


Calidad bacteriológica del camarón fresco comercializado en Bluefields, Caribe Nicaragüense

Bacteriological quality of fresh shrimp marketed in Bluefields on the Nicaraguan Caribbean

 **Billy Francis Ebanks Mongalo**¹
billy.ebanks@bicu.edu.ni

 **Blanca Marina Arce Oporta**¹
blanca.arce@es.bicu.edu.ni

 **Nayeli Suyen Allen Solano**¹
nayeli.allen@es.bicu.edu.ni

 **Enoc Geremías Rivas Suazo**^{*1}
enoc.rivas@do.bicu.edu.ni

 **Eduardo Alexander Siu Estrada**²
eduardo.siu@do.bicu.edu.ni

 **Juan Asdrúbal Flores-Pacheco**³
asdrubal.flores@do.bicu.edu.ni

Fecha de Recepción: 16-03-2026

Fecha de Aprobación: 13-05-2026

RESUMEN

La inocuidad de los productos pesqueros constituye un componente esencial de la seguridad alimentaria y de la protección de la salud pública en regiones costeras con alta dependencia del consumo de recursos marinos. La presente investigación se justificó por la necesidad de generar evidencia científica local sobre el estado microbiológico del camarón fresco comercializado en mercados minoristas de Bluefields ante la limitada información disponible para el Caribe nicaragüense. El objetivo fue evaluar la calidad bacteriológica del camarón fresco comercializado en tres puestos de venta mediante la determinación de *Escherichia coli* y *Salmonella spp* y su relación con las condiciones higiénico-sanitarias del entorno de comercialización, contrastando los resultados con los estándares normativos vigentes. El estudio es cuantitativo, descriptivo y de corte transversal, basado en un muestreo no probabilístico. Las muestras fueron analizadas mediante el método de Petrifilm y tomando en cuenta las condiciones higiénico-sanitarias en los puntos de venta. Los resultados evidenciaron la presencia de *Escherichia coli* en concentraciones superiores a los límites permisibles y la detección de *Salmonella spp*. Estos hallazgos confirman la hipótesis

¹ Bluefields Indian & Caribbean University. Departamento de Recursos Naturales. Bluefields, Nicaragua

² Bluefields Indian & Caribbean University. Área del Conocimiento de Ciencia y Tecnología. Bluefields, Nicaragua

³ Bluefields Indian & Caribbean University. Departamento de Investigación. Bluefields, Nicaragua

*Autor de correspondencia



planteada, mostrando un deterioro significativo de la calidad microbiológica del producto, asociado a deficiencias en las prácticas de manipulación, conservación y control sanitario. Se concluye que el camarón fresco comercializado en Bluefields, presenta un riesgo potencial para la salud del consumidor, lo que subraya la necesidad de fortalecer la vigilancia sanitaria, la capacitación de los actores involucrados y la aplicación efectiva de buenas prácticas de higiene en los mercados minoristas del Caribe nicaragüense.

Palabras clave: higiene, seguridad alimentaria, contaminación microbiológica, productos pesqueros, salud pública

ABSTRACT

The safety of seafood products is an essential component of food security and public health protection in coastal regions highly dependent on the consumption of marine resources. This research was justified by the need to generate local scientific evidence on the microbiological status of fresh shrimp sold in retail markets in Bluefields, given the limited information available for the Nicaraguan Caribbean. The aim of the study was to evaluate the bacteriological quality of fresh shrimp sold at three retail outlets by determining the presence of *Escherichia coli* and *Salmonella spp.* and its relationship to the hygienic and sanitary conditions of the sales environment, comparing the results with current regulatory standards. The study is quantitative, descriptive, and cross-sectional, based on non-probability sampling. The samples were analyzed using the Petrifilm method, considering the hygienic and sanitary conditions at the points of sale. The results showed the presence of *Escherichia coli* in concentrations exceeding permissible limits and the detection of *Salmonella spp.* These findings confirm the hypothesis, demonstrating a significant deterioration in the microbiological quality of the product, associated with deficiencies in handling, storage, and sanitary control practices. It is concluded that fresh shrimp sold in Bluefields presents a potential risk to consumer health, which underscores the need to strengthen sanitary surveillance, train stakeholders, and effectively implement good hygiene practices in Nicaraguan Caribbean retail markets.

Keywords: hygiene, food safety, microbiological contamination, seafood, public health

Para citar en APA: Ebanks Mongalo, B. F., Arce Oporta, B. M., Allen Solano, N. S., Rivas Suazo, E. G., Siu Estrada, E. A., & Flores-Pacheco, J. A. (2026). Calidad bacteriológica del camarón fresco comercializado en Bluefields, Caribe Nicaragüense. *Wani*, (84), e22804. <https://doi.org/10.5377/wani.v1i84.22804>

INTRODUCCIÓN

Los productos pesqueros constituyen una fuente estratégica de proteína animal de alta calidad nutricional para las poblaciones costeras del Caribe centroamericano; sin embargo, su elevada perecibilidad y susceptibilidad a la contaminación microbiológica los convierten en un vector crítico de riesgo sanitario cuando no se garantizan condiciones adecuadas de manipulación, conservación y comercialización. Entre estos productos, el camarón marino ocupa un lugar prioritario tanto por su importancia socioeconómica como por su amplia aceptación en la dieta



local. En contextos tropicales húmedos, como el Caribe nicaragüense, las altas temperaturas ambientales, la limitada infraestructura de frío y la informalidad en los puntos de venta incrementan de manera significativa la probabilidad de proliferación de bacterias indicadoras de contaminación fecal y patógenos de interés en salud pública (FAO & WHO, 2020; Huss et al., 2003).

Desde una perspectiva microbiológica, *Escherichia coli* es ampliamente reconocida como un indicador fiable de deficiencias higiénico-sanitarias y de contaminación fecal reciente, mientras que la presencia de *Salmonella spp.* en productos pesqueros destinados al consumo humano representa un incumplimiento categórico de los criterios internacionales de inocuidad alimentaria, debido a su asociación directa con brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) de elevada morbilidad (Codex Alimentarius Commission, 2019). Diversos estudios desarrollados en América Latina han documentado la detección recurrente de estos microorganismos en camarón fresco comercializado en mercados minoristas, asociando los hallazgos a fallas en la cadena de frío, prácticas inadecuadas de manipulación y ausencia de controles sanitarios sistemáticos (Vega Sánchez et al., 2023; Chunga Guamán & Zambrano Zambrano, 2022).

En el ámbito regional, investigaciones realizadas en ecosistemas costeros y mercados locales de Nicaragua, Honduras, Ecuador y México han evidenciado que los niveles de *E. coli* y la presencia de *Salmonella spp.* en camarón fresco superan con frecuencia los límites microbiológicos permisibles establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTC) y por el Codex Alimentarius, lo que pone de manifiesto un problema persistente de inocuidad alimentaria en la cadena de comercialización de productos pesqueros (Zamora et al., 2020; Intriago-Bermúdez et al., 2024; Barba García, 2003). No obstante, en el Caribe nicaragüense —y particularmente en la ciudad de Bluefields— los estudios sistemáticos orientados a evaluar la calidad bacteriológica del camarón fresco en puntos de venta son escasos y fragmentarios, a pesar de la alta dependencia de la población local de este recurso y del dinamismo del comercio minorista informal.

La pertinencia de esta investigación se sustenta en la necesidad de generar evidencia científica local, robusta y verificable, que permita caracterizar el nivel real de riesgo microbiológico asociado al consumo de camarón fresco comercializado en Bluefields. Desde el enfoque de la biología marina y la microbiología de productos pesqueros, resulta indispensable analizar no solo la carga bacteriana presente en el producto, sino también las condiciones higiénico-sanitarias del entorno de venta, en tanto factores determinantes de la contaminación poscaptura. Estudios previos han demostrado que la interacción entre prácticas de manipulación deficientes, uso de agua no segura y exposición ambiental directa favorece la contaminación cruzada y la persistencia de patógenos en matrices alimentarias de origen marino (Gram & Dalgaard, 2002; Huss et al., 2003).

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad bacteriológica del camarón fresco comercializado en tres puntos de venta de la ciudad de Bluefields, mediante la identificación de la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, a través de metodologías estandarizadas y validadas internacionalmente (Petrifilm™), así como analizar su relación con las condiciones higiénico-sanitarias de los establecimientos, y comparar los resultados obtenidos con los estándares nacionales, regionales e internacionales de inocuidad alimentaria. La hipótesis que orientó el estudio plantea que los niveles de contaminación bacteriológica en el camarón fresco



expendido en los puntos de venta evaluados exceden los límites microbiológicos permisibles, como consecuencia de deficiencias estructurales y operativas en la cadena de comercialización.

Los resultados de esta investigación buscan aportar insumos científicos relevantes para la toma de decisiones por parte de las autoridades sanitarias, fortalecer las estrategias de vigilancia y control de la inocuidad de productos pesqueros y contribuir al diseño de programas de capacitación dirigidos a comerciantes y manipuladores de alimentos. Asimismo, el estudio se inscribe en los esfuerzos regionales por garantizar la seguridad alimentaria y la protección de la salud pública en territorios costeros, alineándose con los principios de sostenibilidad, gestión responsable de los recursos marinos y bienestar de las comunidades del Caribe nicaragüense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la ciudad de Bluefields, ubicada en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur de Nicaragua, caracterizada por un clima tropical húmedo, con temperaturas medias anuales entre 26 y 28 °C y elevada humedad relativa. La investigación se enfocó en tres puntos de venta de camarón fresco de alta afluencia comercial, representativos del comercio minorista local, seleccionados por su accesibilidad, volumen de comercialización y condiciones de expendio.

Diseño del estudio

Se realizó un estudio de enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y de corte transversal, orientado a evaluar la calidad bacteriológica del camarón fresco (*Litopenaeus* spp.) comercializado en los puntos de venta seleccionados durante el período de muestreo. El diseño permitió obtener una caracterización puntual del estado microbiológico del producto y de las condiciones higiénico-sanitarias asociadas a su comercialización.

Muestreo y recolección de muestras

El muestreo fue de tipo no probabilístico, por conveniencia. En cada punto de venta se recolectaron muestras de camarón fresco destinadas al consumo humano, obtenidas directamente de los lotes expuestos para la venta. Cada muestra estuvo constituida por aproximadamente 500 g de camarón entero, recolectados utilizando guantes estériles y utensilios previamente desinfectados para evitar contaminación cruzada. Las muestras fueron colocadas en bolsas estériles tipo *Whirl-Pak*®, rotuladas adecuadamente y transportadas en contenedores isotérmicos con hielo, manteniendo una temperatura de conservación entre 2 y 4 °C. El tiempo transcurrido entre la recolección y el análisis microbiológico no excedió las 6 horas, conforme a las recomendaciones internacionales para productos pesqueros frescos.

Preparación de las muestras

Para el análisis bacteriológico se utilizó el método de Petrifilm el cual permite detectar y cuantificar microorganismos con alta precisión, comparándose favorablemente con los métodos tradicionales de cultivo en placa; al ser un método estandarizado y fácil de interpretar, disminuye la variabilidad en la lectura de resultados. Asimismo, ofrece resultados en menos tiempo (24 - 48 horas) en



comparación con métodos tradicionales, lo que mejora la capacidad de respuesta en controles de calidad (OneLab, 2024). Petrifilm es un método confiable y ampliamente validado para el análisis bacteriológico en camarón, siempre que se sigan adecuadamente los protocolos de manejo y lectura de resultados.

El análisis se realizó en el laboratorio del Centro de Investigaciones Acuáticas de BICU. Antes de proceder, los utensilios utilizados en la siembra de muestras (platos Petri, pipetas, tijeras y pinzas) fueron esterilizados. Se pesaron 15 g de camarón de cada punto de muestreo con ayuda de una balanza analítica. Las muestras se pasaron a bolsas Ziploc, añadiéndose 30 ml de agua destilada, empleando la técnica 1 en 2. Posteriormente se majó la muestra hasta tener una mezcla homogénea. Seguidamente, se colocó la placa Petrifilm sobre una superficie plana. Con la pipeta perpendicular a la placa Petrifilm, se colocó 1 ml del caldo de muestra en el centro de la película inferior, bajando cuidadosamente la película superior para evitar la acumulación de burbujas de aire. Luego se bajó el plástico protector para distribuir el inóculo en un área circular, esperando al menos un minuto para que se formara el gel. Se llevaron las placas a incubar por 24 horas a 37 ° C. Finalmente, se leyeron las placas con un contador de colonia.

Evaluación de las condiciones higiénico-sanitarias

Paralelamente al muestreo microbiológico, se aplicó una lista de verificación (*checklist*) de condiciones higiénico-sanitarias en cada punto de venta, basada en lineamientos del Codex Alimentarius y normativas nacionales vigentes. El instrumento evaluó aspectos relacionados con la higiene del manipulador, limpieza de superficies y utensilios, protección del producto frente a contaminación ambiental, disponibilidad de agua potable, manejo de residuos y control de temperatura. Los resultados se registraron de forma dicotómica (cumple/no cumple) y se utilizaron para interpretar los hallazgos microbiológicos.

Análisis de datos

Los datos obtenidos se organizaron en una base de datos electrónica y se analizaron mediante estadística descriptiva. Para *Escherichia coli* se calcularon valores mínimos, máximos y promedios de concentración bacteriana (UFC/g). La presencia de *Salmonella spp.* se reportó como frecuencia de detección por punto de venta. Los resultados se contrastaron con los criterios microbiológicos establecidos en las normativas de referencia, sin aplicar pruebas inferenciales, dado el carácter descriptivo del estudio.

Consideraciones éticas y de bioseguridad

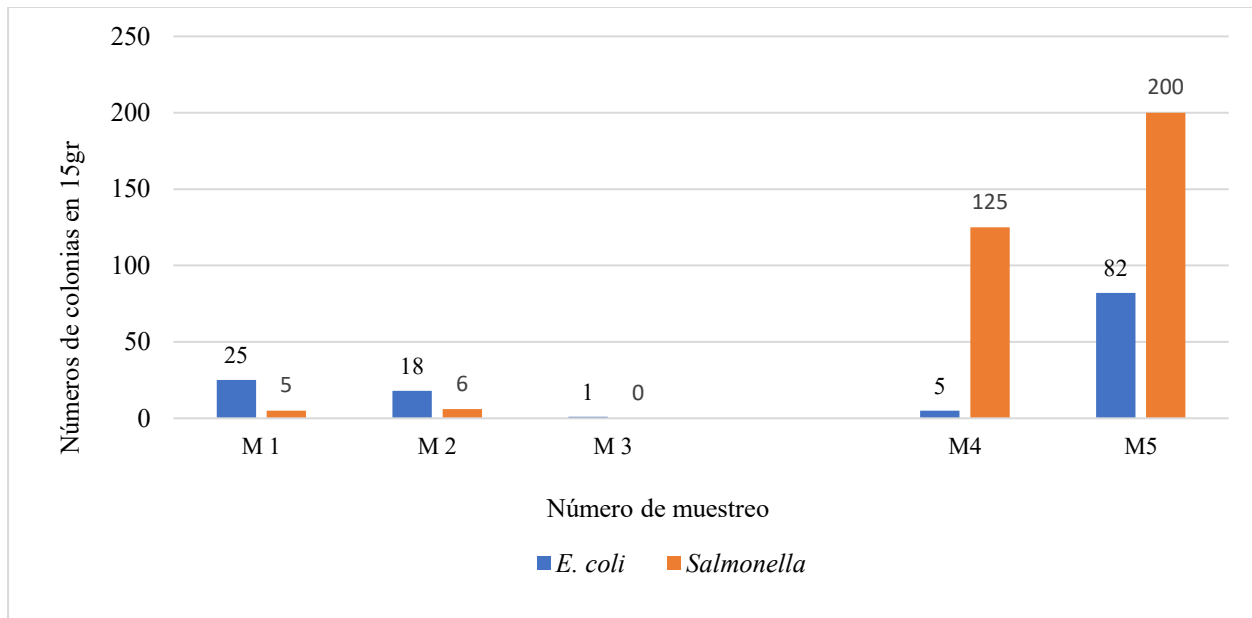
La investigación se desarrolló respetando principios de bioseguridad y buenas prácticas de laboratorio, garantizando la manipulación segura de las muestras y la correcta disposición de los residuos biológicos generados. Dado que el estudio no involucró sujetos humanos ni animales vivos, no requirió evaluación por un comité de ética; no obstante, se aseguró la confidencialidad de la información asociada a los puntos de venta evaluados, los cuales no fueron identificados de manera nominal en la presentación de los resultados.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 1

Contenido de *E. coli* y *Salmonella spp.* determinados por Petrofilm TM en muestras de camarón fresco de puesto de venta 1, (M1–M5) en Bluefields



Los resultados mostrados en la Figura 1 evidencian una variabilidad marcada en la carga bacteriana del camarón fresco comercializado en el puesto de venta 1 a lo largo de los cinco muestreos consecutivos (M1–M5). En las primeras tres evaluaciones (M1–M3) se registraron niveles bajos a moderados de *Escherichia coli*, con recuentos que oscilaron entre 1 y 25 colonias en 15 g de muestra, mientras que *Salmonella spp.* estuvo presente en concentraciones reducidas o ausente (M3). No obstante, en los muestreos M4 y M5 se observó un incremento abrupto y significativo de la carga bacteriana, destacándose valores elevados tanto para *E. coli* (hasta 82 colonias/15 g), como para *Salmonella spp.* (125 y 200 colonias/15 g, respectivamente). Este patrón sugiere una pérdida progresiva de la calidad higiénico-sanitaria del producto, asociada probablemente a condiciones de manipulación y conservación deficientes durante el período de comercialización. Se muestra el nivel de contaminación alta de *Salmonella*, debido a que la normativa describe que debe estar ausente (Reglamento técnico centroamericano, 2009).

Desde el punto de vista de la inocuidad alimentaria, los valores registrados en los muestreos M4 y M5 superan ampliamente los criterios microbiológicos aceptables, lo que implica un riesgo sanitario relevante para el consumidor. La detección reiterada de *Salmonella spp.* en concentraciones elevadas reviste particular gravedad, dado que este patógeno debe estar ausente en 25 g de muestra según las normativas internacionales y regionales aplicables a productos pesqueros frescos (Codex Alimentarius Commission, 2019). En este sentido, los hallazgos confirman que el camarón expendido en este puesto de venta no mantiene condiciones de inocuidad constantes, aun cuando, en muestreos iniciales, los niveles bacterianos parecían relativamente controlados. Cabe destacar que dicho muestreo se realizó a las 8:30 a.m.

Según las condiciones higiénico sanitarias, los camarones se comercializan en mesas improvisadas o recipientes plásticos, sin ningún tipo de refrigeración. El producto permanece expuesto al ambiente, al polvo, insectos y humo vehicular. Además, el personal manipula los camarones sin guantes, con limitada frecuencia de lavado de manos. Este tipo de comercialización representa un alto riesgo sanitario, pues no se garantiza la cadena de frío ni prácticas básicas de higiene. Según lineamientos internacionales de inocuidad alimentaria, la exposición de mariscos sin refrigeración acelera la proliferación de patógenos y aumenta la probabilidad de enfermedades transmitidas por alimentos como *E. coli* y *Salmonella spp.*

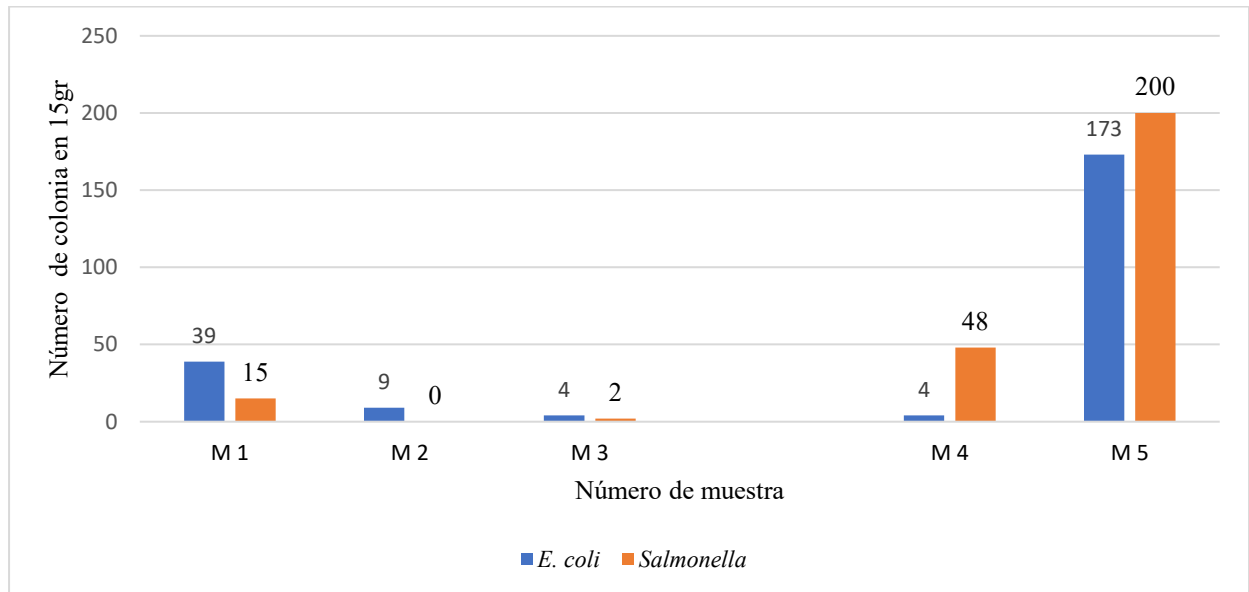
Asimismo, la variabilidad temporal observada concuerda con estudios previos que señalan que la contaminación poscaptura en productos pesqueros es altamente dinámica y depende de factores como la temperatura ambiental, el tiempo de exposición, la higiene del manipulador y la ruptura de la cadena de frío (Huss et al., 2003; Gram & Dalgaard, 2002). En mercados minoristas tropicales, la ausencia de hielo suficiente, la reutilización de superficies contaminadas y la manipulación directa del producto favorecen la multiplicación rápida de bacterias entéricas, incluso en lapsos cortos de tiempo. Investigaciones realizadas en Ecuador y México reportan patrones similares, donde los recuentos bacterianos se incrementan de forma exponencial en horas de mayor actividad comercial y temperaturas elevadas (Vega Sánchez et al., 2023; Intriago-Bermúdez et al., 2024).

El comportamiento observado en la Figura 1 aporta evidencia empírica de que un solo punto de venta puede evolucionar rápidamente de condiciones aparentemente aceptables a escenarios de alto riesgo sanitario, lo cual conlleva implicaciones teóricas y prácticas relevantes. Desde el plano teórico, refuerza el enfoque de la microbiología de productos pesqueros que concibe la inocuidad como un proceso continuo y no como un estado fijo dependiente de la interacción entre el ambiente, el manipulador y el alimento. En términos prácticos, los resultados subrayan la necesidad de monitoreos sanitarios frecuentes, más allá de evaluaciones puntuales, así como la implementación de medidas correctivas inmediatas en los puntos de venta, incluyendo capacitación en buenas prácticas de higiene, control de temperatura y uso adecuado de superficies y utensilios.

En conjunto, la información derivada de esta figura constituye un aporte relevante del estudio, al demostrar que la calidad bacteriológica del camarón fresco comercializado en Bluefields puede deteriorarse significativamente en cortos períodos, incrementando el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos. Estos hallazgos respaldan la urgencia de fortalecer los sistemas locales de vigilancia sanitaria y de promover intervenciones integrales orientadas a garantizar la seguridad alimentaria en contextos costeros del Caribe nicaragüense.

Figura 2

Contenido de *E. coli* y *Salmonella spp.* determinados por Petrofilm TM en muestras de camarón fresco de puesto de venta 2 (M1–M5) en Bluefields



La Figura 2 muestra la evolución de la carga bacteriana del camarón fresco comercializado en el puesto de venta 2 a lo largo de cinco muestreos consecutivos (M1–M5). En los muestreos iniciales (M1–M3) se registraron recuentos bajos a moderados de *Escherichia coli* (entre 4 y 39 colonias/15 g), con detección limitada o ausencia de *Salmonella spp.* (M2). Sin embargo, a partir del muestreo M4 se observa un cambio abrupto del perfil microbiológico, caracterizado por un incremento notable de *Salmonella spp.* (48 colonias/15 g) y, especialmente en M5, por valores elevados simultáneos de *E. coli* (173 colonias/15 g) y *Salmonella spp.* (200 colonias/15 g). Este comportamiento evidencia una pérdida progresiva de la inocuidad del producto durante el período de comercialización.

Al igual que el punto de muestreo previo, los vendedores ambulantes ofrecen camarones frescos en condiciones mínimas de infraestructura, generalmente sobre mesas improvisadas o en recipientes plásticos. El producto permanece expuesto al ambiente sin refrigeración adecuada, lo que facilita la proliferación de microorganismos debido a la temperatura ambiental elevada y a la exposición al polvo, insectos y humo vehicular. Asimismo, se observó que el personal no emplea guantes ni uniforme, y el lavado de manos es escaso, lo que incrementa el riesgo de contaminación cruzada. Este tipo de comercialización representa un alto riesgo sanitario, ya que no cumple con los requisitos básicos de conservación en frío recomendados por normativas internacionales de inocuidad alimentaria. Además, la manipulación directa del producto sin medidas de higiene refuerza la vulnerabilidad del consumidor frente a enfermedades transmitidas por alimentos. El muestreo se realizó a las 9:00 a.m.

Desde la óptica normativa, los recuentos observados en M4 y M5 exceden los criterios microbiológicos permisibles para productos pesqueros frescos. En particular, la detección de *Salmonella spp.*, que debe estar ausente en 25 g de muestra, constituye un incumplimiento categórico de las directrices del Codex Alimentarius y de los estándares regionales y europeos de seguridad alimentaria (Codex Alimentarius Commission, 2019). La coexistencia de altos recuentos de *E. coli* y *Salmonella spp.* sugiere deficiencias severas en las prácticas higiénico-sanitarias, con probables episodios de contaminación fecal indirecta y contaminación cruzada.

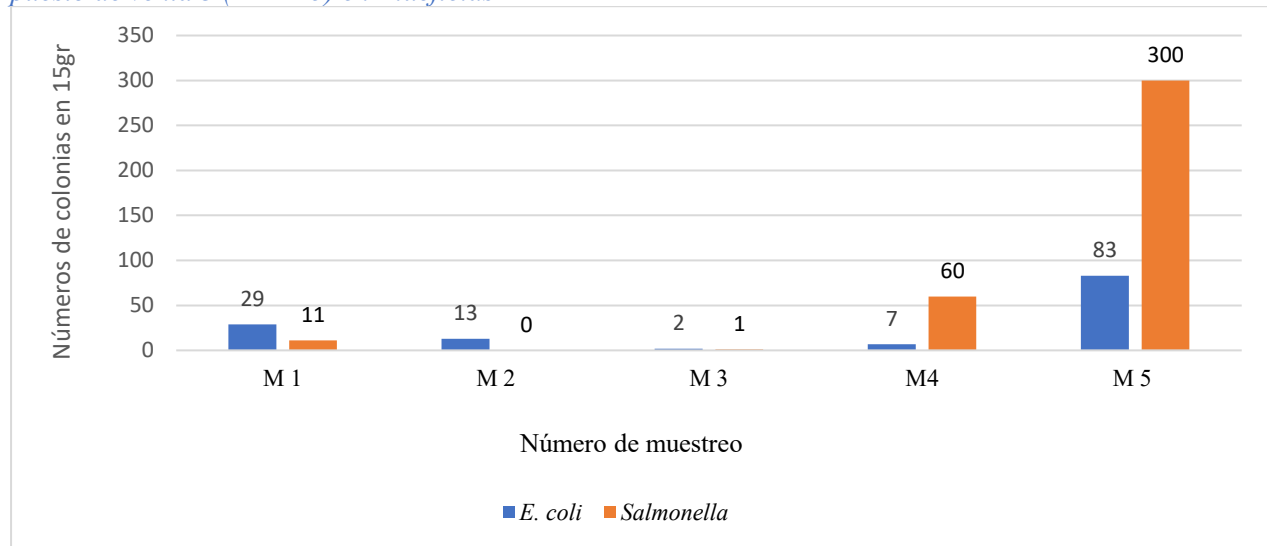
El patrón temporal observado concuerda con la evidencia que describe la dinámica no lineal de la contaminación poscaptura en mercados minoristas tropicales. Factores como la exposición prolongada a temperaturas ambientales elevadas, la intermitencia en el uso de hielo, la reutilización de superficies y utensilios sin sanitización adecuada, y la manipulación directa del producto por múltiples actores, favorecen incrementos rápidos de la carga bacteriana en lapsos cortos (Huss et al., 2003; Gram & Dalgaard, 2002). Estudios realizados en Ecuador y México reportan comportamientos análogos, con incrementos exponenciales de bacterias entéricas durante picos de actividad comercial diaria (Vega Sánchez et al., 2023; Intriago-Bermúdez et al., 2024).

Comparativamente, el puesto de venta 2 muestra una estabilidad relativa inicial seguida de un deterioro microbiológico marcado, lo que refuerza la noción de que la inocuidad del camarón fresco no es un atributo constante, sino el resultado de la interacción entre tiempo de exposición, manejo y condiciones ambientales. En términos teóricos, estos resultados respaldan el enfoque de la microbiología de alimentos que concibe la seguridad como un proceso dinámico dependiente del control continuo de puntos críticos (HACCP), más que de evaluaciones aisladas. En el plano práctico, los hallazgos subrayan la necesidad de monitoreos sanitarios frecuentes, capacitación dirigida a manipuladores y comerciantes, y la implementación efectiva de controles de temperatura y sanitización en puntos de venta.

En síntesis, la Figura 2 aporta evidencia concluyente de que el camarón fresco comercializado en el puesto de venta 2 alcanza niveles de contaminación incompatibles con la inocuidad alimentaria en etapas avanzadas de la jornada de comercialización, incrementando el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos. Este aporte fortalece la discusión global del estudio al demostrar que incluso establecimientos con cargas bacterianas inicialmente bajas pueden evolucionar rápidamente hacia escenarios de alto riesgo sanitario en ausencia de controles adecuados.

Figura 3

Contenido de *E. coli* y *Salmonella spp.* determinados por Petrofilm TM en muestras de camarón fresco de puesto de venta 3 (M1–M5) en Bluefields



La Figura 3 muestra la evolución de la carga bacteriana del camarón fresco comercializado en el puesto de venta 3 a lo largo de cinco muestreos consecutivos. Durante los tres primeros muestreos (M1–M3), los resultados evidencian recuentos bajos de *Escherichia coli*, con valores entre 2 y 29 colonias/15 g, así como detección nula o mínima de *Salmonella spp.*, limitada a 11 colonias/15 g en M1 y 1 colonia/15 g en M3. Este comportamiento inicial sugiere que, en las primeras etapas de la comercialización, el producto mantenía condiciones microbiológicas relativamente aceptables desde una perspectiva comparativa.

No obstante, a partir del muestreo M4 se observa un deterioro marcado y progresivo de la calidad bacteriológica, con un incremento sustancial de *Salmonella spp.* (60 colonias/15 g) y un aumento concomitante de *E. coli*. Esta tendencia se intensifica de manera crítica en M5, donde se registran valores máximos de contaminación, alcanzando 83 colonias/15 g de *E. coli* y 300 colonias/15 g de *Salmonella spp.* Estos resultados evidencian una ruptura severa de las condiciones de inocuidad, situando al producto fuera de los estándares microbiológicos aceptables para consumo humano.

Las condiciones higiénico-sanitarias son semejantes a los otros dos puntos de muestreo; los camarones se comercializan sin refrigeración adecuada, permaneciendo expuestos al ambiente y sin vitrinas o equipos de conservación en frío. La manipulación del producto se realiza sin utensilios, con contacto directo de las manos del comerciante. En cuanto a la limpieza del área, únicamente se emplea agua y, en algunos casos, un poco de detergente, lo cual resulta insuficiente para garantizar la inocuidad. Este puesto presenta un alto riesgo sanitario comparable. La falta de cadena de frío, sumada a la manipulación directa del producto y a la limpieza deficiente, favorece la proliferación de agentes patógenos en los camarones. Aunque existe un intento básico de higiene mediante el uso de agua y detergente, estas medidas son insuficientes frente a la alta susceptibilidad



de los mariscos a la descomposición y contaminación microbiana. El muestreo se realizó a las 11:00 a.m.

Desde el punto de vista normativo, la detección reiterada y elevada de *Salmonella spp.* en M4 y M5 constituye un incumplimiento absoluto de los criterios de inocuidad establecidos por el Codex Alimentarius y por los marcos regulatorios regionales e internacionales, los cuales exigen la ausencia total del patógeno en 25 g de muestra en productos pesqueros frescos (Codex Alimentarius Commission, 2019). La coexistencia de altos recuentos de *E. coli* refuerza la evidencia de deficiencias higiénico-sanitarias graves, asociadas a contaminación fecal indirecta y prácticas inadecuadas de manipulación.

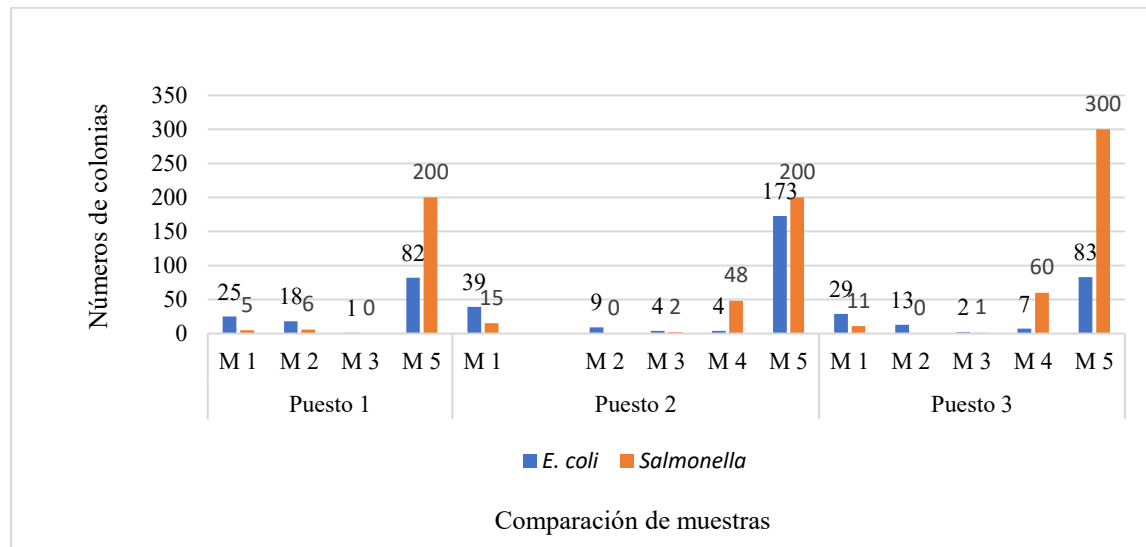
El patrón observado en este puesto de venta es consistente con la literatura que documenta una acumulación exponencial de bacterias entéricas en productos pesqueros cuando se combinan factores como altas temperaturas ambientales, ausencia de cadena de frío, exposición prolongada al ambiente y manipulación directa sin medidas de higiene adecuadas (Huss et al., 2003; Gram & Dalgaard, 2002). Estudios desarrollados en mercados minoristas de Ecuador y México han reportado incrementos similares de *Salmonella spp.* y bacterias indicadoras en fases avanzadas de la jornada de venta, particularmente en contextos tropicales (Vega Sánchez et al., 2023; Intriago-Bermúdez et al., 2024).

Comparativamente, el puesto de venta 3 presenta el escenario de mayor riesgo sanitario entre los establecimientos evaluados, al alcanzar las concentraciones más elevadas de *Salmonella spp.* registradas en el estudio. Desde una perspectiva teórica, estos resultados refuerzan el enfoque de la microbiología de alimentos que reconoce la inocuidad como un fenómeno altamente dinámico y dependiente del control continuo de puntos críticos, más que de condiciones iniciales favorables. En términos prácticos, los hallazgos subrayan la urgencia de intervenciones correctivas inmediatas, incluyendo el fortalecimiento del control de temperatura, la implementación estricta de buenas prácticas de higiene y la supervisión sanitaria permanente de los puntos de venta.

En conjunto, la evidencia aportada por la Figura 3 consolida uno de los principales aportes del estudio: demostrar que el camarón fresco comercializado en Bluefields puede experimentar un deterioro microbiológico severo en cortos periodos, alcanzando niveles incompatibles con la inocuidad alimentaria y representando un riesgo significativo para la salud pública. Estos resultados refuerzan la necesidad de estrategias integrales de vigilancia, educación sanitaria y regulación efectiva en el comercio minorista de productos pesqueros en el Caribe nicaragüense.

Figura 4

Comparación de resultados de *E. coli* y *Salmonella spp.* en tres puestos de venta seleccionados en Bluefields.



La Figura 4 integra comparativamente los resultados microbiológicos obtenidos en los tres puestos de venta de camarón fresco evaluados, permitiendo identificar tendencias comunes y diferencias críticas en la dinámica de contaminación bacteriana a lo largo de los cinco muestreos (M1–M5). De manera general, los conglomerados muestran un patrón consistente de incremento progresivo de la carga bacteriana, particularmente evidente en los muestreos finales (M4 y M5), tanto para *Escherichia coli* como para *Salmonella spp.* En los muestreos iniciales (M1–M3), los tres puestos presentan recuentos bajos a moderados de *E. coli* y una detección nula o mínima de *Salmonella spp.*, sugiriendo condiciones microbiológicas relativamente aceptables en las primeras etapas de la comercialización.

Sin embargo, en el muestreo M5 se observa un deterioro generalizado y crítico de la inocuidad en los tres conglomerados. El puesto 1 alcanza valores elevados de *Salmonella spp.* (≈ 200 colonias/15 g) y *E. coli* (≈ 82 colonias/15 g), mientras que el puesto 2 presenta recuentos igualmente altos para ambos microorganismos (≈ 173 colonias/15 g de *E. coli* y ≈ 200 colonias/15 g de *Salmonella spp.*). El puesto 3, en contraste, evidencia el escenario más desfavorable, con la mayor concentración de *Salmonella spp.* registrada en el estudio (≈ 300 colonias/15 g) y niveles elevados de *E. coli* (≈ 83 colonias/15 g). Este comportamiento confirma que, independientemente del punto de venta, el camarón fresco comercializado pierde progresivamente su calidad bacteriológica, alcanzando niveles incompatibles con la inocuidad alimentaria.

Desde una perspectiva normativa, los resultados consolidados en la Figura 4 evidencian un incumplimiento sistemático de los criterios microbiológicos establecidos para productos pesqueros frescos. La detección de *Salmonella spp.* en los tres conglomerados, especialmente en M4 y M5, contraviene de manera directa los estándares del Codex Alimentarius y de la normativa regional

que establecen la ausencia obligatoria del patógeno en 25 g de muestra (Codex Alimentarius Commission, 2019). Asimismo, los recuentos elevados de *E. coli* refuerzan la evidencia de deficiencias higiénico-sanitarias estructurales y operativas, asociadas a contaminación fecal indirecta y a prácticas inadecuadas de manipulación.

La homogeneidad del patrón observado entre los puestos sugiere que la contaminación no responde a un evento aislado, sino a condiciones sistémicas del comercio minorista de camarón fresco en Bluefields, tales como la ruptura de la cadena de frío, la exposición prolongada a temperaturas ambientales elevadas, la reutilización de superficies sin sanitización adecuada y la manipulación directa del producto sin medidas de higiene personal. Estos factores han sido ampliamente documentados como determinantes clave en la proliferación de bacterias entéricas en productos pesqueros en mercados tropicales (Gram & Dalgaard, 2002; Huss et al., 2003).

Desde el punto de vista teórico, el análisis por conglomerados refuerza el enfoque de la microbiología de alimentos que concibe la inocuidad como un proceso dinámico y acumulativo, altamente dependiente del tiempo de exposición y del control efectivo de puntos críticos. En términos prácticos, los resultados ponen de manifiesto que evaluaciones puntuales resultan insuficientes para garantizar la seguridad alimentaria, siendo indispensable implementar monitoreos continuos y acciones correctivas inmediatas en todos los puntos de venta, y no únicamente en aquellos con antecedentes de incumplimiento.

En conjunto, la Figura 4 constituye un aporte central del estudio, al demostrar que la contaminación bacteriológica del camarón fresco en Bluefields es un fenómeno generalizado y progresivo, común a los distintos puestos de venta evaluados. Esta evidencia científica respalda la necesidad de fortalecer la vigilancia sanitaria, promover programas de capacitación obligatoria en buenas prácticas de higiene y manipulación, y establecer mecanismos regulatorios más estrictos que garanticen la inocuidad de los productos pesqueros destinados al consumo humano en el Caribe nicaragüense.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten concluir, de manera categórica, que el camarón fresco comercializado en los puntos de venta evaluados en la ciudad de Bluefields no mantiene condiciones microbiológicas adecuadas para garantizar su inocuidad a lo largo del proceso de expendio. La detección reiterada de *Escherichia coli* en concentraciones superiores a los límites permisibles, así como la presencia sistemática de *Salmonella spp.* en los muestreos finales, confirman el incumplimiento de los criterios microbiológicos establecidos por las normativas regionales e internacionales aplicables a productos pesqueros frescos.

La evidencia generada demuestra que la calidad bacteriológica del camarón fresco se deteriora de forma progresiva y acumulativa conforme avanza el tiempo de comercialización, independientemente del punto de venta, lo que valida la hipótesis planteada y pone de manifiesto la relevancia de la contaminación poscaptura como factor determinante en la pérdida de inocuidad. Este comportamiento confirma que la inocuidad del producto no constituye un estado fijo, sino un



proceso dinámico altamente dependiente de las condiciones de manipulación, conservación y exposición ambiental en los mercados minoristas.

El análisis integrado de los resultados microbiológicos y de las condiciones higiénico-sanitarias permite establecer una relación directa entre los elevados recuentos bacterianos y las deficiencias estructurales y operativas persistentes en los puntos de venta, tales como la ruptura de la cadena de frío, la manipulación directa del producto sin medidas de higiene adecuadas, la exposición a contaminación ambiental y la ausencia de controles sanitarios sistemáticos. Estos factores crean un entorno favorable para la proliferación de bacterias indicadoras y patógenas, incrementando significativamente el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos en la población consumidora.

Desde el punto de vista científico, el estudio aporta evidencia empírica local, robusta y verificable sobre la dinámica de contaminación bacteriológica del camarón fresco en un contexto caribeño tropical, un ámbito escasamente documentado en la literatura regional. Estos hallazgos contribuyen a fortalecer el cuerpo de conocimiento en microbiología de productos pesqueros y biología marina aplicada, al demostrar la necesidad de evaluar la inocuidad alimentaria como un proceso continuo que requiere monitoreo frecuente y control efectivo de puntos críticos a lo largo de la cadena de comercialización.

En términos prácticos y de gestión sanitaria, los resultados evidencian la urgencia de implementar estrategias integrales de vigilancia, capacitación y regulación, orientadas a mejorar las prácticas de higiene y manejo del camarón fresco en los mercados minoristas de Bluefields. La adopción de buenas prácticas de manipulación, el control sistemático de la temperatura y el fortalecimiento de la supervisión sanitaria constituyen acciones indispensables para reducir el riesgo microbiológico, proteger la salud pública y garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades del Caribe nicaragüense.

En conjunto, esta investigación confirma que el camarón fresco comercializado en Bluefields representa un riesgo sanitario potencialmente elevado cuando no se aplican medidas adecuadas de control y subraya la necesidad de integrar el conocimiento científico generado en la formulación de políticas públicas, programas de capacitación y mecanismos regulatorios que aseguren la inocuidad de los productos pesqueros destinados al consumo humano.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS

Codex Alimentarius Commission. (2019). *General principles of food hygiene CXC 1-1969* (Rev. 2020). FAO/WHO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>

Chunga Guamán, D. M., & Zambrano Zambrano, G. I. (2022). Determinación de Salmonella y Escherichia coli en camarones expendidos en el Mercado Municipal “Gómez Rendón” de Guayaquil. <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de->



[guayaquil/microbiologia/determinacion-de-salmonella-y-escherichia-coli-en-camarones-expendidos-en-el-mercado-municipal-gomez-rendon-de-la-ciudad-de-guayaquil-2022/63735858](http://revistas.bicu.edu.ni/index.php/wani/2022/63735858)

- FAO & WHO. (2020). *Food safety risk management: Evidence-informed policies and decisions*. FAO. <https://www.fao.org/3/ca8144en/CA8144EN.pdf>
- Barba García, C. A. (2003). *Calidad sanitaria e inocuidad bacteriológica de camarón congelado para exportación en un punto de venta en el D. F* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/05e3e08f-b081-4c32-9a27-f20ecf8a562d/content>
- Gram, L., & Dalgaard, P. (2002). Fish spoilage bacteria: Problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, 13(3), 262–266. [https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(02\)00309-9](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(02)00309-9)
- Huss, H. H., Ababouch, L., & Gram, L. (2003). *Assessment and management of seafood safety and quality*. FAO Fisheries Technical Paper No. 444. FAO. <https://www.fao.org/3/y4743e/y4743e.pdf>
- Intriago-Bermúdez, D., Zambrano-Velásquez, D. L., Quijije-López, L. J & Alió, J. J. (2024). Vibrios potencialmente patógenos en camarón de comercio minorista en mercados del cantón de Manta, Manabí, Ecuador. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU*, 7(13). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10325049>
- OneLab. (14 de noviembre de 2024). Todo sobre Petrifilm de 3M: ventajas, tipos y procesos. OneLab. https://www.onelab.com.ar/todo-sobre-petrefilm-de-3m-ventajas-tipos-y-procesos?srsltid=AfmBOopkWobHs_WfzP0248AbinSVF6X_M_6bR5e8cjDQAVUp9u6NtbDj
- Reglamento Técnico Centroamericano (2009). Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. Reglamento Técnico Centroamericano. [26. RTCA 67 04 50 08 CRITERIOS MICROBIOLOGICOS PARA LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS.pdf](https://www.rta.cr/26-RTCA-67-04-50-08-CRITERIOS-MICROBIOLOGICOS-PARA-LA-INOCUIDAD-DE-ALIMENTOS.pdf)
- Vega Sánchez, V., Gómez-de-Anda, F. R., Zepeda-Velázquez, A. P., Talavera González, J. M. & Reyes Rodríguez, N. E. (2023). Calidad microbiológica del camarón en puntos de venta minorista en Hidalgo. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 9(17), 24–28. <https://doi.org/10.29057/icap.v9i17.8755>
- Zamora Hodgson, H. R., Rivas Suazo, E. G., Ebanks Mongalo, B. F., & Siu Estrada, E. A. (2020). Incidencia de bacterias patógenas en muestras de camarón fresco extraído en la Laguna de Bluefields. *Ciencia e Interculturalidad*, 27(2). <https://doi.org/10.5377/rci.v27i02.10441>