

Salmonelas peligrosas y dónde encontrarlas: México

Adrián **Gómez Baltazar**
Dalia **Miranda Castilleja**
Angélica **Godínez Oviedo**

El género *Salmonella* es uno de los principales patógenos que acechan tanto al ser humano como a algunos animales. Es considerado uno de los patógenos más peligrosos a nivel mundial por el número de casos de enfermedad y muerte que ocasiona. *Salmonella* se transmite por el consumo de alimentos y agua, de persona a persona y por el contacto con animales. Las salmonelas son peligrosas porque pueden causar cuadros de enfermedad que van desde leves a severos, que incluso pueden terminar en la muerte. Por un lado, tenemos el grupo de las salmonelas que causan cuadros febriles (*Salmonella* Typhi y *Salmonella* Paratyphi) y, por otro, las que causan cuadros gastrointestinales (*Salmonella* no tifoidea). Ambos grupos son catalogados como peligrosos para el ser humano y el segundo grupo puede enfermar a humanos y a algunos animales como las aves de corral, reptiles, cerdos, vacas, perros y gatos, por mencionar algunos.

¿DÓNDE ENCONTRAMOS A LAS SALMONELAS EN MÉXICO?

Salmonella es una bacteria omnipresente y es una de las características que la vuelven peligrosa, ya que, si está en muchos lugares, la probabilidad de que nos contamineemos y enfermemos es aún más grande. Otra característica



© Enrique Soto. Tehuantepec, Oaxaca XII, 2013.

que la hace peligrosa es su capacidad de camuflaje. ¿Qué significa esto?, pues que *Salmonella* muchas veces se puede encontrar en animales y humanos que no presentan ningún signo de enfermedad, es decir, son asintomáticos. Esta característica le permite a la bacteria sobrevivir, propagarse y estar al acecho para que, cuando bajen las defensas del huésped, poder enfermarlo.

LAS SALMONELAS EN LOS SERES HUMANOS

Se cree que *Salmonella* estuvo presente en nuestro país desde el siglo XVI, y una de las teorías es que fue traída por los españoles. Entre los años 1545 y 1550 una gran epidemia llamada el “cocoliztli” atacó a la población de nuestro país, matando a más de la mitad de la población autóctona; muchos años después, en el siglo XXI, un grupo de científicos asoció esta epidemia con *Salmonella paratyphi* C (Vågene *et al.*, 2018).

Durante los años 1949 y 1978, México atravesó por diversas epidemias de fiebre tifoidea, las cuales enseñaron la importancia del abastecimiento de agua potable y el adecuado manejo del drenaje. A partir de 1984, la Dirección General de Epidemiología, mediante el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) de México, reporta casos de enfermedad de fiebre tifoidea (*Salmonella* Typhi),

fiebre paratifoidea (*Salmonella* Paratyphi) y otras salmonelosis (*Salmonella* no tifoidea). A pesar de la importancia del estudio de las cepas causantes de los casos de salmonelosis, poca es la información al respecto que está disponible en el país. Uno de los trabajos más amplios de serotipificación de cepas clínicas fue realizado hace más de 20 años. En el estudio, realizado por Lucina Gutiérrez-Cogco y colaboradores, se reportan la serotipificación de cepas de *S. enterica* de casos clínicos aisladas entre 1972 y 1999, destacando que los serotipos Typhimurium y Enteritidis fueron los más encontrados (Gutiérrez-Cogco *et al.*, 2000).

LAS SALMONELAS EN ANIMALES

Salmonella puede encontrarse en animales silvestres, de granja y domésticos. La presencia de este patógeno en estos animales tiene más de una repercusión: por una parte, tenemos que el animal puede enfermar y hasta llegar a morir; por otra, que este animal puede ser fuente de contaminación para el ser humano, ya sea por contacto directo o mediante el consumo de alimentos de origen animal.

Salmonella, al parecer, no le dice que no a ningún animal. Un estudio realizado en el zoológico de Culiacán y en el acuario de Mazatlán reportó la presencia de este patógeno en felinos (leopardo, pantera, puma y lince), en aves (pollo, guacamaya), peces, ratas, serpientes, anfibios (rana, iguana), en un oso negro, en hipopótamos y hasta en un cacomixtle, solo por mencionar algunos (Silva-Hidalgo *et al.*, 2014).

La presencia de este patógeno en reptiles es muy común, y muchas veces se ha referido como la fuente de contaminación de muchos alimentos. Por ejemplo, se ha reportado la presencia de este patógeno en reptiles que se encontraron cerca de granjas de melones, alimento que ha sido asociado a brotes de *Salmonella* en Estados Unidos.

La presencia de las salmonelas en animales de granja también es muy común, por lo que la contaminación de origen es uno de los mecanismos principales de contaminación de alimentos de origen animal con este patógeno.

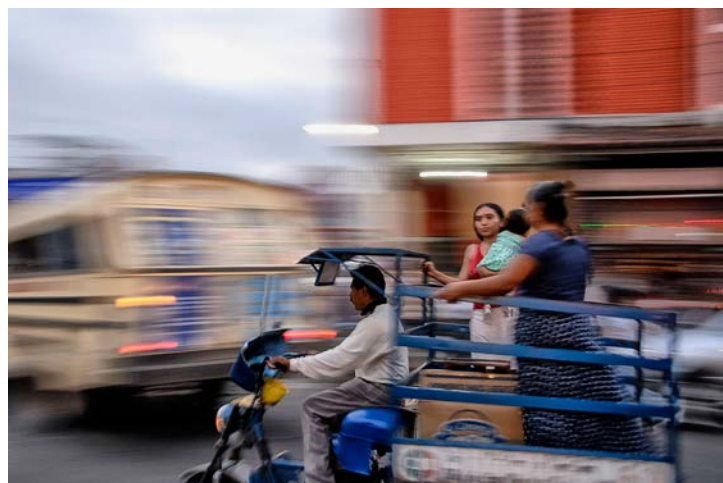
Pero si pensamos que este patógeno puede estar solamente en animales que no se encuentran cerca de nuestro hogar, estamos equivocados: *Salmonella* puede estar en los animales con los que convivimos diariamente, la podemos encontrar hasta en nuestras mascotas. En un estudio realizado en Mexicali se encontró una incidencia de 6.7 % de *Salmonella* en perros. Por otro lado, también puede estar en animales que son indeseables en nuestro hogar, como las cucarachas (Cueto-Medina *et al.*, 2015).

LAS SALMONELAS EN EL AGUA

Ya mencionamos que las salmonelas pueden estar presentes en humanos y animales pero, sorprendentemente, otro lugar donde se han encontrado es en el agua. Se ha demostrado que el agua es una fuente de contaminación microbiana y un vehículo de transmisión de patógenos. El agua de riego ha atraído la atención en los últimos años, ya que se ha identificado como fuente de contaminación por *Salmonella*.

Algunos estudios demostraron la presencia de *Salmonella* en estanques de agua para riego de productos agrícolas como tomate, pimientos, jalapeños y papayas, y la vincularon con varios brotes de salmonelosis provocados por el consumo de estos productos agrícolas.

En algunas partes de México la producción de hortalizas es irrigada con agua no tratada o agua residual; esto representa un gran riesgo de que microorganismos como *Salmonella* puedan estar presentes en diversos productos agrícolas que llegan a nuestra cocina, como tomate, chiles serranos, melón, lechugas, mango, etcétera. En un estudio llevado a cabo en los principales ríos del valle de Culiacán, una importante región agrícola del noroeste de México, se encontró una mayor presencia de *Salmonella* en los meses de verano, en comparación con los de invierno. En este estudio se encontró un efecto negativo del pH y la salinidad sobre los niveles de *Salmonella*, y un efecto positivo de la temperatura del agua del río (González-López *et al.*, 2022). El agua de los ríos puede ser contaminada cuando



© Enrique Soto. Tehuantepec, Oaxaca XII, 2007.

las heces de seres humanos y animales (domésticos, de granja o fauna silvestre) se vierten en el medio ambiente. Además, algunas comunidades rurales de México descargan sus aguas negras directamente en los ríos, lo que sin duda impacta en la calidad del agua y en el uso que se le da para actividades agrícolas.

Por lo anterior, es de vital importancia que los productores de frutas y hortalizas cuiden la calidad microbiana del agua de riego para mitigar los brotes de enfermedades alimentarias relacionadas con el consumo de estos productos.

LAS SALMONELAS EN EL SUELO

¿Has escuchado la regla de los 5 segundos? Sí, la que afirma que está bien comerse un alimento que se acaba de caer al suelo si se recoge en 5 segundos o menos; bueno, sí la has escuchado, pero las salmonelas seguro que no. La tierra o el suelo, en general, se consideran una fuente de contaminación en donde podemos encontrar cualquier cantidad de sustancias y microorganismos (incluida *Salmonella*) capaces de afectar negativamente la salud, y jamás debemos recoger algo del suelo y llevarlo a nuestra boca. Los suelos y la tierra pueden contaminarse por vías muy diversas; nosotros mismos lo podemos propiciar al recorrer con nuestros pies

diversas superficies con distintos niveles de contaminación. Por ejemplo, la calle, en donde puede haber restos de materia fecal de mascotas o animales que la habitan. En el mundo agrícola se ha visto que una fuente muy importante de contaminación de suelos es el agua de riego.

Un caso drástico, como se mencionó anteriormente, es el del uso de aguas residuales, las cuales, evidentemente, representan un gran riesgo, pues la probabilidad de encontrar salmonelas y otros microorganismos patógenos para el ser humano es muy alta. Si esta, o cualquier tipo de agua, no es debidamente tratada, puede contaminar el suelo en donde son cultivados los alimentos.

Los suelos agrícolas también pueden contaminarse por el uso de fertilizantes orgánicos que contienen estiércol que no ha sido debidamente tratado. Este tipo de fertilizantes representa otra vía importante de contaminación de suelos y un riesgo elevado de entrar en contacto con salmonelas y todo tipo de microorganismos patógenos en nuestros alimentos.

Si bien se considera que el nicho de las salmonelas es el tracto gastrointestinal de los animales, estas bacterias pueden ser encontradas en prácticamente cualquier lugar, incluidos suelos, superficies y objetos inertes. Sin embargo, al no ser estos sitios su ambiente natural, factores como la humedad, la falta de nutrientes, el nivel de pH, la temperatura y la presencia de otros organismos, dificultan considerablemente su sobrevivencia y desarrollo. Aun así, las salmonelas son unas luchadoras, capaces de desplegar diversas estrategias y mecanismos de sobrevivencia que les permiten prevalecer y, eventualmente, dispersarse en el ambiente hasta alcanzar nuevos hospederos.

Por otro lado, no todas las salmonelas ni todos los suelos son iguales; se ha visto que la tolerancia a este tipo de ambientes depende de la cepa de *Salmonella*, pero también del tipo de suelo (arenoso, arcilloso, franco, etc.), de su grado de desecación, de la cantidad de materia orgánica presente y de la diversidad de antagonistas, siendo favorables

para *Salmonella* los suelos ricos en materia orgánica, poco arenosos y con elevada humedad, aunque en este tipo de suelos también suelen ser abundantes algunos depredadores como protozoarios (Winfield y Groisman, 2003). Considerando lo anterior, se ha visto que en el suelo pueden sobrevivir, e incluso multiplicarse, hasta por un año.

LAS SALMONELAS EN LOS ALIMENTOS

El consumo de alimentos contaminados con este patógeno es la principal forma por la cual nos enfermamos de salmonelosis. Los alimentos de origen animal, principalmente el pollo y los huevos, son los más asociados a este patógeno, aunque puede estar presente tanto en vegetales, frutas, productos cárnicos, lácteos y mariscos (Godínez-Oviedo et al., 2019).

En México, las salmonelas se han encontrado en hortalizas como el cilantro, la lechuga, el perejil, las espinacas, los tomates, los pimientos, las calabacitas y hasta en los chiles. El chile es uno de los vegetales que más se emplea en la comida mexicana. En Estados Unidos, en 2008, un brote causado por *Salmonella* fue asociado con el consumo de pico de gallo y la salsa de un restaurante de estilo mexicano. El chile serrano cultivado en México fue una de las materia primas señaladas como responsables en este brote.

© Enrique Soto. Tehuantepec, Oaxaca XII, 2008.





© Enrique Soto. Tehuantepec, Oaxaca XII, 2007.

En el caso de las frutas, *Salmonella* ha sido aislada de melones, mangos, y naranjas. A pesar de que el patógeno se encuentra en la superficie de estos productos, durante su manipulación puede llegar a contaminar el producto final, como por ejemplo el jugo de naranja, o las ensaladas.

La prevalencia en los productos hortofrutícolas tiende a ser, en la mayoría de los casos, baja (1-10 %) en comparación con la prevalencia en productos de origen animal. Este patógeno ha estado presente en la carne de res, puerco y pollo, con una prevalencia que puede llegar a más del 60 %.

En productos procesados de origen animal (principalmente quesos y embutidos) también se ha encontrado este patógeno. Los productos marinos no se quedan atrás, y las salmonelas no les hacen el feo, ya que han sido recuperadas de pescado, pulpo y hasta de almejas. Y por si todavía dudabas de *Salmonella*, la han llegado a encontrar hasta en el alimento estrella de la comida mexicana, las tortillas (Gómez-Aldapa *et al.*, 2013).

¿TODAS LAS SALMONELAS SON IGUAL DE PELIGROSAS?

Ahora que ya sabemos más de las salmonelas peligrosas y dónde encontrarlas, una interrogante que podemos tener es si todas tienen el mismo nivel de “peligrosidad”, y la respuesta es no. Sin embargo, existe muy poca información sobre las características que hacen que algunas cepas de *Salmonella* sean más virulentas que otras. Hasta el momento,

el serotipo es lo más estudiado. Nuestro grupo de trabajo (Cuerpo Académico de Inocuidad Microbiana de los Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro) se ha dado a la tarea de estudiar características como la presencia de genes de virulencia, la resistencia a antibióticos, la formación de biopeículas y la fuente de aislamiento como factores que puede influir en la “peligrosidad” de las diferentes cepas de *Salmonella*.

Hasta ahora se han analizado más de 500 cepas de *Salmonella* aisladas de humanos, frutas, verduras, semillas, alimentos de baja actividad de agua, alimentos de origen animal, suelo, agua de riego y agua residual, lo que nos ha permitido observar que las cepas de *Salmonella* de mayor diversidad genotípica (presencia de genes de virulencia) y multirresistentes a antibióticos que han sido aisladas, principalmente de pollo, agua residual y humanos.

Como ya hemos mencionado anteriormente los alimentos de origen animal son los más asociados con casos de salmonelosis, esto lo podemos relacionar con la alta prevalencia del patógeno en estos alimentos. Sin embargo, también es interesante destacar que las características de las cepas que se encuentran en ellos pueden ser pieza clave. Hasta ahora, conocemos que las salmonelas se encuentran ampliamente distribuidas tanto en materia inerte como viva, pero que su prevalencia puede variar de acuerdo con la fuente.

Sin embargo, aún falta mucho por investigar, no solo acerca de dónde podemos encontrar las salmonelas peligrosas, sino también acerca de qué características las convierten en peligrosas y cuáles son las más asociadas con su nivel de virulencia. Así, esta historia no termina aquí, y nuevos resultados contribuirán a un conocimiento más profundo de este tema.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Querétaro las facilidades prestadas y su apoyo para generar y difundir ciencia. Este trabajo forma

parte del proyecto “Diversidad genotípica y fenotípica de cepas de *Salmonella enterica* aisladas de diferentes fuentes en la región centro de México: implicación en la evaluación cuantitativa de riesgos microbiólogos” (FQU202201).

R E F E R E N C I A S

Cueto-Medina SM, Castillo-Martínez A, Hernández-Rodríguez S, Gallegos-Robles MÁ, Sánchez-Ramos FJ y Ortega-Morales AI (2015). Presencia de *Salmonella* sp. En cucaracha americana *Periplaneta americana* en Torreón, Coahuila, México. *Entomología Mexicana* 2:762-766.

Godínez-Oviedo A, Tamplin ML, Bowman JL and Hernández-Iturriaga M (2019). *Salmonella enterica* in Mexico 2000-2017: Epidemiology, Antimicrobial Resistance, and Prevalence in Food. *Foodborne Pathogens and Disease* 17:98-118.

Gómez-Aldapa CA, Rangel-Vargas E, Cruz-Gálvez AM, Román-Gutiérrez AD and Castro-Rosas J (2013). Presence of coliform bacteria, fecal coliforms, *Escherichia coli* and *Salmonella* on corn tortillas in central Mexico. *Food Control* 32:31-34.

González-López I, Medrano-Félix JA, Castro-del Campo N, López-Cuevas O, González-Gómez JP, Valdez-Torres JB and Chaidez C (2022). Prevalence and Genomic Diversity of *Salmonella enterica* Recovered

from River Water in a Major Agricultural Region in Northwestern Mexico. *Microorganisms* 10:1-17.

Gutiérrez-Cogco L, Montiel-Vázquez E, Aguilera-Pérez P y González-Andrade MDC (2000). Serotipos de *Salmonella* identificados en los servicios de salud de México. *Salud Pública de México* 42:490-495.

Silva-Hidalgo G, López-Valenzuela M, Juárez-Barranco F, Montiel-Vázquez E and Valenzuela-Sánchez B (2014). *Salmonella* serovars and antimicrobial resistance in strains isolated from wild animals in captivity in Sinaloa, Mexico. *Japanese Journal of Veterinary Research* 62:129-134.

Vâgene ÅJ, Herbig A, Campana MG, García NMR, Warinner C, Sabin S and Krause J (2018). *Salmonella enterica* genomes from victims of a major sixteenth-century epidemic in Mexico. *Nature Ecology and Evolution* 23:520-528.

Winfield MD and Groisman EA (2003). Role of nonhost environments in the lifestyles of *Salmonella* and *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology* 69:3687-3694.

Adrián Gómez Baltazar
Dalia Miranda Castilleja
Angélica Godínez Oviedo

**Departamento de Investigación
y Posgrado de Alimentos
Facultad de Química
Universidad Autónoma de Querétaro
qa_angelica@hotmail.com**

