

Artículo original

Diversidad de serotipos de *Salmonella* en camarones de cultivo crudos congelados (*Litopenaeus vannamei*) de Venezuela

Liliana Gómez-Gamboa^{a,*}, José Bermúdez-González^b, Zoraida Medina^c, Marisela López^d,
Jessica Navarro^c, Ever Morales^b

^aUnidad Curricular Bacteriología y Virología. Facultad de Medicina. Universidad del Zulia. Venezuela. ^bLaboratorio de Bioquímica y Microorganismos Fotosintéticos; ^cLaboratorio de Microbiología. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia. Venezuela. ^dCentro de Referencia Bacteriológica. Servicio Autónomo Hospital Universitario de Maracaibo. Venezuela.

Recibido 24 de septiembre de 2011; aceptado 5 de marzo de 2012

Resumen: La evaluación de la calidad sanitaria de los camarones procesados y destinados a la exportación requiere determinaciones permanentes que garanticen la inocuidad del producto. No obstante, la información sobre la diversidad y ocurrencia de *Salmonella* en camarones es muy escasa en Venezuela. Se determinó la prevalencia y diversidad de cepas de *Salmonella* en 1.022 muestras de camarones crudos congelados procedentes de cultivo para exportación y procesados en una planta del estado Zulia. La recolección, manejo y transporte de las muestras para los análisis bacteriológicos se realizaron de acuerdo al manual de Administración de Drogas y Alimentos norteamericana y la norma venezolana COVENIN. La serotipificación de *Salmonella* se realizó según la fórmula antigénica descrita por la Organización Mundial de la Salud. *Salmonella enterica* subsp. *enterica* estuvo presente en 20 muestras, obteniendo una prevalencia de 2%. Adicionalmente, se observó una amplia diversidad de serotipos de *Salmonella*, siendo los más frecuentes Tennessee (20%), Typhimurium (15%), Caracas (10%) y Kentucky (10%). La presencia y amplia diversidad de serotipos de *Salmonella* pudieran estar relacionadas con las condiciones de producción del camarón. En cambio, la baja prevalencia pudiera deberse a las condiciones higiénicas de la planta procesadora y al efecto de las bajas temperaturas.

Palabras clave: camarones, *Salmonella*, serotipos.

Diversity of *Salmonella* serotypes in raw frozen culture shrimps (*Litopenaeus vannamei*) from Venezuela

Abstract: The evaluation of the sanitary quality of processed shrimps destined for exportation requires permanent determinations which guarantee the safety of the product. Nevertheless, the information regarding *Salmonella* diversity and occurrence in shrimps is very scarce in Venezuela. The prevalence and diversity of *Salmonella* strains was determined in 1,022 samples of raw frozen shrimps destined for exportation and processed in a facility located at Zulia State. The collection, management and transportation of samples for the bacteriological analyses were done according to a manual published by the North American Food and Drug Administration and the Venezuelan regulations COVENIN. *Salmonella* serotyping was done according to the antigenic formula described by the World Health Organization. *Salmonella enterica* subsp. *enterica* was found in 20 samples, establishing a 2 % prevalence. Additionally, a wide variety of *Salmonella* serotypes was found, the most frequent being Tennessee (20%), Typhimurium (15%), Caracas (10%), and Kentucky (10%). The presence and wide variety of *Salmonella* serotypes could be related to the production conditions of shrimps. On the other hand, the low prevalence could be due to the hygienic conditions of the processing plants and the effect of low temperatures.

Keywords: shrimps, *Salmonella*, serotypes.

* Correspondencia:
E-mail: liliana_gomezgamboa@yahoo.com

Introducción

La acuicultura ha sido uno de los sistemas de producción de alimentos de más rápido crecimiento en las últimas tres

décadas. Esta actividad no solamente se ha expandido, sino que también se ha diversificado, intensificado y avanzado tecnológicamente, de tal forma que su contribución a la producción de alimentos, generación de divisas, seguridad

alimentaria y con ello la inocuidad alimentaria, se ha incrementado de manera significativa [1].

Los camarones constituyen un producto marino importante en el comercio pesquero internacional y la economía de muchos países se ve favorecida por la entrada de divisas derivada de su cultivo [1,2]. Una proporción sustancial de este producto proviene de países en vías de desarrollo, por lo que existe la posibilidad de diseminación de patógenos con un riesgo asociado de enfermedades transmitidas por alimentos [2]. Por esta razón, es importante aplicar las medidas necesarias para mantener un comercio nacional e internacional seguro en términos de calidad e inocuidad alimentaria [1].

Salmonella es un importante patógeno transmitido por alimentos y agente causal de un gran número de infecciones entéricas en humanos. Actualmente, han sido identificadas a nivel mundial 2.541 serovariedades que ocasionan más brotes de enfermedades transmitidas por alimentos que cualquier otra bacteria, con incidencia de salmonelosis en todo el mundo relacionada con transmisión a través de productos marinos [3,4]. Las principales especies bacterianas que ocasionan devolución de lotes de camarones en Estados Unidos son *Salmonella* (35,6%) y *Listeria* (4,1%) [2]. Asimismo, en países de la Unión Europea, *Salmonella* fue la segunda causa de rechazo de camarones por contaminación microbiana [5]. Aunque el impacto de esta bacteria sobre el comercio de camarones no ha sido cuantificado, se cree que sea sustancial (detención, rechazo y devolución). De estos eventos se pueden producir pérdidas financieras directas e indirectas, ocasionadas por re-inspecciones, análisis de muestras, revisión de registros, expiración de la vida útil y el costo de la manipulación de los productos [2].

Por todas sus implicaciones en la salud pública, *Salmonella* se encuentra entre los principales microorganismos patógenos indicadores de inocuidad en productos marinos de exportación [6]. De allí que el presente estudio fue desarrollado para determinar la prevalencia y diversidad de serotipos de *Salmonella* aisladas de camarones de cultivo crudos congelados empacados para exportación en el estado Zulia, Venezuela.

Materiales y métodos

Recolección de muestras: Las muestras de camarón crudo congelado (-18 °C) entero y descabezado, destinado a exportación, fueron recolectadas en forma aleatoria en una planta procesadora y empacadora localizada en San Francisco, estado Zulia, Venezuela, durante el período comprendido entre diciembre de 2008 y diciembre de 2009. Estos dos tipos de muestras corresponden a las principales presentaciones de producto terminado empacados para exportación. La planta procesadora presentaba certificado para exportación, una capacidad de producción entre 2 y 20 toneladas por semana, una denominación del producto para su presentación comercial como “camarón crudo entero descabezado y congelado” y un proceso sujeto a un control sanitario regular. El camarón procesado en la planta

fue cultivado en una finca ubicada a orillas del Lago de Maracaibo, Venezuela.

Los procedimientos para la recolección, manejo y transporte de las muestras de camarones para los análisis microbiológicos, se realizaron de acuerdo con lo establecido en el Manual de Bacteriología Analítica de la Administración de Drogas y Alimentos norteamericana (FDA por sus siglas en inglés) y en la norma venezolana COVENIN 1126 [7,8].

Se recolectaron 1.022 muestras de camarón crudo congelado entero y descabezado empacado para exportación en estuches de 1,8 kg (producto terminado), de las cuales 733 correspondieron a muestras de producto entero y 289 a camarón descabezado. Cada muestra analizada correspondió a un lote diferente.

Adicionalmente, se procesaron 240 muestras de agua provenientes de la planta procesadora y 21 procedentes de la finca camaronera con el fin de determinar la probable fuente de contaminación (agua de la planta procesadora o agua del Lago de Maracaibo de la finca camaronera). La recolección de las muestras de agua se realizó según lo establecido en los métodos estandarizados para el análisis de aguas y aguas residuales APHA [9]. Las muestras de agua procedentes de la planta procesadora de camarones fueron: tanque principal (192 muestras), hielo (12 muestras) y diferentes puntos de muestreo durante el procesamiento del producto alimenticio (36 muestras). Los sitios de recolección de las muestras de agua en la finca de cultivo de camarones fueron: playa (3 muestras), canal reservorio (11 muestras), piscina (1 muestra) y canal de drenaje (6 muestras).

Técnicas de cultivo bacteriológico: La determinación de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF), *Escherichia coli*, bacterias aerobias mesófilas (AM), *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* en muestras de camarones se realizó según lo establecido en el manual de análisis bacteriológico de la FDA [7].

Para el aislamiento e identificación de *Salmonella* en camarones se realizó un homogeneizado de 25 g de la muestra en 225 mL de caldo lactosado, dejándolo a temperatura ambiente durante 60 min. Luego se mezcló mediante agitación manual y se ajustó el pH a 6,8±0,2; posteriormente se incubó durante 24±2 h a 35 °C. Transcurrido ese tiempo, se agitó suavemente la mezcla de manera manual y se inoculó 1 mL de ella en cada uno de tres tubos conteniendo 10 mL de los caldos de enriquecimiento selenito cisteína (SC), tetratiónato (CTT) y Rappaport (CR). Estos medios de enriquecimiento fueron incubados durante 24±2 h a 35 °C. Transcurrido el tiempo de incubación para el enriquecimiento selectivo, se mezclaron manualmente los tubos, luego se tomó una asada de cada uno de ellos y se inocularon por la técnica de rayado sobre los agares en placa: bismuto sulfito (BS), xilosa dexosicolato lisina (XDL) y *Salmonella-Shigella* (SS). Las placas fueron incubadas a 35 °C por 24 h. Las colonias características de *Salmonella* en estos medios fueron seleccionadas para su identificación posterior mediante diferentes pruebas bioquímicas y técnicas serológicas descritas en el manual de la FDA y la norma

venezolana COVENIN 1291 [7,10]. La serotipificación se realizó siguiendo el Manual de Procedimientos para la Caracterización de *Salmonella* [11].

El análisis microbiológico de las muestras de agua se realizó según los Métodos Estándares para el Análisis de Aguas y Agua Residual [9], siguiendo la metodología del Número Más Probable (NMP) para la determinación de CT, CF, *E. coli* y *Pseudomonas*. El conteo de AM se realizó por el método de difusión en placa y la determinación de *Salmonella* y *Listeria* se realizó mediante enriquecimiento, aislamiento selectivo, reacciones bioquímicas descritas en el manual de la FDA y la norma venezolana COVENIN 1291 [7,10].

Análisis estadístico: Se aplicó una prueba de hipótesis según t-student, donde se prueba la hipótesis nula de igualdad de medias entre camarón entero y cola, contra la alternativa de que son diferentes.

Resultados y discusión

Camarones de cultivo crudos congelados (entero y descabezado): En cuanto a los parámetros CT, CF, *E. coli*, AM, *S. aureus* y *L. monocytogenes*, las muestras de camarones de cultivo crudos congelados entero y descabezado cumplieron con los requisitos microbiológicos exigidos por la norma venezolana COVENIN [12], la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (ICMSF, por sus siglas en inglés) [13] y la Unión Europea [14] (Tabla 1). Aún cuando, los valores de CT y *S. aureus* observados en las muestras de camarón descabezado fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) que los observados en el camarón entero. Mientras que, no se obtuvieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los valores obtenidos para CF, *E. coli* y AM en camarones enteros y descabezados.

En el presente estudio se procesaron un total de 1.022 muestras de camarones (enteros y descabezados), de las cuales el 2% (20/1022) resultaron positivas para *Salmonella enterica* subsp. *enterica*. La frecuencia de *Salmonella* en el producto terminado entero fue de 2,5% (18/733) y en

el producto terminado descabezado fue de 0,7% (2/289), no encontrando diferencias significativas ($p > 0,05$) entre camarones enteros y descabezados.

Actualmente no existe un acuerdo internacional sobre niveles aceptables de *Salmonella* en alimentos, incluyendo camarones. En Australia, Nueva Zelanda, la Comunidad Económica Europea, Hong Kong y los Estados Unidos, se ha establecido como requerimiento regulatorio la ausencia de *Salmonella* en camarones crudos o cocidos [2]. La ICMSF [13] y la norma venezolana COVENIN [12] también han sugerido que *Salmonella* no debe ser detectada en 25 g de camarón crudo o cocido. Por lo tanto, los resultados obtenidos en el presente estudio se encuentran fuera de los requisitos microbiológicos establecidos a nivel nacional e internacional. Sin embargo, según algunos investigadores, este requerimiento de tolerancia cero de *Salmonella* en camarones frescos o crudos puede ser muy estricto, ya que estos productos recibirán lavado y cocción antes de su consumo [15].

Agua de la planta procesadora y de la finca de cultivo: Los parámetros microbiológicos analizados en las muestras de agua recolectadas en la planta procesadora de camarones se encontraron dentro de los límites microbiológicos establecidos por el MSAS, publicados en Gaceta Oficial 36.395 de fecha 11/02/98, Decreto SG-018-98, "Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable". [16]

Los resultados del análisis microbiológico de muestras de agua de la finca de cultivo de camarones se presentan en la tabla 2.

Prevalencia de Salmonella en camarones de cultivo crudos congelados y en agua de la finca de cultivo: La baja prevalencia de *Salmonella* en camarones de cultivo crudos congelados obtenida en la presente investigación coincide con diversos estudios, donde el porcentaje de muestras positivas para *Salmonella* fue bajo (0,1% y 5%) o nulo [17-19]. Por el contrario, la prevalencia de *Salmonella* mostrada, difiere de la investigación realizada en 2005 por Phan y col. [20], donde *Salmonella* estuvo presente en 24,5% de las muestras analizadas. Asimismo, en investigaciones realizadas en India se comprobó una positividad de *Salmonella* en muestras de camarones del 37,5% y 59% [21,22].

La prevalencia de *Salmonella* en muestras de camarones posiblemente esté íntimamente relacionada con las condiciones de producción del camarón en finca [6], dentro de las cuales juegan un papel importante la calidad del agua, del alimento y fertilizantes, los excrementos de aves silvestres y humanos y las escorrentías de agua durante las temporadas de lluvia.

Salmonella ha sido aislada del agua de las lagunas de cultivo del camarón [23-27], del sedimento de las lagunas de cultivo del camarón [21-31], del alimento [21,23,27], de los fertilizantes utilizados para la fertilización de las lagunas de camarones [28,29] y de los probióticos utilizados para promover la salud de los camarones [25]. Existen varias investigaciones sobre presencia de *Salmonella* en el

Tabla 1. Promedio de microorganismos indicadores de contaminación detectados en muestras de camarones de cultivo crudos congelados de Venezuela.

| Microorganismos | Camarones de cultivo crudos congelados | |
|--------------------------------------|--|---------------------|
| | Entero | Cola |
| Coliformes Totales UFC/g | 7,9x10 ² | 1,4x10 ³ |
| Coliformes Fecales UFC/g | 10 | 11 |
| <i>Escherichia coli</i> UFC/g | 5 | 1 |
| Aerobios Mesófilos, UFC/g | 5,8x10 ⁴ | 5,1x10 ⁴ |
| <i>Staphylococcus aureus</i> , UFC/g | 3,6x10 ² | 7,6x10 ² |
| <i>Listeria monocytogenes</i> /25g | Ausente | Ausente |

Tabla 2. Promedio de microorganismos indicadores de contaminación detectados en muestras de agua de la finca de cultivo de camarones.

| Microorganismos | Playa | Canal Reservorio | Piscina | Canal de Drenaje |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Escherichia coli</i> NMP / 100 mL | 252 | 132 | < 1,1 | 80 |
| Aerobios mesófilos, UFC / mL | 7,2x10 ⁴ | 1,6x10 ⁴ | 1,2x10 ⁴ | 8,9x10 ³ |
| <i>Listeria monocytogenes</i> / 100 mL | Ausente | Ausente | Ausente | Presente (16,6%) |
| <i>Salmonella</i> spp. / 100mL | Ausente | Presente (27,3%) | Ausente | Presente (33,3%) |

sedimento y agua de las piscinas de cultivo, por lo que se ha concluido que *Salmonella* forma parte de la microflora natural del ambiente de cultivo del camarón [5,23].

El aislamiento frecuente y consistente de *Salmonella* en sedimento y muestras de agua de fincas de cultivo puede ser debido a que este patógeno sobrevive mejor en estos ambientes [21]. Su tasa de sobrevivencia se incrementa rápidamente debido a la alta carga orgánica presente como resultado de la eutrofización de las aguas del Lago de Maracaibo aunado a los nutrientes liberados por los alimentos concentrados utilizados en el cultivo de camarones. Por lo tanto, según varias investigaciones, las principales fuentes que contribuyen a la prevalencia de *Salmonella* en camarones de cultivo son el agua de las piscinas de cultivo, el sedimento y el alimento utilizado durante la fase de cultivo [21,23,24,28].

En la presente investigación, la prevalencia de *Salmonella* en camarones de cultivo crudos congelados posiblemente esté asociada con el ambiente de cultivo del camarón, debido a que *Salmonella* fue encontrada en las aguas del canal reservorio y canal de drenaje de la finca de cultivo de camarones. Algunos investigadores consideran que *Salmonella* no forma parte de la flora natural del ambiente de cultivo del camarón, ni está presente en las lagunas de crecimiento de los mismos, debido a que reportan ausencia de *Salmonella* en todas las muestras de agua, sedimento y camarones recolectadas de áreas productoras de camarones [25,32]. En cambio, Dalsgaard A. argumenta que estos estudios no pudieron representar el escenario verdadero debido a que el número de muestras recolectadas fue bajo y no se desarrollaron repeticiones de los ensayos [33].

La baja prevalencia de *Salmonella* en camarones posiblemente esté íntimamente relacionada con las condiciones higiénicas de la planta procesadora [6]. El análisis de las aguas empleadas durante el procesamiento del camarón posiblemente explique la baja prevalencia de *Salmonella* obtenida en este estudio. Igualmente, los resultados obtenidos revelaron que la planta procesadora posiblemente ejerce un buen control del proceso con el fin de mantener la calidad bacteriológica de su producto.

Es importante resaltar que la mayoría de los estudios sobre prevalencia de *Salmonella* en productos marinos del trópico utilizaron métodos de cultivo convencionales. Durante los últimos años se ha incrementado la utilización de técnicas moleculares para la detección de patógenos en alimentos y recientemente ha sido documentada la importancia de la

técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) para la detección de todas las especies de *Salmonella*. El estudio realizado por Shabarinath *et al* sugiere que la prevalencia de *Salmonella* en mariscos puede ser mucho mayor utilizando PCR que la reportada empleando técnicas convencionales de aislamiento [22].

Diversidad de serotipos de Salmonella enterica subespecie *enterica* en camarones de cultivo crudos congelados: En la presente investigación se detectó una amplia variedad de serotipos de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* en camarones de cultivo crudos congelados para exportación, cultivados en aguas del Lago de Maracaibo. Se identificaron 13 serotipos diferentes en 20 aislados de *Salmonella*, lo que indica una alta tasa de contaminación por esta bacteria. Los serotipos más frecuentemente aislados fueron Tennessee (20%), Typhimurium (15%), Caracas (10%) y Kentucky (10%) (Tabla 3).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Wan Norhana *et al* [2], donde los serotipos de *Salmonella* más frecuentemente aislados de camarones y productos

Tabla 3. Serotipos de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* en camarones de cultivo crudos congelados de Venezuela.

| Serotipo | Serogrupo O | Cantidad | Porcentaje (%) |
|-------------|-------------|----------|----------------|
| Saint Paul | B | 1 | 5 |
| Typhimurium | B | 3 | 15 |
| Tumodi | B | 1 | 5 |
| Tennessee | C1 | 4 | 20 |
| Kentucky | C2 | 2 | 10 |
| Mackley | C2 | 1 | 5 |
| Javiana | D | 1 | 5 |
| Rubislaw | F | 1 | 5 |
| Poona | G1 | 1 | 5 |
| Caracas | H | 2 | 10 |
| Gaminara | I | 1 | 5 |
| Kikoma | I | 1 | 5 |
| Michigan | J | 1 | 5 |
| TOTAL | - | 20 | 100 |

camaroneros fueron Weltevreden y Typhimurium. En otro estudio realizado en Vietnam [20], de 261 aislados de *Salmonella* de muestras de carnes y camarones, se identificaron 24 serovariedades diferentes, siendo principalmente aislados los serotipos Weltevreden, Tennessee y Dessau.

Los serotipos de *Salmonella* responsables de la mayoría de las infecciones humanas en el Reino Unido y los Estados Unidos son Enteritidis y Typhimurium [34]. En Venezuela, los principales serotipos aislados en coprocultivos humanos procesados en el Centro de Referencia Bacteriológica del Servicio Autónomo Hospital Universitario de Maracaibo, durante los años 2005-2009 fueron Saint Paul (12,4%), Javiana (9,8%) y Typhimurium (8,8%) [datos no publicados]. Otros estudios reportaron como serotipo más común Typhimurium (14%), seguido de Saint-Paul (11%) y Javiana (9%) de acuerdo con lo reportado por Navarro J. en 2011 [datos no publicados] en los pacientes pediátricos del Hospital Universitario de Maracaibo. En otra investigación realizada en 2012 por López, M. [datos no publicados], los serotipos más frecuentemente aislados en coprocultivos de pacientes provenientes de diferentes instituciones de salud ubicados en la zona norte de la ciudad de Maracaibo fueron Saint-Paul (20,7%), seguido de Orion (13,8%) y Typhimurium, Tennessee y Javiana con un 6,9% para cada uno. La mayoría de estos serotipos aislados en coprocultivos de pacientes, aunque en porcentajes bajos, coinciden con aquellos aislados en los camarones en la presente investigación.

Tanto las excretas humanas como de animales, incluyendo las aves, son fuentes de *Salmonella* y muchas rutas potenciales son utilizadas para la transmisión de este patógeno entérico. La habilidad de *Salmonella* de transmitirse por cualquiera de estas rutas depende enormemente de su resistencia a los factores ambientales, que controlan su supervivencia y su capacidad para ser transportada por agua; la cual puede depender de las especies y de las fuentes de contaminación. En este sentido, se ha demostrado que las cargas bacterianas anuales de este patógeno en ríos y áreas costeras pueden ser muy importantes [35].

Wan Norhana *et al* [36] demostraron que cuando *Salmonella* se encuentra asociada a la superficie de camarones muestra significativamente mayor resistencia al calor (50°, 60° y 70 °C), hipoclorito (100 ppm) y ácidos (láctico, hidroclicórico y acético pH 4.0) que las contrapartes de vida libre. Por lo tanto, la asociación de *Salmonella* a la superficie de camarones incrementa su resistencia al calor, cloro y ácidos. La unión y subsecuente colonización de la superficie de los camarones por patógenos pueden reducir la eficacia de los métodos utilizados para su control, por lo que se requieren estrategias para reducir la unión de estos patógenos a los camarones y resguardar la seguridad de este producto alimenticio.

La supervivencia de *Salmonella* en camarones durante congelación fue investigada también por Noda *et al* [37], observando que después de un almacenamiento a -10 °C, -20 °C y -30 °C durante 12 semanas, la población de *Salmonella*

disminuyó en todos los casos y la disminución fue menor a la temperatura más baja. Por lo tanto, la baja prevalencia de *Salmonella* obtenida en este estudio posiblemente también se deba a la disminución de esta bacteria como resultado de la congelación. Sin embargo, algunos autores han demostrado que algunos serotipos de *Salmonella*, (como el serotipo Typhimurium) pueden tener la habilidad de sobrevivir a temperaturas de refrigeración y congelación (-20 °C y -40 °C) [38-40].

En Venezuela, la mayoría del camarón producido en acuicultura es exportado y la detección de *Salmonella* en países importadores puede ocasionar severas pérdidas económicas para la industria camaronera venezolana. Aunque las regulaciones varían, la mayoría de los países importadores no aceptan *Salmonella* en camarones crudos congelados (COVENIN, ICMSF y Comunidad Europea).

La presencia y diversidad de serotipos de *Salmonella* en camarones crudos congelados cultivados en el estado Zulia, Venezuela, posiblemente pudieran producir infecciones transmitidas por alimentos. El mejoramiento de la calidad microbiológica de los productos marinos de exportación es un hecho importante a nivel mundial y la comunicación de contaminación por patógenos debería proveer información con el objetivo de incrementar la seguridad alimentaria.

Conclusiones

La prevalencia de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* en camarones de cultivo crudos congelados (enteros y descabezados) de Venezuela fue baja (2%), posiblemente debido a las condiciones higiénicas de la empresa procesadora del camarón y la disminución de esta bacteria debido a la congelación. La presencia de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* obtenida en el presente estudio estuvo íntimamente relacionada con las condiciones de producción de esta especie en aguas del Lago de Maracaibo, Venezuela.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Centro de Referencia Bacteriológica del Servicio Autónomo Hospital Universitario de Maracaibo por el apoyo y cooperación recibida en la serotipificación de las cepas de *Salmonella*.

Referencias

1. Chávez MC, Higuera I. Manual de Buenas Prácticas de producción acuícola de camarón para la Inocuidad Alimentaria. Centro de investigación en alimentación y desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán en acuicultura y manejo ambiental y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SAGARPA; 2003.
2. Wan Norhana MN, Poole SE, Deet HC, Dykes G. Prevalence, persistence and control of *Salmonella* and *Listeria* in shrimp and shrimp products: A Review. Food Control. 2010; 21 (4):343-61.
3. Kumar R, Surendran P.K., Thampuran N. Distribution and

- genotypic characterization of *Salmonella* serovars isolated from tropical seafood of Cochin, India. J Applied Microbiol. 2009; 106:515-24.
4. Heinitz ML, Ruble RD, Wagner DE, Tatini SR. Incidence of *Salmonella* in fish and seafood. J Food Protect. 2000; 63:579-92.
 5. Huss HH, Ababouch L, Gram I. Assessment and management of seafood safety and quality. FAO Fisheries Technical Paper (444). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2004.
 6. Pérez L, Núñez JF, Villagómez DA, Nicoli TM, Rubio MS. Inocuidad bacteriológica en camarón para exportación en México. Vet Méx. 2005; 36:411-23.
 7. FDA. Bacteriological Analytical Manual. AOAC International. 2005. En: <http://www.fda.gov/food/scienceresearch/laboratorymethods/bacteriologicalanalyticalmanualbam/default.htm>. Acceso 02 de junio 2007.
 8. Norma Venezolana COVENIN 1126. Alimentos. Identificación y preparación de muestras para el análisis microbiológico. 1989.
 9. American Public Health Association (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st edition. Washington (USA): APHA, AWWA, WPCF, INC; 2005.
 10. Norma Venezolana COVENIN NVF 1291. Aislamiento e identificación de *Salmonella* en alimentos. Septiembre 2004.
 11. Caffer MI, Terragno R. Manual de procedimientos para la caracterización de *Salmonella*. Ministerio de Salud. Buenos Aires, Argentina. Subsecretaría de Investigación y Tecnología ANLIS Dr. Carlos G. Malbrán". Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas. Departamento de Bacteriología. Servicio de Enterobacterias; 2001.
 12. Norma Venezolana COVENIN 453-93. Camarones congelados. Caracas (Venezuela). Fondo Norma; 1993.
 13. U.S. Food & Drugs Administration. Fish and Fisheries products Hazards and Controls Guide. 3th edition. Appendix 5. Rockville, MD: U.S. Food & Drugs Administration; 2001.
 14. Commission Recommendation of a Coordinated Programs for the Official Control of Foodstuffs. Official Journal of the European Union; 2005; 5 (3): 27-39.
 15. FAO. Report of the FAO Expert consultations on the trade impact of *Salmonella* and *Listeria* in fish products. FAO Fish Rep No 604, FIII/EESN/R 604. 1999.
 16. Gaceta Oficial 36.395 de fecha 11/02/1998, Decreto SG-018-98. Normas Sanitarias de calidad de agua potable. Venezuela.
 17. Hatha AAM, Maqbool TK, Kumar SS. Microbial quality of shrimp products of export trade produced from aquacultured shrimp. Int J Food Microbiol. 2003; 82:213-21.
 18. Kumar HS, Sunil R, Venugopal MN, Karumasagar I. Detection of *Salmonella* spp. in tropical seafood by Polymerase Chain Reaction. Int J Food Microbiol. 2003; 88:91-5.
 19. Dalsgaard A, Huss HH, H-Kittikun A, Larsen JL. Prevalence of *Vibrio cholerae* and *Salmonella* in a major shrimp production area in Thailand. Int J Food Microbiol. 1995; 28:101-13.
 20. Phan TT, Khai LT, Ogasawara N, Tam NT, Okatani AT, Akiba M y col. Contamination of *Salmonella* in retail meats and shrimps in the Mekona Delta, Vietnam. J Food Prot. 2005; 68:1077-80.
 21. Bhaskar N, Setty TM, Mondal S, Joseph MA, Raju CV, Raghunath BSM y col. Prevalence of bacteria of public health significance in the culture shrimp (*Penaeus monodon*). Food Microbiol. 1998; 15:511-9.
 22. Shabarinath H, Kumar S, Khushiramani R, Karunasagar I, Karunasagar I. Detection and characterization of *Salmonella* associated with tropical seafood. Int J Food Microbiol. 2007; 114:227-33.
 23. Bhaskar N, Setty TMR, Reddy GVS, Manoj YB, Anantha CS, Ragunath BS, Joseph MA. Incidence of *Salmonella* in cultured shrimp *Penaeus monodon*. Aquaculture. 1995; 138:257-66.
 24. Iyer TSG, Varma PRG. Sources of contamination with *Salmonella* during processing of frozen shrimp. Fish Technol. 1990; 27:60-3.
 25. Koonse B, Burkhardt W, Chirtel S, Hoskin GP. *Salmonella* and the sanitary quality of aquacultured shrimp. J Food Prot. 2005; 68:2527-32.
 26. Leangphibul P, Nilakul C, Sornachi C, Tantimavanich S, Kasemsuksakul K. Investigation of pathogenic bacteria from shrimp farms. Kasetsart Journal. 1986; 20:333-7.
 27. Wan Norhana N, Johara MY, Ramlah AM. Occurrence of pathogens from major shrimp and oyster production areas in Peninsular Malaysia. Malaysian Fish J. 2001; 2:176-84.
 28. Reilly PJA, Twiddy DR, Fuchs RS. Review on the occurrence of *Salmonella* in cultured tropical shrimps. FAO Fish Circ. 1992; 851:1-9.
 29. Llobrerra AT, Bulalacao MI, Tan A. Effect of farming phase and inplant processing on the microbiological quality of prawns (*Penaeus monodon*). FAO Fish Rep 1990; 40 (suppl.):1-5.
 30. Putro S, Anggawati AM, Fawzya YN, Ariyani F. Studies on the microbiology of farmed shrimp. FAO Fish Rep. 1990; 401 (Suppl.):6-17.
 31. Sugumar G, Abraham TJ, Shannmugam SA. Human pathogenic bacteria in shrimp farming system. Indian J Microbiol. 2001; 41:269-74.
 32. Dalsgaard A, Huss H, Kittikum A, Larsen JL. Prevalence of pathogenic bacteria in shrimp culture. Scientific abstracts. Proc. 2nd symp. Dis. Asian aquaculture. Phuket thailand. Fish health section. Manila. Afs. 1993.
 33. Dalsgaard A. The occurrence of human pathogenic *Vibrio* spp. And *Salmonella* in aquaculture. Int J Food Sci Technol. 1998; 33 (2):127-38.
 34. Mattick KL, Jørgensen F, Wang P, Pound J, Vandeven MH, Ward LR, Legan JD, Lappin-scott HM, Humphrey TJ. Effect of challenge temperature and solute type on heat tolerance of *Salmonella* serovars at low water activity. Appl Environ Microbiol. 2001; 67:4128-36.
 35. Baudart J, Lemarchand K, Brisabois A, Lebaron P. Diversity of *Salmonella* strains isolated from the aquatic environment as determined by serotyping and amplification of the ribosomal DNA spacer regions. Appl Environ Microbiol. 2000; 66:1544-52.
 36. Wan Norhana MN, Poole SE, Deeth HC, Dykes GA. The effects of temperature, chlorine and acids on the survival of *Listeria* and *Salmonella* strains associated with uncooked shrimp carapace and cooked shrimp flesh. Food Microbiol. 2010; 27:250-6.
 37. Noda H, Chisuwa M, Kaneko M, Onoue Y, Takatori K, Hara-kudo Y. Survival of *Salmonella* Weltevreden and S. Senftenberg in black tiger shrimp under storage. Shokuhin Eiseiqaku Zasshi. 2009; 50:85-8.
 38. Gecan JS, Bandler R, Staruszkiewicz WR. Fresh and frozen

- shrimp –a profile of filth, microbiological contamination and decomposition. J Food Prot. 1994; 57:154-8.
39. Hatha AAM, Paul N, Rao B. Bacteriological quality of individually quick-frozen (IQF) raw and cooked ready-to-eat shrimp produced from farm raised black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Food Microbiol. 1998; 15:177-83.
40. Iyer TSG, Shrivastava KP. Incidence and low temperature survival of *Salmonella* in fishery products. Fish Technol. 1989; 26:39-42.