). No obstante, se ha detectado resistencia en especies del género *Vibrio* que forman parte de la microbiota ambiental y de los animales cultivados. Según (41), la oxitetraciclina es el único antibiótico autorizado para su uso en animales acuáticos; aunque en Cuba no se ha utilizado en los últimos cinco años, los resultados de este estudio evidencian resistencia a esta sustancia por parte de diferentes especies patógenas y ambientales del género *Vibrio*.

En el periodo de enero a junio de 2021 la presencia de resistencia a la tetraciclina se aprecia tanto en aislados de animales en cultivo como en producto pesquero listo para el consumo. La especie *Vibrio parahaemolyticus*, es considerada como patógeno oportunista de camarón tanto en la fase de larvicultura como en la de engorde. Es reconocido como una de las especies más frecuentes. También son muy frecuentes las especies *V. alginolyticus*, *V. vulnificus*, en la ceba; en cultivo larvario se reportan *V. harveyi* y *V. splendidus* (42). En este trabajo las cepas aisladas en el periodo no manifiestan resistencia al cloranfenicol, resultado que no coincide con lo planteado por Loo *et al.* (43).

Vibrio vulnificus se considera sensible a tetraciclina, cloranfenicol, penicilina, aminoglucósidos (amikacina,

estreptomicina, gentamicina) (44), en este trabajo se mantuvo resistente solo a la ampicilina, que es un tipo de penicilina, al que todas las especies del género *Vibrio* tienen resistencia intrínseca.

Los resultados evidencian una alta presencia de bacterias con resistencia a múltiples antibióticos, con una mayor cantidad de aislados en época de lluvia, donde se identificaron cepas multirresistentes y con resistencia extrema. Este patrón coincide con investigaciones recientes que muestran que ambientes acuáticos durante periodos húmedos tienden a favorecer la proliferación y diseminación de bacterias resistentes debido a la mayor presencia de contaminantes y condiciones ambientales favorables para la transferencia genética horizontal de genes de resistencia (45, 46). Además, el incremento de bacterias con resistencia extrema en época estiaje coincide con la hipótesis de fluctuación estacional en la resistencia bacteriana, posiblemente atribuible a factores como la concentración variable de antibióticos en el ambiente y el estrés ambiental que selecciona cepas más resistentes (47, 48). La presencia de organismos multirresistentes en estos ambientes es un problema crítico de salud pública, pues limita las opciones terapéuticas y aumenta los riesgos sanitarios, aspecto ampliamente reconocido en la literatura actual (49).

CONCLUSIÓN

Los aislados de *Vibrio* spp. provenientes de cultivos acuáticos y camarones procesados en Cuba mostraron resistencia del 100 % a ampicilina y novobiocina, y altos niveles de multirresistencia, incluyendo especies zoonóticas (*V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*) y ambientales (*V. diazotrophicus*, *V. natriegens*). A pesar de la ausencia de uso reciente de antibióticos en la acuicultura cubana, la persistencia de resistencia, incluso a antimicrobianos de importancia crítica, subraya el rol de los ambientes acuáticos como reservorios de genes de resistencia. Los hallazgos refuerzan la necesidad de vigilancia continua y un enfoque integrado de “Una Salud” para mitigar riesgos a la salud pública y la seguridad alimentaria.

Agradecimientos al proyecto PS LH001-008: Comportamiento de la resistencia antimicrobiana en animales acuáticos en Cuba por el financiamiento de la investigación.

REFERENCIAS

1. FAO. Fishery statistical collections: global production. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2018.
2. León Quispe J. Aislamiento, caracterización y actividad antibiótica de actinomicetos marinos frente a patógenos multi-drogo-resistentes de origen clínico. 2024. Tesis doctoral. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/21923>.
3. Cámara Nacional de Acuicultura. Estadísticas. Guayaquil, Ecuador (EC): Cámara Nacional de Acuicultura; 2020.
4. Gracia-Valenzuela MH, Márquez-Castillo A, Leyva JM, Ortega-Ramírez LA, Cardoso-Antonio JO, Sital-Gastelum MI, Galindo-Félix J I, Gutiérrez-Pacheco

- MM. Resistencia a antibióticos de vibrios aislados durante el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Revista Latinoamericana De Recursos Naturales. 2024; 20 (2): 34-39, Recuperado a partir de: <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/343>
5. Alarcón Rojas MG, Acevedo Parada JN, Corredor Rodríguez Y, Sierra Quintero D. A. El uso inadecuado de antibióticos ha generado resistencia bacteriana, un problema de salud pública que pone en riesgo la eficacia de los tratamientos médicos actuales y futuros: una revisión temática. Diplomado de profundización en farmacovigilancia. Escuela ciencias de la Salud ECISA. Universidad Nacional Abierta a Distancia UNAD. [Internet]. 2025. [citado: 2026, enero] Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/77110>.
6. Jara-Medina NR, Cedeño-Pinargote AC, Beltrán-Noboa A, Tejera E, Machado A. Managing *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio alginolyticus* Infections in the Whiteleg Shrimp (*Penaeus vannamei*): A Systematic Review. Molecules. 2025; 30 (17): 3620. <https://doi.org/10.3390/molecules30173620>.
7. Varela A, Choc-Martínez LF. Técnicas diagnósticas para enfermedades bacterianas en camarones. Rev Investig Vet Perú. 2020; 31:e18165. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18165>
8. Solano Escalante YP, Cárdenas Ortega JL. Mecanismos fenotípicos de resistencia a antibióticos de bacterias endosimbióticas de amebas de vida libre aisladas de agua de consumo de la Ciudad de Cúcuta, Universidad de Santander “UNDES”. Tesis. 2019.
9. Cañarte Castro CC, Muñiz Pincay MJ. Infección de transmisión sexual por *Neisseria gonorrhoeae*: epidemiología y mecanismos de resistencia antimicrobiana en América del Sur. Tesis Licenciatura. Jipijapa, Manabí, Ecuador. Facultad de Ciencias de la Salud. 2023.
10. Murray CJ, Ikuta KS, Sharara F, Swetschinski L, Aguilar GR, Gray A, Tasak N. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *The lancet*. 2022; 399 (10325): 629-655.
11. Mantilla Becerra YN. Microorganismos multirresistentes a antibióticos: mecanismos y alternativas al tratamiento convencional. Trabajo de fin de curso. Facultad de medicina. Universidad de Cantabria. Santander, Junio 2020.
12. Natrah I, Muthukrishnan S, Mohd-Padil H, Mohamad N, Alipiah NM, Shariff M, Defoirdt T. Antimicrobial resistance in Malaysian shrimp aquaculture and strategies to reduce its occurrence. *Reviews in Aquaculture*. 2025; 17(3): e70020. <https://doi.org/10.1111/raq.70020>
13. Sivaraman, G. K., Vijayan, A., Rajan, V., Elangovan, R., Prendiville, A., & Bachmann, T. (2022). Impact of antimicrobial use and antibiotic resistant pathogens in aquatic products-An Indian perspective. *Indian J. Anim. Health*, 61(1), 14-22. 2022. <https://doi.org/10.36062/ijah.2022.14821>
14. Rodríguez Tamayo E, Jiménez Quiceno J. Resistencia bacteriana a antibióticos en ambientes acuáticos: origen e implicaciones para la salud pública. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, Facultad Nacional de Salud Pública. 2023;41(3): e351453. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.e351453>.
15. Huamán Iturizaga M, Salvador-Luján G, Morales L, Alba Luna J, Velasquez García JL, Pacheco Pérez D, Pons M J. Resistencia a cefalosporinas y quinolonas en *Escherichia coli* aisladas de agua de riego del río Rímac en Lima este, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2024;41(2):114-20. <http://doi.org/10.17843/rpmesp.2024.412.13246>.
16. Ruiz de Galarreta Beristain M. La resistencia a los antibióticos, un problema de salud global: las infecciones por microbacterias ultrarresistentes. 2021.
17. Torras M de los Ángeles Calvo. Reflexiones sobre la resistencia bacteriana a los antibióticos. Implicaciones en salud humana y animal. *Anales de la Real Academia de Doctores*. Vol. 6. No. 3. Real Academia de Doctores de España, 2021.
18. Rubio M, Silveira R, Hernández DA, Pérez A, Pozo M. Prevalencia de enfermedades en el camarón de cultivo *L. vannamei* en Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*. 2020; 37(2): 57-65. ISSN 0138-8452. <http://hdl.handle.net/1834/41620>.
19. Buller NB. Bacteria from fish and other aquatic animals: a practical identification manual. London: CABI Publishing; 2015.
20. ISO. Microbiology of the food chain - Horizontal method for detection of potentially enteropathogenic *Vibrio* spp. ISO 21872-1:2017. Geneva: International Organization for Standardization; 2017.
21. EUCAST. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 12.0. 2021. Available from: <https://www.eucast.org>
22. EUCAST. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 12.0. 2022. Available from: <https://www.eucast.org>
23. Smaldone G, Marrone R, Cappiello S, Martin GA, Oliva G, Cortesi ML, Anastasio A. Occurrence of antibiotic resistance in bacteria isolated from seawater organisms caught in Campania Region: preliminary study. *BMC Vet Res*. 2014; 10: 161.
24. Pérez Esteve E, Rivas Soler A. Determinación de la sensibilidad de los microorganismos frente a antimicrobianos de origen natural y la concentración mínima inhibitoria por métodos fenotípicos. Universidad Politécnica de Valencia. España. 2021. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/167611>.
25. Reboucas ESN, Valério FAC, Mota ML, et al. Resistencia antibiótica en *Vibrio* spp aislados de camarón blanco. *Rev.Peruana Biol*. 2021;28(4):22-30.
26. Sánchez Villanueva A. Identificación y cuantificación de *Vibrio* spp en camarón de río (*Cryphios caementarius*) procedentes de Mercado pesquero Villa Maria del Triunfo. Tesis para optar el Título Profesional de Médico Veterinario. Lima Perú. facultad de ciencias biológicas. Escuela profesional de ciencias veterinarias. Universidad Ricardo Palma. 2018. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/8172/245067.pdf>
27. Perron GG, Quessy S, Dickey J, Bell G. The Impact of Non-Pathogenic Bacteria on the spread of virulence and antibiotic resistance genes. *Front Cell Infect Microbiol*. 2023;13: 1084578. <http://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1084578>.

28. Sulca MA, Orozco R, Alvarado DE. Antimicrobial resistance not related to 1, 2, 3 integrons and Superintegron in *Vibrio* spp. isolated from seawater sample of Lima (Perú). *Mar Pollut Bull.* 2018; 131:370-7. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.04.050>.
29. Das B, Verma J, Kumar P, Ghosh A, Ramamurthy T. Antibiotic resistance in *Vibrio cholerae*: Understanding the ecology of resistance genes and mechanisms. *Vaccine.* 2020; 38: A83-92. <http://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.06.031>.
30. Garbern SC, Chu TC, Yang P, Gainey M, Nasrin S, Kanekar S, et al. Clinical and socio-environmental determinants of multidrug-resistant *Vibrio cholerae* 01 in older children and adults in Bangladesh. *Int J Infect Dis.* 2021; 105:436-41. <http://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.02.102>.
31. Gupta P, Modgil V, Kant V, Kaur H, Narayan C, Mahindroo J, et al. Phenotypic and genotypic characterization of antimicrobial resistance in clinical isolates of *Vibrio cholerae* over a decade (2002-2016). *Indian J Med Microbiol.* 2022; 40(1):24-9. <http://doi.org/10.1016/j.ijmmb.2021.11.008>.
32. Ibarra-Trujillo Jimmy, Alvarado Débora, Gavilán Ronnie. Molecular characterization and antimicrobial resistance of *Vibrio cholerae* in Perú, 1991 - 2019. *An. Fac. med.* [Internet]. Abr [citado 2025 Dic 12]; 85 (2): 146-155. 2024. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_art-text&pid=S102555832024000200005&lng=es. Epub 30-Jun-2024. <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v85i2.28433>.
33. OMSA. Código Sanitario para los Animales Acuáticos. París: Organización Mundial de Sanidad Animal; 2021.
34. Austin B. Bacterial Pathogens of Marine Fish. In: Belkin, S., Colwell, R.R. (eds) *Oceans and Health: Pathogens in the Marine Environment*. Springer, Boston, MA. 2005. https://doi.org/10.1007/0-387-23709-7_17
35. Konechnyi Y, Khorkavyi Y, Ivanchuk K, Kobza I, Sękowska A, Korniychuk O. *Vibrio metschnikovii*: current state of knowledge and discussion of recently identified clinical case. *Clin Case Rep.* 2021; 9(4):2236-44.
36. Ruiz DRF, Enríquez MQ, Pérez OLC. Los antibióticos y su impacto en la sociedad. *MediSur.* 2021; 19(3):477-91.
37. Anduni L. Efecto de la hospitalización en la adquisición de genes de resistencia a antibióticos en la microbiota intestinal. Tesis para optar por el título de master en Ciencias Biológicas. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Facultad de Ciencias; 2025. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/204317>.
38. Estrada-Calles, DM, Rodríguez-Gamboa MF, Velázquez-Álvarez EA. Resistance to betalactam antimicrobials: current situation and new strategies. *RD-ICUAP*, Año 8, No. 22, pp. 13 -27. 2022. <https://doi.org/10.32399/icuap.rdic.2448-5829.2022.22.682>.
39. DelaFuente J, Diaz-Colunga J, Sanchez, A, San Millan A. Global epistasis in plasmid-mediated antimicrobial resistance. *Molecular systems biology.* 2024; 20(4), 311-320. <https://doi.org/10.1038/s44320-024-00012-1>.
40. García-López J, Pérez M, Torres L. Uso y resistencia a antibióticos en acuicultura: situación en Cuba. *Rev Cubana de Acuicultura.* 2019; 45 (1), 15-23.
41. Codex Alimentarius. Alimentos producidos orgánicamente. 2.^a ed. Roma: FAO; 2024.
42. Zambrano Vera CJ. Aislamiento y caracterización de bacterias responsables de enfermedades en el camarón *Penaeus vannamei*, determinando su caracterización bioquímica y su respuesta a la susceptibilidad a diferentes productos comerciales (Tesis de Licenciatura para optar por el título de Biología). La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Matriz. Facultad de Ciencias del Mar. 74p. 2023.
43. Loo KY, Letchumanan V, Law JWF, Pusparajah P, Goh BH, Ab Mutalib NS, Lee LH. Incidence of antibiotic resistance in *Vibrio* spp. *Rev Aquac.* 2020; 12(4):2590-608.
44. Dutta D, Kaushik A, Kumar D, Bag S. Foodborne pathogenic vibrios: antimicrobial resistance. *Front Microbiol.* 2021; 12:638331.
45. Fernández Abreu, A. "*Vibrio cholerae* en Cuba (1997-2019). Distribución temporo-espacial, potencial patogénico y resistencia a los antimicrobianos." Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias de la Salud. La Habana, Cuba. 2021.
46. Guillén-Ferraro M L, Cordovéz-Martínez MC, González-Romero AC, Medina-Ramírez GE, Mur-Cacedo L, Marcillo-Valencia KG. Bacterias multirresistentes en aguas de riego del río Chibunga, Chimborazo, Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo.* 2024; 17(1): 16-25. <https://doi.org/10.29166/revfig.v17i1.5793>.
47. Medimay. Bacterias multirresistentes en ecosistemas aislados y su impacto en salud pública. *Rev. Cuba Med.* 2021; 60 (3):123-30.
48. Sassi A, Basher NS, Kirat H, Meradji S, Ibrahim NA, Idres T, Touati A. The Role of the Environment (Water, Air, Soil) in the Emergence and Dissemination of Antimicrobial Resistance: A One Health Perspective. *Antibiotics.* 2025; 14(8), 764. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14080764>.
49. Cohen ML. Epidemiology and the impact of antimicrobial resistance. *J Antimicrob Chemother.* 2022; 77(12):3281-3290.