

Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos: una mirada en Colombia

Bacteria causing of foodborne diseases: an overview at Colombia

Zamira Soto Varela¹, Liliana Pérez Lavalle², Dalidier Estrada Alvarado³

Resumen

Objetivo: Las enfermedades de transmisión alimentaria constituyen un grave problema de salud pública a nivel mundial; entre sus causas más frecuentes se encuentran los patógenos bacterianos, los cuales generan desde síntomas gastrointestinales hasta complicaciones que pueden conducir a la muerte. En esta revisión se describen estudios sobre detección de patógenos bacterianos en diferentes alimentos en Colombia publicados entre 2010 y 2013, y se presenta información acerca de las características y prevalencia de los microorganismos encontrados, alimentos implicados y caracterización de los aislados. La búsqueda en bases de datos arrojó un total de 16 artículos enfocados directamente a la detección de cinco patógenos: *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Aeromonas* spp. y *Vibrio* spp. La mayor parte de los estudios correspondió al género *Salmonella*. No se hallaron investigaciones relacionadas con otras bacterias causantes de enfermedades de transmisión alimentaria. Los productos analizados fueron principalmente de origen animal, desde alimentos crudos, como pescado y carnes, hasta alimentos listos para el consumo. Esta revisión evidencia que a pesar de la importancia a nivel de salud pública de detectar y caracterizar bacterias patógenas transmitidas por alimentos existen muy pocos estudios publicados relacionados con esta temática en el periodo revisado. Asimismo, los trabajos se encaminaron primordialmente a la búsqueda del microorganismo en el producto final y no a lo largo de la cadena productiva.

Palabras clave: enfermedades transmitidas por alimentos, bacterias, Colombia.

Fecha de recepción: 23 de abril de 2015
Fecha de aceptación: 25 de noviembre de 2015

¹ Docente investigador, Universidad Simón Bolívar. Barranquilla (Colombia). zsoto1@unisimonbolivar.edu.co

² Docente investigador, Universidad Simón Bolívar. Barranquilla (Colombia). lperez70@unisimonbolivar.edu.co

³ Estudiante Programa de Microbiología, Universidad Simón Bolívar. Barranquilla (Colombia). estrada2@unisimon.edu.co

Correspondencia: Zamira Soto Varela. Universidad Simón Bolívar, Programa de Microbiología, carrera 59 n° 59-92. Barranquilla (Atlántico). Teléfono: 344 4333, Fax: 3682892. zsoto1@unisimonbolivar.edu.co

Abstract

Objective: Food-borne diseases are a serious public health problem worldwide; with pathogenic bacteria as the most common cause, leading to gastrointestinal disorders which can eventually lead to death. In this review are described studies about the detection of food-borne pathogenic bacteria in Colombia publicized between the years 2010-2013, looks at information on the characteristics and prevalence factor of found pathogens, the foods implicated in the studies and the characterization of isolated microorganisms. The database search yielded a total of 16 articles focused directly to the detection of five pathogens: *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Aeromonas* spp. and *Vibrio* spp.; nevertheless, most of the studies focused on *Salmonella*. There were no research projects on any other food-borne disease-causing pathogens. The products tested were mainly raw or ready-to-eat animal-based foods such as sea food and meat. This review reveals that despite the importance of detecting and characterizing pathogens transmitted by contaminated food, there are very few published studies on this topic for the given review period. Likewise, the research work was directed primarily to the search of micro-organisms as a final product rather than contamination along the production line.

Keywords: foodborne diseases, bacteria, Colombia.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad transmitida por alimentos (ETA) es el síndrome originado por la ingestión de alimentos y/o agua que contienen agentes etiológicos en cantidades tales que afectan la salud del consumidor (1). Estas enfermedades se caracterizan por una variedad de síntomas gastrointestinales, como náuseas, vómito, diarrea, dolor abdominal y fiebre; en algunos casos se pueden presentar complicaciones severas, como sepsis, meningitis, abortos, síndrome de Reiter, síndrome de Guillan Barré o la muerte (2, 3).

Ciertas complicaciones son producto de toxinas de origen bacteriano, como por ejemplo, la toxina producida por *Clostridium botulinum*, que puede llegar a generar fallas respiratorias (4), y la toxina shiga, producida por cepas de *Escherichia coli*, causante del síndrome hemolítico urémico (5).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), las ETA constituyen uno de los problemas sanitarios más comunes que

aquejan la salud de las personas en el mundo, y afectan con mayor severidad a niños, mujeres embarazadas, ancianos y personas con otros padecimientos; sin embargo, estas enfermedades no solo afectan la salud, sino que tienen un impacto socioeconómico negativo, debido a que ocasionan una disminución en la productividad y el comercio e imponen una carga sustancial en los sistemas de salud al generar gastos en hospitalizaciones y medicamentos (6, 7).

En Estados Unidos, el Centro para el Control y Prevención de enfermedades (CDC) reportó en 2013 un total de 19 056 infecciones alimentarias, 4200 hospitalizaciones y 80 muertes (8). Por su parte, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) y el Centro Europeo para el Control y Prevención de Enfermedades (ECDC) reportaron para 2012 un total de 55 453 casos, 5118 hospitalizaciones y 41 muertes (9). En Colombia en el año 2014 se notificaron al Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) del Instituto Nacional de Salud, un total de 9.730 casos de Enfermedades transmitidas por alimentos o agua (10).

Entre las ETA más frecuentes están aquellas causadas por una contaminación de tipo biológico, evidenciado por los reportes entre 1993-2010 realizados al sistema de información regional de la Organización Panamericana de la Salud (OPS); en los que se indica que de 9180 brotes reportados, el 69 % por bacterias, el 9,7 % por virus y el 1,8 % por parásitos; el porcentaje restante correspondió a otras causas de origen químico (11).

Entre los patógenos bacterianos más frecuentes en Estados Unidos en 2013 se encontraron, en su orden, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Shigella*, *Escherichia coli*, productora de toxina shiga (STEC) O157, STEC O157, *Vibrio*, *Yersinia* y *Listeria* (8).

En el caso de Europa, la mayoría de los brotes de 2012 fueron causados por *Salmonella*, toxinas bacterianas, virus y *Campylobacter* (9).

En Colombia, los principales agentes etiológicos identificados en brotes de ETA en 2010 fueron *Staphylococcus coagulasa* positiva, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp.; bacterias establecidas en la normativa nacional para los diferentes tipos de alimentos; no obstante, se demostró la presencia de otras bacterias, como *Listeria monocytogenes* y *Shigella* spp. (12); de allí la necesidad de investigar otros patógenos en diferentes tipos de alimentos.

En este estudio se realizó una búsqueda de artículos publicados en las bases de datos y bibliotecas virtuales: EBSCO, OVID, PROQUEST, Biblioteca Virtual en Salud Pública de Latinoamérica (BVS), Biblioteca Virtual para la vigilancia en Salud Pública de Colombia (BVS-VSP Col), Medline-Pubmed, Science Direct, Biblioteca Digital de Colombia (BDCOL), Scientific Electronic Library on Line-SciELO y Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS), utilizando como palabras de búsqueda cada uno

de los nombres de los patógenos bacterianos: *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus cereus*, *Brucella mellitensis*, *Brucella abortus*, *Campylobacter*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Coxiella burnetti*, *Enterobacter sakasaki*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Plesiomonas shigueloides*, *Salmonella*, *Shigella*, *Streptococcus pyogenes*, *Vibrio*, *Mycobacterium bovis* y *Yersinia*; junto con las palabras alimento y Colombia dentro de los años 2010-2013.

El objetivo de esta revisión fue mostrar las publicaciones sobre la detección de patógenos bacterianos en diferentes alimentos en Colombia; proporcionando información sobre sus características y datos de importancia en salud pública, lo cual es de relevancia para la evaluación de riesgos microbiológicos.

En los resultados obtenidos se encontraron estudios enfocados a los siguientes patógenos (ver tabla 1).

***Salmonella* spp.**

Salmonella spp. es un bacilo Gram negativo, no esporulado y móvil; a excepción de los serotipos S. Gallinarum y S. Pullorum, que no poseen esta última característica, pertenece a la familia *Enterobacteriaceae* tribu *Salmonellae* (13). En la actualidad se reconocen dos especies: *Salmonella entérica*, la cual incluye las subespecies I, II, IIIa, IIIb, IV, y VI, y *Salmonella bongori*, con la subespecie V (14); dentro de estas existen más de 2500 serotipos, los cuales se clasifican de acuerdo con el antígeno flagelar H y el antígeno somático O (15).

El género *Salmonella* tiene gran impacto en salud pública; datos epidemiológicos indican que la gastroenteritis y la fiebre tifoidea son de distribución mundial, y ocurren en

países desarrollados y subdesarrollados (16, 17).

Las salmonellas no tifoideas (diferentes a *Salmonella* Typhi y *Salmonella* Paratyphi), principalmente los serotipos de *Salmonella* entérica, subespecie entérica, son las que se relacionan con gastroenteritis de origen alimentario (18, 19). Los alimentos en los que se ha detectado principalmente este patógeno son la carne de pollo, carne de cerdo, carne de pavo, productos con carne cruda, huevos y jamón de cerdo (20-22).

Los métodos para la detección de esta bacteria se fundamentan en el cultivo microbiológico, pero su aislamiento se dificulta por el bajo número de células presentes en el alimento y la inhibición por otros microorganismos más competentes que puedan estar presentes; por ello, los métodos moleculares como la Reacción en Cadena de la Polimerasa-PCR se están implementando por su bajo límite de detección, alta sensibilidad y especificidad (23,24).

En la actualidad, una de las principales preocupaciones relacionadas con este patógeno es el aumento de su resistencia a los antibióticos, debido a que cada vez son más frecuentes los aislamientos de origen animal y alimentario resistentes a antibióticos como el ácido nalidíxico, sulfafurazol y la penicilina (25, 26); razón por la cual diversos esfuerzos están enfocándose en la prevención, con el diseño de vacunas para animales (27) y la implementación de tecnologías de control en la industria de alimentos (28).

En Colombia, los estudios realizados entre 2010 y 2013 que buscaron este patógeno en alimentos se centraron en el análisis de muestras provenientes de diferentes establecimientos

de ventas ambulantes y restaurantes. Dos de estos fueron realizados en Bogotá. El primero en un sector del norte de la ciudad, el cual incluyó 40 establecimientos de venta establecida y 20 de venta ambulatoria.

Los resultados obtenidos señalan que el 25 % de los alimentos ambulantes y el 7,5 % de los alimentos de venta establecida, como chorizo, fritos, ensaladas de frutas, yogur con cereal, arepa rellena y pincho de carne, fueron positivos para *Salmonella* spp.

En este estudio también se realizó coprocultivo a los manipuladores de alimentos para la búsqueda de este microorganismo, y se obtuvo una prevalencia del 15 % en ambulantes y 10 % en restaurantes; y se resalta que este personal no presentó manifestaciones gastrointestinales (29).

En el segundo trabajo, realizado en un sector universitario en 2010, se detectaron 2 muestras positivas para *Salmonella* entérica de 42 muestras analizadas (11.1 %): una muestra fue hamburguesa y otra chorizo. Asimismo, en el proceso se aislaron en 18 muestras otras enterobacterias, como *Citrobacter freundii*, *Edwardsiella tarda*, *Escherichia coli* y *Pantotea agglomerans*.

En este trabajo también se realizó la prueba de susceptibilidad antimicrobiana, y se encontró que un aislamiento de *Salmonella* entérica fue sensible a la Ciprofloxacina y Ceftriaxona (30).

En otro sector universitario también se realizó un análisis de muestras de alimentos como ensaladas crudas, jugos, salsas y agua procedentes de 4 expendios, con el objetivo de evaluar el riesgo de adquirir una ETA por la comunidad de este sector; sin embargo, en la búsqueda de *Salmonella* no se detectó su

presencia en ninguna de las muestras analizadas, a diferencia de los coliformes totales y fecales que no estuvieron dentro de los valores permitidos; siendo difícil establecer el impacto de este hallazgo debido a que el estudio no especifica el número de muestras y no incluye análisis microbiológicos a productos de origen animal que también son muy comercializados en el sector universitario y en donde es más probable encontrar este y otros patógenos, como *Staphylococcus aureus*, el cual tampoco fue detectado (31).

En la ciudad de Leticia (Putumayo, Colombia) en 2011 se analizaron 92 alimentos preparados de origen animal y 32 alimentos crudos provenientes de diferentes establecimientos. En el primer caso solo se aisló *Salmonella* spp. en una muestra (1,1%) y en el segundo caso en 11 muestras (34,4 %).

En este trabajo se logró la serotipificación de los aislamientos; 10 de estos, procedentes de carne de res cruda, fueron identificados como *Salmonella entérica* Sainpaul, un aislamiento en carne de cerdo cruda como *Salmonella entérica* Sendai y otro en carne cocida de res como *Salmonella enterica* Livingtone (32).

En el mismo año, en Popayán (Cauca, Colombia) un estudio caracterizó aislamientos de *Salmonella* Enteritidis asociados a un brote; y por análisis fenotípico y genotípico por electroforesis en campo pulsado se confirmó la asociación entre los aislamientos de los pacientes con un emparedado de pollo como la fuente de infección; se observó resistencia de los aislamientos al ácido nalidíxico (33).

Se resalta en estos dos trabajos la caracterización de los aislamientos debido a que muchos estudios solo llegan hasta la identificación de género, lo cual no permite conocer la

circulación de serotipos y asociarlos con un brote determinado.

Otro de los productos alimenticios asociados a contaminación con *Salmonella* spp. es el huevo; sin embargo, en un estudio realizado en Medellín (Colombia) y su área metropolitana no se logró aislar *Salmonella* en 228 huevos, pero se aislaron otros géneros bacterianos, como *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Enterobacter* sp., *Serratia* sp., *Citrobacter* sp., *E. coli*, *Streptococcus viridans*, *Klebsiella* sp., *Staphylococcus* sp., *Aeromonas* sp., *Sarcinas* sp., *Acinetobacter* sp., *E. hermannii*, *Proteus* y *Stenotrophomonas maltophilia* (34).

Escherichia coli

Escherichia coli es un bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo, usualmente móvil por flagelos peritricos, cuyo hábitat es el intestino de animales de sangre caliente (35, 36). Esta bacteria es utilizada como indicador de posible contaminación fecal y presencia de patógenos en agua y alimentos debido a que se encuentra abundantemente en heces de humanos y animales (37).

Aunque *Escherichia coli* puede ser un residente inocuo del tracto gastrointestinal, varios estudios han documentado que ciertas cepas de *E. coli* producen diarrea y otras enfermedades extraintestinales en humanos (38-42). Estas cepas de *E. coli* patogénicas constituyen un grupo heterogéneo de organismos con diferentes propiedades de virulencia, serotipos O:H, epidemiología y enfermedades asociadas. Con base en sus factores de virulencia específicos y rasgos fenotípicos se han subdividido en seis grupos patógenos: *E. coli* enteropatogénica (EPEC), *E. coli* enteroagregante (EAEC), *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* de adhesión difusa (DAEC), *E.*

E. coli enteroinvasora (EIEC) y *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) (43, 44).

Estos grupos han sido detectados en diferentes productos, como cárnicos, lácteos, pescados, mariscos, bebidas, hielo y leguminosas (44-50).

E. coli O157:H7 es reconocido como uno de los serotipos más representativos de *E. coli* enterohemorrágica (EHEC). Esta bacteria es capaz de producir dos tipos de toxina shiga, Stx1 y Stx2, que ocasionan diarrea, colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico (51-53).

Desde que *E. coli* O157:H7 fue reportada por primera vez en Estados Unidos en 1982 como agente causal de un brote que afectó al menos a 47 personas en Oregon y Michigan por el consumo de carne de hamburguesa poco cocida, ha sido ampliamente asociada a varios casos y muertes alrededor del mundo (54-57).

Esta bacteria se encuentra regularmente en las heces del ganado sano y es transmitida al hombre principalmente por la ingestión de productos bovinos; aunque se ha relacionado también con la leche no pasteurizada, bebidas contaminadas, verduras frescas y a través del contacto persona a persona (58, 59).

En 2013 se publicó un estudio en el cual se determinó *E. coli* y se identificó el serotipo O157:H7 en carne de cerdo comercializada en diferentes supermercados de la ciudad de Cartagena de Indias, durante agosto y septiembre de 2008. De 60 muestras analizadas se obtuvo 36 con *E. coli* en niveles no aceptables según las exigencias del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) para productos cárnicos, y se identificándose el serotipo O157:H7 en 17 muestras; sin embargo, esta caracteriza-

ción debe considerarse como presuntiva de acuerdo al método utilizado, debido a que en el estudio no se demuestra su confirmación por otros métodos como los moleculares, que además pueden permitir la identificación de genes productores de toxinas (60).

En otro estudio divulgado en 2010 se llevó a cabo una caracterización molecular para la identificación de patotipos de *E. coli* en 76 muestras de alimentos, conformadas por 38 muestras de carne obtenidas de dos supermercados y 38 muestras de vegetales recolectadas a partir de ocho mercados minoristas de la ciudad de Bogotá.

Se encontró 16 muestras de carne positivas para *E. coli*, una de estas correspondiente al patotipo productor de toxina shiga (STEC). En el caso de los vegetales 12 muestras presentaron *E. coli*, una de estas positiva para *E. coli* productora de toxina shiga (STEC) y otra para *E. coli* enteroagregante (61).

En relación a estudios limitados solo a la detección de *E. coli* como indicador de contaminación fecal, sin tener en cuenta el carácter patogénico de las cepas; en el municipio de Pamplona (Norte de Santander, Colombia) se analizaron 51 muestras de pescado fresco, de las cuales el 8 % presentó un nivel inaceptable de *E. coli* según las recomendaciones establecidas por la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas (ICMSF) (62).

En 2011 se detectó la presencia de *E. coli* en 19 muestras, de un total de 912 procedentes de 228 huevos de graneros de Medellín y el área metropolitana del Valle de Aburrá (34).

En otra investigación no se detectó *E. coli* en ensaladas y salsas procedentes de cuatro cafeterías de una comunidad universitaria

en Colombia; sin embargo, no se relaciona esta ausencia con otros factores intrínsecos como el pH (31).

Listeria monocytogenes

El género *Listeria* se compone de diecisiete especies, que incluye a *Listeria monocytogenes*, *Listeria ivanovii*, *Listeria seeligeri*, *Listeria riparia*, *Listeria grandensis*, *Listeria floridensis*, *Listeria cornellensis*, *Listeria aquatica*, *Listeria innocua*, *Listeria welshimeri*, *Listeria grayi*, *Listeria marthii*, *Listeria rocourtiae*, *Listeria murrayi*, *Listeria denitrificans*, *Listeria fleischmannii* y *Listeria weihenstephanensis*. Dentro de estas, *Listeria monocytogenes* se considera patógena tanto para humanos y animales (63).

Listeria monocytogenes es un bacilo Gram positivo, patógeno facultativo intracelular y no formador de esporas. Puede sobrevivir o crecer a valores de pH tan bajos como 4.4 y a concentraciones de sal hasta del 14 %. Esta bacteria es psicrotrofica y crece a temperaturas entre 1 y 45 °C; los alimentos refrigerados son un ambiente ideal para este patógeno (64-66).

Este microorganismo está ampliamente distribuido en el medio ambiente y puede colonizar las plantas de procesamiento de alimentos, persistiendo durante varios meses y años (66-71).

La formación de biopelículas protege a esta bacteria contra la desinfección y favorece su supervivencia en las superficies que están en contacto con los alimentos; lo cual aumenta la contaminación cruzada de estos y los convierte en un vehículo para llegar al hombre y causar la enfermedad (72, 73).

Listeria monocytogenes es el agente causal de la listeriosis, la cual se manifiesta de forma

invasiva o no invasiva. La forma invasiva puede provocar mortinatos, abortos, partos prematuros, y en los recién nacidos e inmunodeprimidos puede conducir a septicemia, meningitis y encefalitis. En la forma no invasiva se producen síntomas como fiebre, dolor de cabeza y diarrea.

La mortalidad por listeriosis es del 20 al 30 % en grupos vulnerables (74-76).

La infección en humanos se produce principalmente por el consumo de alimentos contaminados, como leche, quesos, verduras frescas, mariscos, productos cárnicos y alimentos listos para el consumo, los cuales son considerados como importantes fuentes (77-82).

En Colombia, en 2012 se mostraron prevalencias de *L. monocytogenes* de 3.7 y 33.9 % en carne en canal y cortes de carne, respectivamente, procedentes de 23 plantas de procesamiento de cerdo. Asimismo, se reportó una prevalencia de 4.0 % para chorizo, 6.13 % para jamón y 7.69 % en salchicha (83).

En otro tipo de alimentos, como el pescado fresco, también se ha aislado este microorganismo, así como otras especies de *Listeria*. Esto se evidenció en un estudio realizado en la plaza de mercado de la ciudad de Pamplona, donde se encontraron prevalencias de *L. monocytogenes* de 3.9 %, *L. innocua* de 17.6 % y *L. grayi* de 13.7 % en este tipo de productos, con una incidencia total del 35.3 % (62).

En estos trabajos solo se llegó hasta la identificación de especie; no realizándose serotipificación. Por otra parte, no se llevó a cabo la búsqueda de esta bacteria en ambientes de procesamiento, donde se recomienda la toma de muestra para determinar una posible fuente de contaminación.

Se han identificado trece serotipos de *Listeria monocytogenes*; entre ellos, los serotipos 1/2a, 1/2b y 4b son los involucrados en la mayor parte de los casos de listeriosis humana, y el serotipo 4b es el más virulento. Los serotipos 1/2a, 1/2b, 1/2c se aíslan con más frecuencia en alimentos y en ambientes de fábricas (66, 84-89).

En Colombia se determinó la frecuencia de serotipos de *L. monocytogenes* aislados de alimentos durante 2000-2009. De 1424 aislamientos confirmados como *L. monocytogenes*, la mayoría pertenecía al serotipo 4b, con 820 aislamientos; seguido por los serotipos 4d-4e, 1/2b y 1/2a, con 140, 154, y 135 aislamientos, respectivamente; los restantes correspondieron a otros serotipos.

Los aislamientos procedieron principalmente de Bogotá, 1035 (73 %), de Antioquia, 199 (14 %), de Nariño, 109 (8 %), del Valle del Cauca, 50 (3.5 %) y de otros departamentos, 33 (2.3 %).

Los grupos de alimentos con mayor frecuencia de esta bacteria fueron los quesos frescos, los cárnicos cocidos y las leches (90).

En otra investigación realizada entre 2002 y 2008 se identificó la presencia de este patógeno en alimentos listos para el consumo procedentes de plazas de mercado y "delicatessen" de supermercados de cadena en Bogotá. De 600 muestras analizadas, 68 fueron positivas para *L. monocytogenes* (11.3 %); 26 (38.25 %) correspondían a "delicatessen" y 42 (61.76 %) a plazas de mercado. El serotipo aislado con mayor frecuencia fue 4b en 53 (78 %) aislamientos, y entre los alimentos más contaminados estuvieron los quesos frescos y madurados (91).

En 2012 se serotipificaron molecularmente 108 cepas de *L. monocytogenes* aisladas de diferentes

fuentes; de estas, 60.2 % (65 cepas) pertenecían al serotipo 4b-4d-4e, 17.6 % (19 cepas) al 1/2a-3a, 14.81 % (16 cepas) al serotipo 4a-4c, 3.7 % (4 cepas) al 1/2c-3c y 1/2b-3b-7. Del serotipo 4b-4d-4e, el 47,7 % (31 cepas) procedieron de muestras de leche, queso, carne y vegetales; el 27,7 % (18 cepas) a ambientes de procesamiento de alimentos y equipos como cortadoras y selladoras; 18,5 % (12 cepas) a muestras clínicas, específicamente líquido cefalorraquídeo y cultivos de sangre, y el 6,2 % restante (4 cepas) correspondió a muestras veterinarias (92).

***Vibrio* spp.**

El género *Vibrio* comprende a bacterias Gram negativas, incluidas en el grupo gamma de las proteobacterias, con morfología celular de bacilos cortos, que a menudo son curvados o en forma de coma (93, 94).

Las especies de *Vibrio* están presentes en ambientes acuáticos, principalmente marinos y estuarinos, gracias a su capacidad para adaptarse a los factores físicos y químicos presentes en este tipo de ecosistemas.

En varios estudios se ha encontrado correlación entre la abundancia de varias especies patógenas con diversas condiciones, como salinidad, temperatura, conductividad eléctrica y sólidos disueltos (95, 96).

Otros trabajos evidencian un incremento en la tolerancia de *Vibrio cholerae* a temperatura, pH y desecación asociado a la colonización de caparzones de camarones; lo cual puede tener implicaciones en la seguridad alimentaria y epidemiología de esta especie (97).

Existen más de 100 especies de *Vibrio*; solo tres especies: *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio vulnificus*, se encuentran principalmente asociadas a casos de gas-

troenteritis; la especie más frecuente es el *Vibrio parahaemolyticus* (98-103).

Los serogrupos O1 y O139 de *Vibrio cholerae* causan epidemias de cólera, mientras que los serogrupos restantes pueden causar diarrea esporádica (104).

Vibrio vulnificus puede ocasionar fascitis necrotizante y sepsis por el consumo de mariscos crudos o pocos cocidos, con una tasa de mortalidad mayor del 50 % (105, 106).

Los alimentos en los que se aíslan más frecuentemente estas especies de *Vibrio* son los productos de origen marino, como pescado, ostras, mejillones, camarones y almejas (107-109).

A nivel nacional, en el periodo 2010 - 2013 se encontró un solo estudio en el que se aislaron e identificaron especies de *Vibrio* en 67 ostras obtenidas en 5 puntos de la Ciénaga de la Virgen en la ciudad de Cartagena de Indias en 2006. Los resultados mostraron positividad para *Vibrio* spp. en 30 muestras (45 %). Las especies predominantes fueron *V. alginolyticus* (23 %), *V. fluvialis* (20 %), *V. parahaemolyticus* (10 %), *V. carchariae* y *V. mimicus* (13 %), *V. vulnificus*, *V. cincinnatiensis* y *V. campbelli* (7 %).

No se evidenció la presencia de *V. cholerae* en las muestras analizadas, argumentado por la falta de serotipos halófilos; no obstante, la metodología no describe que fue medido el parámetro de salinidad en los puntos de muestreo (110).

***Aeromonas* spp.**

El género *Aeromonas* es muy ubicuo; está conformado por bacilos Gram negativos anaerobios facultativos y no esporulados

distribuidos en diversos ambientes, sobre todo acuáticos (111). En la actualidad, este género se encuentra clasificado en la familia *Aeromonadaceae*, a pesar de que por varios años estuvo incluido en la familia *Vibrionaceae*, pero por análisis de secuencias del gen 16S rRNA lo ubican en una línea diferente dentro de las Gammaproteobacteria; donde fenotípicamente se han propuesto 13 especies pero genotípicamente se consideran 19 (112).

Las bacterias de este género también han sido clasificadas en dos grandes grupos de acuerdo con sus características de crecimiento: el primero de ellos es el grupo mesófilo, que crece entre 35-37°C, son móviles y están asociados con enfermedad en seres humanos, como *A. hidrófila*, *A. caviae*, *A. sobria* y *A. veronii*, (113); el segundo grupo corresponde a los psicrófilos, con crecimiento óptimo entre 22-25 °C, no móviles y asociados a enfermedad en peces, como la especie *A. salmonicida* (114).

A nivel de salud, estudios indican que *Aeromonas* es causa potencial de gastroenteritis en seres humanos; aislamientos con genes de virulencia, principalmente relacionados con la producción de enterotoxinas, se han encontrado en pacientes con diarrea (115). Además de la gastroenteritis se pueden presentar otras manifestaciones clínicas, como infección de heridas, septicemia, abscesos en el hígado e infección respiratoria (116).

Las principales fuentes de contaminación con este microorganismo son el agua, los vegetales, comida de mar y comida de origen animal (117).

En Colombia se realizó un estudio en el que se aisló e identificó *Aeromonas* spp. en diferentes especies de peces comercializados en la ciudad de Pamplona. De un total de 51 muestras de diferentes pescados, como trucha, rampuche,

dorada, bagre, bocachico, sierra y mojarra, 39 presentaron crecimiento de *Aeromonas* spp. (76,47 %). En cuanto a las especies identificadas, se encontró principalmente *A. hydrophila* (29,7%) y *A. veronii* sobria (19,1%), seguidas de *A. jandaei* y *A. veronii veronii* (17 %), *A. popoffii* (6,4%), *A. caviae/A. media* (4,3%), *A. eucrenophila* (4,3 %) y *A. schubertii* (2,1 %) (118).

En un estudio posterior, a un total de 47 de estas cepas se le determinó la presencia de factores de virulencia fenotípicos, y se estableció una frecuencia de 87 % en la producción de nucleasas, 83 % con actividad β-hemolítica sobre eritrocitos humanos, 68 % con producción de lipasas, el 63 % fueron proteolíticas y el 53% resultaron hemolíticas sobre eritrocitos de cordero. Estos datos indican el posible potencial patógeno de las cepas (119).

Tabla 1. Estudios sobre bacterias causantes de ETA en Colombia publicados entre 2010 y 2014

| PATÓGENO | ALIMENTO | HALLAZGO | MUNICIPIO | REFERENCIA |
|-------------------------------|--|---|---|-----------------------|
| <i>Salmonella</i> spp | Hamburguesa y chorizo | Prevalencia de 11,1 % (2/42 muestras). | Bogotá | Mendez y Col., 2011. |
| | Agua, jugos y ensaladas crudas | Prevalencia de 0% . No especifican numero de muestras. | Palmira | Serna y Col. 2013. |
| | Chorizo frito, ensaladas de frutas, yogurt con cereal, arepa rellena y pincho de carne | Prevalencia de 25% (5/20) venta ambulantes y 7,5% (3/40) venta establecida. | Bogotá | Martin y Col., 2011. |
| | Carne de res cocida, carne de cerdo y res cruda | Prevalencia de 1,1 % (1/92) en alimentos preparados y 34,4% (11/32) alimentos crudos: 10 aislamientos <i>Salmonella enterica</i> Sainpaul, 1 aislamiento <i>Salmonella enterica</i> Sendai y 1 aislamiento <i>Salmonella enterica</i> Livingtone. | Leticia | Murcia y Col., 2012. |
| | Huevos | Prevalencia de 0% para <i>Salmonella</i> (0/228 muestras). Se aislaron otros generos bacterianos como <i>Bacillus</i> sp ; <i>Pseudomonas</i> sp, <i>Enterobacter</i> sp, <i>Serratia</i> sp, <i>Staphylococcus</i> sp. | Medellín | Loaiza y Col., 2012. |
| | Emparedados de pollo elaborados con pan, pollo desmechado cocinado, tomate verde, piña calada y salsa de ajo casera | Identificación de emparedado de pollo como causal de un brote con <i>Salmonella enteritidis</i> . | Popayán | Díaz y Col., 2011. |
| <i>E. coli</i> | Carne de cerdo | Prevalencia de 60 % (36/60 muestras) para <i>E. coli</i> y 28% (17/60 muestras) para el serotipo O157:H7 . | Cartagena de Indias | Franco y col., 2013. |
| | Huevos | 2,1 % (19/912 muestras). Se aislaron otros generos bacterianos como <i>Bacillus</i> sp ; <i>Pseudomonas</i> sp, <i>Enterobacter</i> sp, <i>Serratia</i> sp, <i>Staphylococcus</i> sp. | Medellín | Loaiza y Col., 2012. |
| | Pescado fresco | Prevalencia de 8% (4/51 muestras). | Pamplona | Herrera y Col., 2012. |
| | Agua, jugos y ensaladas crudas | Prevalencia de 0% en <i>E. coli</i> . | Palmira | Serna y Col., 2013. |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | Carne y vegetales | Prevalencia total 36,8% (28/76): Carnes: 42% (41/6/38 muestras) donde 1/16 para patotipo Shiga STEC y vegetales 31% (12/38 muestras) donde 1/12 para patotipo shiga y 1/12 para <i>E. coli</i> enteroagregante. | Bogotá | Rugeles y Col, 2010. |
| | Leche, queso, carnes y vegetales. | De las 108 cepas de <i>L. monocytogenes</i> , 60,2% (65 cepas) pertenecieron al serotipo 4b-4d-4e, el 17,6% (19 cepas) al 1/2a-3a, el 14,81% (16 cepas) al serotipo 4a-4c, el 3,7% (4 cepas) al 1/2c-3c y el 3,7% fueron aislamientos serotipo 1/2b-3b-7. Del serotipo 4b-4d-4e, el 27,7% (31 cepas) procedentes de muestras de leche, queso y vegetales. | Cali | Arévalo y Col. 2012. |
| | Quesos frescos, carnicos cocidos y leche | 1424 /1599 aislamientos: 820 aislamientos serotipo 4b, 140 aislamientos serotipo 4d-4e, 154 aislamientos 1/2b y 135 aislamientos 1/2a. | Bogotá, Antioquia, Nariño, Valle del Cauca y otros departamentos. | Muñoz y Col., 2012. |
| | Aves, bebidas, cárnicos ahumados, cárnicos cocidos, cárnicos madurados, comidas preparadas, comidas rápidas, crema de leche, empanadas y pasteles, encurtidos, ensaladas, jugos, leches fermentadas, productos de panadería, productos derivados de la pesca, postres, quesos frescos, quesos fundidos , quesos madurados y salsas | Prevalencia de 11,3 % (68/600 muestras): 38,25% (26 muestras) de delicatessen y 61,76% (42 muestras) de plazas de mercado. El 78% (53 aislamientos) fueron serotipo 4b. Los quesos frescos y madurados mostraron mayor contaminación que el resto de alimentos. | Bogotá | Muñoz y Col., 2011. |
| | Canales de cerdo, cortes de carne y derivados (salchicha, chorizo y jamón) | Prevalencia total de 13,82% : 3,7% en carne de canal, 33,9% en cortes de carne, 4,0% en chorizo, 6,13% en jamón y 7,69% en salchicha. | Bogotá | Gamboa y Col., 2011. |
| | Pescado fresco | Prevalencia para <i>Listeria</i> sp de 35,3 %: 3,9 % para <i>Listeria monocytogenes</i> , 17,6% de <i>L. innocua</i> y de 13,7% de <i>L. grayi</i> . | Pamplona | Herrera y Col., 2012. |
| <i>Aeromonas</i> spp. | Pescado fresco | Prevalencia de 76,47% (39/51 muestras). | Pamplona | Suárez y Col., 2011. |
| | Pescado fresco | Prevalencia de 76,47 (39/51 muestras): <i>A. Hydrophila</i> (29%), <i>A. veroni sobria</i> (19,1%), <i>A. jandaei</i> y <i>A. veronii veronii</i> (17%), <i>A. popoffii</i> (6,4%), <i>A. media</i> (43%), <i>A. eucrenophila</i> (4,3%), <i>A. eucrenophila</i> (4,3%) y <i>A. schubertii</i> (2.1%). | Pamplona | Suárez y Col., 2012. |
| <i>Vibrio</i> spp. | Ostras | Prevalencia del 45% (30/67 muestras): <i>V. alginolyticus</i> (23%), <i>V. fluvialis</i> (20%), <i>V. parahaemolyticus</i> (10%), <i>V. carchariae</i> y <i>V. mimicus</i> (13%), <i>V. vulnificus</i> , <i>V. cincinnatiensis</i> y <i>V. campbelli</i> (7%). No se encontró <i>V. cholerae</i> . | Cartagena de Indias | López y Col., 2011. |

CONCLUSIONES

Las enfermedades de transmisión alimentaria constituyen un grave problema de salud pública a nivel mundial; por ello, las autoridades de salud de diferentes países han implementado una serie de acciones con objeto de disminuir la incidencia de estas enfermedades. Adicionalmente, esta problemática ha despertado el interés de varios investigadores, que han llevado a cabo diversos estudios con el fin de buscar patógenos bacterianos causantes de ETA, determinar los alimentos asociados, las prevalencias de estos microorganismos, especies y serotipos predominantes; lo cual es de utilidad para la evaluación de riesgos microbiológicos en alimentos.

En esta revisión se encontraron con los parámetros de búsqueda mencionados 16 artículos entre los años 2010 a 2013 enfocados directamente a la detección de cinco patógenos: *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Aeromonas* spp. y *Vibrio* spp. cabe resaltar que en algunos estudios se encontraron otros microorganismos indicadores y patógenos como *Staphylococcus aureus*; sin embargo, no fue el objeto principal del trabajo.

La mayor parte de los estudios correspondieron al género *Salmonella*; considerada una bacteria de investigación obligatoria para una gran variedad de productos alimenticios según la legislación colombiana. La mitad de los estudios sobre este microorganismo tuvo como factor común el hallazgo de la especie entérica, mientras que los restantes se limitaron a la búsqueda hasta a nivel de género, dejando a un lado la indagación de especies y serotipos circulantes.

En relación con *Listeria monocytogenes*, a pesar de no ser un patógeno exigido en Colombia,

fue objeto de varias investigaciones, en las cuales el queso fue el alimento con mayor frecuencia de este microorganismo entre una variedad de productos. Este dato es relevante para individuos susceptibles, como mujeres embarazadas, las cuales deben tener en cuenta una serie de medidas y precauciones en el consumo de alimentos crudos o poco cocidos de origen animal como los quesos frescos.

Para el caso de *E. coli*, los estudios se enfocaron principalmente en su aislamiento en productos cárnicos y vegetales, no solo como indicador fecal sino determinándose diferentes patotipos, como *E. coli* productora de toxina shiga y *E. coli* enteroagregante; lo cual es importante a nivel epidemiológico para el conocimiento de las cepas circulantes y la definición de la gravedad de los casos.

Otros estudios sobre bacterias de ambientes acuáticos, como *Vibrio* spp. y *Aeromonas* spp., en pescados y mariscos, determinaron la frecuencia de algunas especies y factores de virulencia. Para el caso de *Vibrio* se resalta que no se encontró la especie *cholerae*, sino otras como *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus*, que a nivel mundial se han visto involucrados en casos de gastroenteritis y otras patologías.

Finalmente, en esta revisión la mayoría de los trabajos encontrados se enfocó en determinar el microorganismo en productos elaborados y no a lo largo de la cadena de producción, lo cual es imprescindible en la evaluación de riesgos en alimentos. Adicionalmente, no se hallaron estudios de otros patógenos, como *Campylobacter* y *Shigella*, lo cual evidencia un vacío investigativo en esta área.

Conflicto de intereses: ninguno.

Financiación: Universidad Simón Bolívar.

REFERENCIAS

1. Instituto Nacional de Salud y Ministerio de la Protección de Colombia. *Protocolo de vigilancia en Salud Pública. Enfermedades transmitidas por alimentos*. Bogotá, D. C.: Grupo Enfermedades Transmisibles, Equipo ETA; 2014. Protocolo n° PRO-R02.001.
2. Linscott AJ. Food-Borne illnesses. *Clinical microbiology newsletter* 2011; 33(6): 41- 45.
3. Steniner T. Treating foodborne illness. *Infect Dis Clin North Am* 2013; 27(3): 555 -76.
4. Witoonpanich R, Vichayanrat E, Tantisiriwit K, Wongtanate M, Sucharitchan N, Oranrigsupak P et al. Survival analysis for respiratory failure in patients with food-borne botulism. *Clin Toxicol* 2010; 48(3): 177-183.
5. Mayer C, Leibowitz CL, Kurosawa S, Stearns-Kurosawa D. Shiga Toxins and the Pathophysiology of Hemolytic Uremic Syndrome in Humans and Animals. *Toxins* (Basel) 2012; 4(11): 1261-1287.
6. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Estrategia global de la OMS para la inocuidad de los alimentos: alimentos más sanos para una salud mejor*. Ginebra: Departamento de Inocuidad de los Alimentos; 2002.
7. Kopper G, Calderón G, Schneider S, Domínguez W, Gutiérrez G. *Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico. Estudios de caso en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua*. Informe técnico sobre ingeniería agrícola y veterinaria n° 6. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2009.
8. Crim SM, Iwamoto M, Huang JY, Griffin PM, Gilliss D, Cronquist A. Incidence and Trends of Infection with Pathogens Transmitted Commonly Through Food Foodborne Diseases Active Surveillance Network, 10 U.S. Sites, 2006-2013. *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)* [Internet] 2014; 63(15): 328-332. Disponible en: http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6315a3.htm?s_cid=mm6315a3_w.
9. European Food Safety Authority y European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. *EFSA Journal* 2014; 12(2):3547. Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3547.pdf>.
10. Instituto Nacional de Salud. Bogotá, D. C.: Sistema de Vigilancia en Salud Pública. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Paginas/vigilancia-rutinaria.aspx>.
11. Pires S, Vieira A, Lo Fo Wong D. Attributing human foodborne illness to food sources and water in Latin America and the Caribbean using data from outbreak investigations. *Int J Food Microbiol* 2012; 152(3): 129-138.
12. Ministerio de Salud y Protección Social, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Documento de Estado Actual de Inocuidad de los Alimentos*. Bogotá, D. C.: Departamento de Salud Nutricional, Alimentos y Bebidas; 2013.
13. Hammack T. *Salmonella sp.* En: Food and Drug Administration, editor. *Bad Bug Book, Food borne Pathogenic, Microorganisms and Natural Toxins*. 2ª ed.; 2012. p. 9-13.
14. Brenner F, Villar R, Angulo F, Tauxe R, Swaminathan. *Salmonella* Nomenclature. *B. J Clin Microbiol* 2000; 38 (7): 2465-2467.
15. Grimont PA, Weil FX. Antigenic formulas of the *Salmonella* serovars, 9th revision, World Health Organization Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella; Pasteur Institute, Paris: 2007.
16. Sánchez FM, Abu-El-Haija MA, Gomez OG, *Salmonella* infections: An update on epidemiology, management, and prevention. *Travel Med Infect Dis* 2011; 9: 263-277.
17. Chironna M, Tafuri S, Gallone MS, Sallustio A, Martinelli D, Prato R, Germinario C. Outbreak of *Salmonella infantis* gastroenteritis among people who had eaten at a hash house in southern Italy. *Public health* 2014; 128: 438-443.

18. Chambers J, Gong J. The intestinal microbiota and its modulation for *Salmonella* control in chickens. *Food Res Int* 2013; 44: 3149-3159.
19. Favier G, Estrada C, Lazarte V, Escudero M. Prevalence, antimicrobial susceptibility, and molecular characterization by PCR and pulsed field gel electrophoresis (PFGE) of *Salmonella* spp. isolated from foods of animal origin in San Luis, Argentina. *Food Control* 2013; 29: 49-54.
20. Kramarenkoa T, Nurmojaa I, Kärssina A, Meremäe K, Hörmanc A, Roasto M. The prevalence and serovar diversity of *Salmonella* in various food products in Estonia. *Food Control* 2014; 42:43-47.
21. Zhoua Y, Pana Z, Li Y, Kang X, Wang X, Geng S, Liua Z, Jiao X, Liua X. Epidemiological analysis of *Salmonella* isolates recovered from food animals and humans in eastern China. *Food Res Int* 2013; 54(1): 223-229.
22. Favier G, Estrada C, Lazarte V, Escudero M. Prevalence, antimicrobial susceptibility, and molecular characterization by PCR and pulsed field gel electrophoresis (PFGE) of *Salmonella* spp. isolated from foods of animal origin in San Luis, Argentina. *Food Control* 2013; 29: 49-54.
23. González J, Pereira N, Soto Z, Hernández E, Villarreal J. Aislamiento microbiológico de *Salmonella* spp. y herramientas moleculares para su detección. *Salud Uninorte* (Barranquilla, Col) 2014; 30(1): 73-94.
24. Villarreal J, Soto Z, Pereira N, Varela L, Jaramillo R, Villanueva, D, Mendoza E. Reacción en cadena de la polimerasa para la detección de *Salmonella* sp. en leche en polvo: Optimización del método en 12 horas. *Salud Uninorte* (Barranquilla, Col) 2008; 24 (2): 216-225.
25. Clemente L, Correia L, Themudo P, Neto I, Caniça M, Bernardo F. Antimicrobial susceptibility of *Salmonella enterica* isolates from healthy breeder and broiler flocks in Portugal. *Vet J* 2014; 200 (2) : 276-281
26. Lai J, Wua C, Wua C, Qi J, Wang Y, Wang H, Liub Y, Shen J. Serotype distribution and antibiotic resistance of *Salmonella* in food-producing animals in Shandong province of China, 2009 and 2012. *Int J Food Microbiol* 2014; 180: 30-38.
27. Jawale C, Lee J. Characterization of adaptive immune responses induced by a new genetically inactivated *Salmonella enteritidis* vaccine. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 2014; 37(3): 159-167.
28. Lerasle M, Guillou S, Simonin H, Anthoine V, Chéret R, Federighi M, Membre JM. Assessment of *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* level in ready-to-cook poultry meat: Effect of various high pressure treatments and potassium lactate concentrations. *Int J Food Microbiol* 2014; 186:74-83.
29. Revista Bayona MA. Prevalencia de *Salmonella* y Enteroparásitos en alimentos y manipuladores de alimentos de ventas ambulantes y restaurantes en un sector del norte de Bogotá, Colombia. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 2012; 15(2): 267-274.
30. Méndez I, Badillo C, Ortiz G, Faccini A. Caracterización microbiológica de *Salmonella* en alimentos de venta callejera en un sector universitario de Bogotá, Colombia. Julio a octubre de 2010. *MÉD. UIS* 2011; 24(1): 26-33.
31. Serna L, Guarnizo A, Valencia L. Factores de Riesgo de ETAS en una comunidad universitaria en Colombia. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 2012; 10(1):116-26.
32. Murcia L, Sangama V, Algecira K. Determinación de *Salmonella* spp. en alimentos preparados de origen animal listos para consumo y alimentos crudos del municipio de Leticia, Amazonas, 2011. *Inf Quinc Epidemiol Nac* 2012;17(1):1-10.
33. Díaz MA, Díaz PL, Rodríguez EC, Montaña LA, Gartner DM, Vernaza ME et al. Brote de *Salmonella Enteritidis* resistente a ácido nalidíxico en Popayán, Cauca, 2011. *Biomédica* 2013; 33(1): 62-9.
34. Loaiza J, Sánchez M, Henao S, Cardona N. Detección de Bacterias Contaminantes en huevos para consumo en Medellín y su Área Metropolitana. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 2011; 6(2): 21-8.

35. Yang X, Wang H. *Escherichia coli* /Pathogenic *E. coli* (Introduction). En: Batt CA., editors. *Encyclopedia of Food Microbiology*. 2^a ed. Oxford: Elsevier; 2014. p. 695-701.
36. Percival SL, Williams DW. *Escherichia coli*. En: Percival, Yates, Williams, Chalmers, Gray, editors. *Microbiology of Waterborne Diseases, Microbiological Aspects and Risks*. Oxford: Elsevier; 2014. p. 89-117.
37. Bibek R, Bhunia A. *Fundamentos de Microbiología de los alimentos*. 4^a ed. México: McGraw-Hill; 2010. p. 202-222.
38. Estrada T, Lopez C, Thompson R, Abonce M, Lopez-Santos J, Rosado J, DuPont H, Long K. Association of diarrhoeagenic *Escherichia coli* pathotypes with infection and diarrhea among Mexican children and association of atypical enteropathogenic *E. coli* with acute diarrhea. *J. Clin. Microbiol* 2009; 47: 93-98.
39. Buchholz U, Bernard H, Werber D, Bohmer M, Renschmidt C, Wilking H et al. German outbreak of *Escherichia coli* O104:H4 associated with sprouts N. *Engl. J. Med* 2011; 365(19): 1763-1770.
40. Portera CK, Riddlea MS, Tribbleb DR, Putnamc SD, Rockabrandd DM, Frenckd R et al. The epidemiology of travelers' diarrhea in Incirlik, Turkey: a region with a predominance of heat-stabile toxin producing enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Diagn Microbiol Infect Dis* 2010; 66(3): 241-247.
41. Chokoshvili O, Lomashvili K, Malakmadze N, Geleishvil M, Brant J, Imnadze P et al. Investigation of an outbreak of bloody diarrhea complicated with hemolytic uremic syndrome. *J Epidemiol Glob Health* 2014; 4(4): 249-259.
42. Croxen MA, Law RJ, Scholz R, Keeney KM, Wlodarska MM, Finlay B. Recent advances in understanding enteric pathogenic *Escherichia coli*. *Clin Microbiol Rev* 2013; 26(4): 822-880.
43. Kaper J, Nataro J, Mobley H. Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat Rev. Microbiol* 2004; 2 (2): 123-140.
44. Canizalez A, Gonzalez E, Vidalc JE, Flores H, León N. Prevalence and antibiotic resistance profiles of diarrheagenic *Escherichia coli* strains isolated from food items in northwestern Mexico. *Int J Food Microbiol* 2013; 164 (1): 36-45.
45. Sallam KI, Mohammed MA, Ahdy AM, Tamura T. Prevalence, genetic characterization and virulence genes of sorbitol –fermenting *Escherichia coli* O157:H– and *E. coli* O157:H7 isolated from retail beef. *Int J Food Microbiol* 2013; 165 (3): 295-301.
46. Kagambèga A, Martikainen O, Lienemann T, Siitonen A, Traoré A, Barro N et al. Diarrheagenic *Escherichia coli* detected by 16-plex PCR in raw meat and beef intestines sold at local markets in Ouagadougou, Burkina Faso. *Int J Food Microbiol* 2012; 1: 154-158.
47. Charimba G, Hugo C, Hugo A. The incidence of diarrhoeagenic *Escherichia coli* in minced beef and boerewors. *Food Res Int* 2012; 47: 353-8.
48. Cerna J, Gómez C, Rangel E, Ramírez E, Castro J. Presence of indicator bacteria, *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* pathotypes on mung bean sprouts from public markets in Pachuca, Mexico. *Food Control* 2013; 31(2): 280-283.
49. Badri S, Filliol I, Carle I, Hassar M, Fassouane A, Cohen N. Prevalence of virulence genes in *Escherichia coli* isolated from food in Casablanca (Morocco). *Food Control* 2009; 20 (6): 560-564.
50. Bandyopadhyay S, Lodh C, Rahaman H, Bhattacharya D, Bera AK, Ahmed FA et al. Characterization of shiga toxin producing (STEC) and enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) in raw yak (*Poephagus grunniens*) milk and milk products. *Res Vet Sci* 2012; 93 (2): 604-610.
51. Cramer JP. *Enterohemorrhagic Escherichia coli* (EHEC): Hemorrhagic Colitis and Hemolytic Uremic Syndrome (HUS). En: *Emerging Infectious Diseases Clinical Case Studies*. (Northern Germany) 2014; 213-227.

52. Andrea V, Page W, Conrad L. Enterohemorrhagic *Escherichia coli* Infections and the Hemolytic-Uremic Syndrome. *Med Clin North Am* 2013; 97(4): 681-95.
53. Espié E, Mariani-Kurkdjian P, Filliol I, Vaillant V, Valk H. Infections humaines à *E. coli* producteurs de Shiga-toxines en France: aspects cliniques, diagnostiques et épidémiologiques. *Revue Francophone des Laboratoires* 2008; 2008(400): 59-65.
54. Riley L, Remis R, Helgerson S, McGee H, Wells J, Davis B et al. Hemorrhagic colitis associated with a rare *Escherichia coli* serotype. *N Engl J Med* 1983; 308: 681-5.
55. Jones I, Roworth M. An outbreak of *Escherichia coli* O157 and campylobacteriosis associated with contamination of a drinking water supply. *Public Health* 1996; 110(5): 277-282.
56. Gelting R, Baloch M, Zarate M, Selman C. Irrigation water issues potentially related to the 2006 multistate *E. coli* O157:H7 outbreak associated with spinach. *Agricultural Water Management* 2011; 98 (9):1395-1402.
57. Crump JA, Sulka AC, Langer AJ, Schaben C, Crielly AS, Gage R et al. An Outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 Infections among Visitors to a Dairy Farm. *N Engl J Med* 2002; 347(8): 555-560.
58. Kuntz T, Kuntz S. Enterohemorrhagic *E. Coli* infection. *Prim Care Update Ob Gyns* 1999; 6(6):192-96.
59. Bari ML, Inatsu Y. *Escherichia coli* O157 / *E. coli* O157:H7. *Encyclopedia of Food Microbiology*. 2ª ed. Japan: Elsevier; 2014. p. 735-739.
60. Franco P, Ramírez L, Orozco M, Ugarriza, López L. Determinación de *Escherichia coli* e identificación del serotipo O157:H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena. *Rev Lasallista Investig* 2013; 10(1): 91-100.
61. Rúgeles L, Bai J, Martínez A, Vanegas M, Gómez-Duarte O. Molecular characterization of diarrheagenic *Escherichia coli* strains from stools samples and food products in Colombia. *Int J Food Microbiol* 2010; 138(3): 282-286.
62. Herrera F, Suárez W. Aislamiento e Identificación de *Listeria spp.* a partir de muestras de pescado fresco expendido en Pamplona (Norte de Santander). *Rev. U.D.CA Act. & Div. Cient* 2012; 15(2): 257-65.
63. *Listeria* [Internet] [fecha de acceso: septiembre de 2014]. Disponible en: <http://www.bacterio.net/listeria.html>.
64. Walker S, Archer P, Banks J. Growth of *Listeria monocytogenes* at refrigeration temperatures. *J Appl Bacteriol* 1990; 68(2): 157-162.
65. Kramarenko T, Roasto M, Meremäe K, Kuningas M, Pöhltsama P, Elias T. *Listeria monocytogenes* prevalence and serotype diversity in various foods. *Food Control* 2013; 30(1): 24-29.
66. Martín M, Perich A, Gómez D, Yangüela J, Rodríguez A, Garriga M et al. Diversity and distribution of *Listeria monocytogenes* in meat processing plants. *Food Microbiol* 2014; 44: 119 -127.
67. Nightingale K, Schukken Y, Nightingale C, Fortes E, Ho A, Her Z et al. Ecology and transmission of *Listeria monocytogenes* infecting ruminants and in the farm environment. *Appl Environ Microbiol* 2004; 70(8): 4458-4467.
68. Martin B, Garriga M, Aymerich T. Prevalence of *Salmonella spp.* and *Listeria monocytogenes* at small-scale Spanish factories producing traditional fermented sausages. *J. Food Prot* 2011; 74: 812-815.
69. Wulff G, Gram L, Ahrens P, Vogel BF. One group of genetically similar *Listeria monocytogenes* strains frequently dominates and persists in several fish slaughter and smokehouses. *Appl Environ Microbiol* 2006; 72 (6): 4313-4422.
70. Carpentier B, Cerf O. Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises. *Int J Food Microbiol* 2011; 145(1): 1-8.
71. Ortiz S, López V, Martínez JV. Control of *Listeria monocytogenes* contamination in an Iberian pork processing plant and selection of benzalkonium chloride-resistant strains. *Food Microbiol* 2014; 39: 81- 88.

72. Pan Y, Breidt F, Kathariou S. Resistance of *Listeria monocytogenes* biofilms to sanitizing agents in a simulated food processing environment. *Appl Environ Microbiol* 2006; 72(12): 7711-7717.
73. Rodriguez A, Autio WR, McLandsborough LA. Effect of biofilm dryness on the transfer of *Listeria monocytogenes* biofilms grown on stainless steel to bologna and hard salami. *J Food Prot* 2007; 70: 2480-2484.
74. Swaminathan B, Gerner P. The epidemiology of human listeriosis. *Microbes Infect.Epub* 2007; 9(10): 1236 -1243.
75. DiMaio H. Listeria infection in women. Primary Care Update for Ob/Gyns 2000; 7(1): 40-45. doi:10.1016/S1068-607X(99)00039-6
76. Silk B, Date K, Jackson K, Pouillot R, Holt K, Graves L et al. Invasive listeriosis in the foodborne diseases active surveillance network (FoodNet), 2004-2009: further targeted prevention needed for higher-risk groups. *Clin Infect Dis* 2012; 54 (5): 396-404.
77. Chen M, Wu Q, Zhang J, Yan Z, Wang J. Prevalence and characterization of *Listeria monocytogenes* isolated from retail-level ready-to-eat foods in South China. *Food Control* 2014; 38:1-7.
78. Beale DJ, Morrison PD, Palombo EA. Detection of *Listeria* in milk using non-targeted metabolic profiling of *Listeria monocytogenes*: A proof-of-concept application. *Food Control* 2014; 42: 343-346.
79. Schoder D, Stessl B, Szakmary K, Rossmannith P, Wagner M. Population diversity of *Listeria monocytogenes* in quargel (acid curd cheese) lots recalled during the multinational listeriosis outbreak 2009-2010. *Food Microbiol* 2014; 39: 68-73.
80. Lundén J, Tolvanen R, Korkeala H. Listeriosis Outbreaks Linked to Dairy Products in Europe. *J Dairy Sc* 2004, 87: 6-12.
81. Tham W, Ericsson H, Loncarevic S, Unnerstad H, Danielsson ML. Lessons from an outbreak of listeriosis related to vacuum-packed gravad and cold-smoked fish. *Inter J Food Microbiol* 2000; 62(3): 173 -175.
82. Little CL, Amar CF, Awofisayo A, Grant. Hospital-acquired listeriosis associated with sandwiches in the UK: a cause for concern. *J Hosp Infec* 2012; 82 (1): 13 -18.
83. Gamboa A, Buitrago S, Pérez K, Mercado M, Poutou R, Carrascal A. Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en carnes y derivados de la industria porcícola colombiana. *Rev. MVZ Córdoba* 2012; 17(1): 2827-2833.
84. Jamali H, Thong K. Genotypic characterization and antimicrobial resistance of *Listeria monocytogenes* from ready-to-eat foods. *Food Control* 2014; 44:1-6.
85. Yu T, Jiang X. Prevalence and characterization of *Listeria monocytogenes* isolated from retail food in Henan, China. *Food Control* 2014; 37: 228-231.
86. Kramarenko T, Roasto M, Meremäe K, Kuningas M, Pölttsama P, Elias T. *Listeria monocytogenes* prevalence and serotype diversity in various foods. *Food Control* 2013; 30(1): 24-29.
87. Makino SI, Kawamoto K, Takeshi K, Okada Y, Yamasaki M, Yamamoto S. An outbreak of food-borne listeriosis due to cheese in Japan, during 2001. *Int J Food Microbiol* 2005; 104(2): 189 -196.
88. Swaminathan B, Gerner-Smidt P. The epidemiology of human listeriosis. *Microbes Infect* 2007; 9(10): 1236-1243.
89. Gerner-Smidt P, Ethelberg S, Schiellerup P, Christensen JJ, Engberg J, Fussing V et al. Invasive listeriosis in Denmark 1994-2003: a review of 299 cases with special emphasis on risk factors for mortality. *Clin Microbiol Infect* 2005; 11(8): 618-624.
90. Muñoz A. Distribución de serotipos de *Listeria monocytogenes* aislados de alimentos, Colombia, 2000-2009. *Biomédica* 2012; 32(3): 408-17.
91. Muñoz A, Vargas M, Otero L, Díaz G, Guzmán V. Presencia de *Listeria monocytogenes* en alimentos listos para el consumo, procedentes de plazas de mercado y delicatessen de supermercados de cadena, Bogotá, D. C., 2002-2008. *Biomédica* 2011; 31(3): 428-39.

92. Vanegas M, Medrano M, Martínez A, Arévalo S. Molecular serotyping and identification of the 85M fragment in different Colombian isolates of *Listeria monocytogenes* strains: A descriptive study. *Colombia Med* 2012; 43(1): 38-45.
93. Percival S, Williams D. *Vibrio*. En: Percival, Yates, Williams, Chalmers, Gray, editors. *Microbiology of Waterborne Diseases, Microbiological Aspects and Risks*. Oxford: Elsevier; 2014. p. 237-248.
94. Mandal S, Mandal M. *VIBRIO Vibrio cholerae* En: Batt CA, editor. *Encyclopedia of Food Microbiology*. 2ª ed. Oxford: Elsevier; 2014. p. 708-716.
95. León A, Acedo FE, Gomez B, Quiñones EI, Nevárez M, Noriega L. Relationship of aquatic environmental factors with the abundance of *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio mimicus* and *Vibrio vulnificus* in the coastal area of Guaymas, Sonora, Mexico. *J Water Health* 2013; 11 (4): 700-712.
96. Thongchankaew U, Mittraparp-arthorn P, Sukhumungoon P, Tansila N, Nuidate T, Nishibuchi M, and Vuddhaku V. Occurrence of potentially pathogenic vibrios and related environmental factors in Songkhla Lake, Thailand. *Can. J. Microbiol* 2011; 57: 867- 873.
97. Castro J, Escartín E. Increased tolerance of *Vibrio cholerae* O1 to temperature, pH or drying associated with colonization of shrimp carapaces. *Int J Food Microbiol* 2005; 102(2): 195-201.
98. *Vibrio* [Internet] [fecha de acceso: septiembre 2014]. Disponible en: <http://www.bacterio.net/vibrio.html>
99. Fuenzalida L, Armijo L, Zabala B, Hernández C, Rioseco ML, Riquelme C, Espejo RT. *Vibrio parahaemolyticus* strains isolated during investigation of the summer 2006 seafood related diarrhea outbreaks in two regions of Chile. *Int J Food Microbiol* 2007; 117(3): 270-275.
100. Ottaviana D, Leonia F, Rocchegiana E, Santarellia S, Masinia L, Trania. Prevalence and virulence properties of non-O1 non-O139 *Vibrio cholerae* strains from seafood and clinical samples collected in Italy. *Int J Food Microbiol* 2009; 132(1): 47-53
101. Wu A, Wen B, Ma Y, Ma Y, Chen Y. Epidemiology of foodborne disease outbreaks caused by *Vibrio parahaemolyticus*, China, 2003-2008. *Food Control* 2014; 46: 197-202.
102. Johnston JM, Becker SF, McFarland LM. Gastroenteritis in patients with stool isolates of *Vibrio vulnificus*. *The Amer J Med* 1986; 80(2): 336-338.
103. Robert A, Copin S, Himer C, Gay M, Quilici ML. Occurrence of the three major *Vibrio* species pathogenic for human in seafood products consumed in France using real-time PCR. *Int J Food Microbiol* 2014; 189: 75-81.
104. Food, Drug Administration & World Health Organization (FAO & WHO). Risk assessment of choleraogenic *Vibrio cholerae* O1 and O139 in warm-water shrimp in international trade Food and Agriculture Organization. Rome, 2005.
105. Matsumoto K, Ohshige K, Fujita N, Tomita Y, Mitsumizo S, Nakashima M et al, Clinical features of *Vibrio vulnificus* infections in the coastal areas of the Ariake Sea, Japan. 2010. *J Inf Chem* 2010; 16(4):272-279. doi: 10.1007/s10156-010-0050-z..
106. Cazorla C, Guigon A, Noel M, Quilici M, Lacassin F. Fatal *Vibrio vulnificus* infection associated with eating raw oysters, New Caledonia Emerg. *Infect. Dis* 2011; 17(1): 136-137.
107. Canigrala I, Morenoa Y, Alonsob JL, Gonzalez A, Ferrusa MA, Detection of *Vibrio vulnificus* in seafood, seawater and wastewater samples from a Mediterranean coastal area. *Microbiol Res* 2010; 165: 657-64.
108. Baffone W, Pianetti A, Bruscolini F, Barbieri E, Citterio B. Occurrence and expression of virulence-related properties of *Vibrio species* isolated from widely consumed seafood products. *Int J Food Microbiol* 2000; 54 (1):9-18.
109. Yano Y, Hamano K, Satomi M, Tsutsui I, Ban M, Aue-umneoy D. Prevalence and anti-

- crobial susceptibility of *Vibrio species* related to food safety isolated from shrimp cultured at inland ponds in Thailand. *Food Control* 2014; 38: 30-36.
110. López AL, Manjarrez G, Herrera L, Montes A, Olascuaga Y, Ortega R. Aislamiento de *Vibrio spp.* en ostras (*Crassostrea rhizophorea*) capturadas en la Ciénaga de la Virgen. *Ciencia actual* 2011; 1(1): 2248-22468.
 111. Lampel KA. *Aeromonas species*. En: Food and Drug Administration, editor. *Bad Bug Book, Food borne Pathogenic, Microorganisms and Natural Toxins*. 2a ed, 2012: 54-56.
 112. Michael AJ, Abbott SL. The Genus *Aeromonas*: Taxonomy, Pathogenicity, and Infection. *Clin Microbiol Rev* 2010; 23 (1): 35-73.
 113. Vila J, Ruiz J, Gallardo F, Vargas M, Soler L, Figueras M et al. *Aeromonas spp.* and Traveler's Diarrhea: Clinical Features and Antimicrobial Resistance. *Emerg Infect Dis* 2003; 9(5): 552-555.
 114. Coscelli A, Bermúdez R, Losada A, Faílde L, Santos I, Quiroga M. Acute *Aeromonas salmonicida* infection in turbot (*Scophthalmus maximus* L.). Histopathological and immunohistochemical studies. *Aquaculture* 2014; 430:79-85.
 115. Ottaviani D, Parlani C, Citterio B, Masini L, Leoni F, Canonico C et al. Putative virulence properties of *Aeromonas* strains isolated from food, environmental and clinical sources in Italy: A comparative study. *Int J Food Microbiol* 2011 5; 144(3): 538-545.
 116. Parker J, Shaw J. *Aeromonas spp.* clinical microbiology and disease. *J Infect* 2011; 62: 109-118.
 117. Pablos M, Huys G, Cnockaert M, Rodríguez-Calleja J, Otero A, Santos J et al. Identification and epidemiological relationships of *Aeromonas* isolates from patients with diarrhea, drinking water and foods. *Int J Food Microbiol* 2011 Jun 30; 147(3): 203-210.
 118. Suárez W, Herrera F. Aislamiento de *Aeromonas spp.* en muestras de pescado fresco comercializado en Pamplona (Norte de Santander). *Rev. U.D.CA Act. & Div. Cient* 2011;14(2): 7-13.
 119. William A, Herrera F. Determinación de factores de virulencia en cepas de *Aeromonas spp.*, aisladas a partir de pescado. *Rev MVZ Córdoba* 2012; 17(1): 2846-2851.