

Salmonella enterica no serovar Typhi

Ficha de peligros/ACHIPIA N° 05/2017

Salmonella spp. es un importante patógeno causante de salmonelosis, enfermedad que afecta a los humanos a través del consumo de alimentos contaminados. Puede presentarse de forma leve o como una enfermedad grave que puede llegar a ser fatal. *Salmonella* spp. forma parte de la flora intestinal normal de una serie de animales y ha sido ampliamente aislado en el ambiente.

1. Descripción del peligro

Salmonella spp. son bacterias Gram negativas, anaerobia facultativa, intracelular, mesófitas, con forma de bacilo y no forma esporas. Pertenece a la familia Enterobacteriaceae (Tennant et al., 2016). El género *Salmonella* se divide en dos especies: *S. entérica*, que comprende seis subespecies, y *S. bongori*. La mayoría de las infecciones humanas por *Salmonella* spp. son causadas por *S. enterica* subespecie *enterica* (Crum-Cianflone, 2008). Basados en el esquema de tipificación de Kaufmann-White publicado por primera vez en 1934, la salmonela se subdivide en serotipos, los cuales diferencian a las cepas basándose en la presencia y/o ausencia de antígenos O (somáticos) y H (flagelos) (FDA, 2012; FSANZ, 2013). Los nombres formales utilizados para describir los tipos de *Salmonella* son bastante engorrosos, por ejemplo *S. enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium. Por razones prácticas, comúnmente se utilizan las versiones abreviadas de estos nombres utilizando sólo el serovar, como *S. Typhimurium* (Crum-Cianflone, 2008).

S. Typhi y *S. Paratyphi* se asocian específicamente con las infecciones en los seres humanos, provocando enfermedad severa que se conoce como fiebre entérica, produciendo síndromes clínicos denominados fiebre tifoidea y paratifoidea. La fiebre entérica es rara en los países desarrollados, la mayoría de los casos se asocian con viajes al extranjero (Tennant et al., 2016).

2. Características de crecimiento y sobrevivencia

Salmonella spp. tiene necesidades nutricionales relativamente simples y puede sobrevivir durante largos períodos de tiempo en alimentos y otros sustratos.

Temperatura: La temperatura óptima descrita para el crecimiento es entre 35 y 37°C, abarcando un rango de un mínimo de 7°C, y un máximo de 49,5°C. Sin embargo, se describe un crecimiento muy reducido a temperaturas inferiores a 15°C. Existe cierta evidencia de crecimiento a 5,2°C, pero esto es para un serotipo específico y los datos todavía no son universalmente aceptados (ESR, 2001).

La congelación es perjudicial para *Salmonella* spp., pero no garantiza su destrucción. A temperaturas de congelación se produce una disminución inicial rápida del número de microorganismos viables, pero tiene la habilidad de sobrevivir por largos periodos de tiempo en almacenamientos congelados. En un estudio se demostró que *Salmonella* spp. fue capaz de sobrevivir en mangos y papayas congeladas, almacenados a -20°C durante al menos 180 días (Strawn and Danyluk, 2010).

La resistencia de *Salmonella* spp. a altas temperaturas aumenta en la medida en que la actividad de agua de los alimentos disminuye, por ejemplo, los alimentos como el chocolate o la mantequilla de maní que son altos en grasa y bajos en humedad generan un efecto protector para la bacteria frente al calor. En condiciones de pH bajo, la resistencia al calor de *Salmonella* spp. se reduce (Shachar and Yaron, 2006; Podolak et al., 2010).

pH: el pH de crecimiento óptimo para *Salmonella* spp. es entre 7 y 7,5. Sin embargo, el rango de crecimiento es entre 3,8 - 9,5. El pH mínimo al que *Salmonella* spp. puede crecer está determinado por la temperatura, la salinidad y el tipo de ácido presente (ESR, 2001). Fuera del rango de pH, las células se inactivan, sin embargo, no es inmediato y *Salmonella* spp. ha demostrado poder vivir largos periodos de tiempo en medios ácidos (FSANZ, 2013).

2

Actividad de agua: Se ha descrito que *Salmonella* spp. puede sobrevivir durante meses o incluso años en alimentos con una baja actividad de agua como pimienta negra, chocolate, mantequilla de maní y gelatina (Podolak et al., 2010). La actividad mínima de agua requerida para el crecimiento de *Salmonella* spp. es de 0,94, creciendo óptimamente en una actividad de 0,99 (ESR, 2001).

Conservantes: Existen diferentes conservantes utilizados comúnmente en los alimentos a los que *Salmonella* spp. es susceptible. El crecimiento puede ser inhibido por ácido benzoico, ácido sórbico o ácido propiónico (Banerjee and Sarkar, 2004).

Oxígeno: *Salmonella* spp. son organismos anaerobios facultativos, por lo que no requieren oxígeno para su crecimiento. Sin embargo, crecen mejor en condiciones aerobias (Banerjee and Sarkar, 2004).

Tabla 1 Límites para el crecimiento de *Salmonella* spp. cuando las condiciones están cercanas al óptimo (ESR, 2001).

Variables	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura (°C)	7,0	35 - 37	49,5
pH	3,8	7 - 7,5	9,5
Actividad de agua	0,94	0,99	-

3. Síntomas de la enfermedad

Incubación: 12 a 36 horas posterior a la ingestión de la bacteria (rango de 6 a 72 horas) (WHO, 2016).

Síntomas: La exposición a *Salmonella* spp. no tifoidea varía en su presentación. Puede colonizar el tracto gastrointestinal sin producir síntomas de la enfermedad (infección subclínica), o puede colonizar el tracto gastrointestinal y generar los síntomas típicos de una gastroenteritis aguda (FSANZ, 2013). Generalmente se caracteriza por un inicio agudo de fiebre, dolor abdominal, diarrea, náuseas y a veces vómitos (WHO, 2016), los cuales pueden durar de 1 a 7 días (ESR, 2001).

Las personas infectadas eliminan en sus heces grandes cantidades de *Salmonella* spp. El desprendimiento bacteriano continúa durante aproximadamente 4 semanas después de la enfermedad en adultos y 7 semanas en niños. Se estima que el 0,5% de los individuos con salmonelosis no tifoidea se convierten en portadores a largo plazo y continúan eliminando las bacterias de forma continua (Crum-Cianflone, 2008)

Tratamiento: La infección suele ser autolimitada, aunque puede requerirse reemplazo de líquido. El tratamiento con antibióticos parece ser ineficaz, provocando una recaída o una excreción fecal prolongada. Sin embargo, los niños recién nacidos, pueden beneficiarse del tratamiento antibiótico (ESR, 2001).

Efectos a largo plazo: Pueden producirse septicemia e infecciones no intestinales subsiguientes. La artritis reactiva puede ocurrir 3-4 semanas después de los síntomas gastrointestinales (ESR, 2001).

4. Virulencia e infectividad

Las infecciones por *Salmonella* spp. ocurren principalmente a través de la ingestión de alimentos contaminados. Una vez ingeridos, los organismos deben sobrevivir al ambiente gástrico hostil con pH bajo y evitar la lisis por sales biliares en el intestino delgado superior. Posteriormente, los organismos se adhieren e invaden el íleon distal y el

colon proximal causando enfermedad clínica. Las respuestas iniciales del huésped implican la infiltración de neutrófilos, seguida de la llegada de linfocitos y macrófagos. Ocasionalmente, la colitis difusa se produce imitando la enfermedad inflamatoria intestinal; Sin embargo, patológicamente, estas condiciones son distintas. Las infecciones por *Salmonella* pueden propagarse más allá de la mucosa gastrointestinal hasta drenar los ganglios linfáticos mesentéricos. La adenitis generada puede simular apendicitis aguda. La diseminación puede continuar al hígado, bazo, y sistemáticamente, vía el torrente sanguíneo (Crum-Cianflone, 2008).

Salmonella spp. es productora de una enterotoxina lábil al calor, que produce pérdida de fluidos intestinales causando diarrea. Esta enterotoxina está estrechamente relacionada funcionalmente, inmunológicamente y genéticamente con la toxina de *Vibrio cholerae* y la toxina lábil al calor de *Escherichia coli* patógena. La mayoría de las cepas de *Salmonella* también producen citotoxinas lábiles al calor que puede causar daño en la superficie de la mucosa intestinal generando síntomas entéricos e inflamación. La infección con *Salmonella* spp. no tifoidea se limita generalmente a un evento intestinal localizado. Sin embargo, la presencia de plásmidos de virulencia ha sido asociada con *Salmonella* spp. no tifoidea, sobreviviendo en fagocitos y extendiéndose desde el intestino delgado hasta el bazo y el hígado (FSANZ, 2013).

5. Modo de transmisión

La transmisión de *Salmonella* spp. ocurre vía fecal-oral, debido al consumo de alimento o agua contaminada, a través del contacto directo con animales infectados (ESR, 2001) o a través del contacto persona-persona (WHO, 2016). La transmisión de esta enfermedad dentro de la población humana es generalmente el resultado de un saneamiento deficiente del agua y de los suministros de alimentos en los países en desarrollo (Jones, 2005).

6. Incidencia de la enfermedad y datos de brotes

Para el caso de Chile, en el periodo enero 2012 a junio de 2016, se confirmaron 11.181 cepas de *Salmonella* spp. provenientes de aislamientos de origen clínico. En el año 2012 se confirmó el mayor número de cepas (3.076), lo que representa el 27,5% del total del periodo. El menor número de cepas confirmadas se registró en el año 2015 (2.167), representando el 19,4% del total. Respecto a la edad de las personas de las cuales proceden las cepas de *Salmonella* spp., destaca que el 23,7% (2.645/11.181) corresponden al grupo de 0 a 4 años, seguido por el grupo de 5 a 9 años con el 13,6% (1.524/11.181) del total. Durante este periodo se determinó que el 60,6% (6.779/11.181) de las cepas confirmadas correspondió a *S. Enteritidis*, el 13,7% (1.530/11.181) a *S. Typhimurium*, el 1,9% (208/11.181) a *S. Typhi* y el 1,4% (154/11.181) a *S. Paratyphi*. La incidencia registrada en Chile, fue disminuyendo a lo largo del periodo evaluado. Pudiendo observarse el año 2012 una incidencia de 17,6 casos por 100.000 habitantes y el año 2015, una incidencia de 12 casos por 100.000 habitantes (ISP, 2016).

En la Tabla 2 se detallan el número de casos notificados de *Salmonella* spp. a nivel internacional.

Tabla 2 Número de casos notificados por 100.00 habitantes de *Salmonella* spp. en el extranjero.

País	Periodo	Casos/100.000	Referencia
Australia	2016	74,6	(NNDS, 2017)
Nueva Zelanda	2015	22,9	(Lopez et al., 2016)
Canadá	2015	21,57	(PHAC, 2017)
Estados Unidos	2015	15,74	(FoodNet, 2016)
Unión Europea	2015	21,2	(EFSA, 2016)

Brotos atribuidos a *Salmonella* spp. (Tabla 3) se han asociado predominantemente con productos animales como huevos, aves de corral, carne cruda, leche y productos lácteos, pero también incluyen productos frescos, aderezos para ensaladas, zumo de frutas, mantequilla de maní y chocolate (Hocking, 2003).

Tabla 3 Principales brotes de intoxicación alimentaria asociados con *Salmonella spp* (> 50 casos y / o ≥ 1 de mortalidad).

Año	Serotipo	Número de casos (Fallecidos)	Alimento	País	Comentario	Referencia
2010	<i>S. Typhimurium</i> PT9	170	Salsa de aceite de oliva y ajo (Similar a mayonesa casera)	Australia	<i>S. Typhimurium</i> PT9 aislado en salsa y tablas de cortar. La salsa se hizo con huevos crudos.	(OzFoodNet, 2010).
2009-2010	<i>S. Montevideo</i>	272	Salame con pimienta roja o negra	US	Se añadió pimienta al salame, las muestras de pimienta fueron positivas para <i>S. Montevideo</i> .	(CDC, 2010).
2006-2007	<i>S. Tennessee</i>	268	Mantequilla de maní	US	Las muestras ambientales de la planta fueron positivas para <i>S. Tennessee</i> .	(CDC, 2007).
2005-2006	<i>S. Oranienburg</i>	126	Alfalfa	Australia	La planta de producción de alfalfa fue positiva para <i>S. Oranienburg</i> .	(OzFoodNet, 2006).
2005	<i>S. Typhimurium</i> PT135	63	Huevos utilizados en productos de panadería	Australia	<i>S. Typhimurium</i> PT135 aislado de la bolsa de la crema de la tubería de la panadería. Relacionadas con la manipulación de huevos crudos, las prácticas de higiene inadecuadas y contaminación cruzada. Los huevos eran de la misma granja y estaban sucios externamente.	(Firestone et al., 2007).
2001-2002	<i>S. Oranienburg</i>	>439	Chocolate	Alemania	El alto contenido de grasa del chocolate aumenta la resistencia al calor de <i>Salmonella spp</i> .	(Werber et al., 2005).
1999	<i>S. Typhimurium</i> PT135a	507	Zumo de fruta sin pasteurizar	Australia	<i>S. Typhimurium</i> PT135a se encontró en naranjas, en el estanque de fungicida y en el estanque de cera, a través del cual pasaron las naranjas.	(Australia, 2003).
1985	<i>S. Typhimurium</i>	16.284 (7)	Leche pasteurizada	US	Contaminación cruzada entre la leche no pasteurizada y el tanque de leche pasteurizada.	(Ryan et al., 1987).

7. Ocurrencia en alimentos

El reservorio primario de *Salmonella spp* es el tracto intestinal de vertebrados de sangre caliente y fría, existiendo un gran número de animales que no muestran ningún signo de enfermedad. A diferencia de los animales enfermos que pueden ser eliminados de la producción y/o tratados, los animales asintomáticos o portadores eliminan un gran

número de bacterias al ambiente a través de sus heces, siendo una fuente importante de contaminación. La eliminación vía fecal de *Salmonella spp* contamina el ambiente circundante incluyendo el suelo, los cultivos, las plantas, los ríos y los lagos. Una amplia gama de alimentos han sido implicados en la salmonelosis transmitida por los alimentos, particularmente los de origen animal y los alimentos que han sido sujetos a la contaminación de las aguas residuales (ICMSF, 1996; Hocking, 2003). Se ha estimado que del total de casos de enfermedades producidas por salmonella el 80% es por consumo de alimentos contaminados (Tennant et al., 2016).

Los animales al momento de ser sacrificados pueden tener un gran número de bacterias tanto en el tracto digestivo como en su exterior debido a la contaminación fecal de cueros, vellones, pieles o plumas (Bryan and Doyle, 1995). La distribución de *Salmonella spp* sobre las canales o carcasas de carne contaminadas no es uniforme debido a que hay zonas donde hay una mayor contaminación que en otras. Un estudio determinó que la prevalencia de *Salmonella spp* en carne fresca vario de 0,8% a 9,6% lo que dependió del tipo de corte de carne (Stopforth et al., 2006). La contaminación cruzada es un punto importante durante el procesamiento debido a que puede conducir a una mayor prevalencia de Salmonella en productos terminados (Bryan and Doyle, 1995).

La prevalencia de *Salmonella spp*. en la leche de tanque (granel) internacional es 0-11,8% (FSANZ, 2009a). En moluscos (mejillones, almejas, ostras y berberechos) recogidos en la costa de España es de 1,8% (n = 2980) (Martinez-Urtaza et al., 2003). En muestras de salchichas de cerdo en Irlanda es de 2,9% (n = 921) (Boughton et al., 2004). Y en España *Salmonella spp*. fue detectada en el 2% de las muestras de jamón cocido (n = 53) y en el 11,1% de las salchichas secas de cerdo (n = 81) (Cabedo et al., 2008).

S. Enteritidis, en particular el fago tipo 4, es un serotipo de Salmonella de gran importancia a nivel mundial debido a que puede infectar el tracto reproductivo de las aves de corral y contaminar el contenido interno de los huevos (FSANZ, 2009b).

8. Factores del hospedero que influyen en la enfermedad

Los jóvenes, los ancianos y los inmunocomprometidos están particularmente en riesgo. Además, las personas de los grupos socioeconómicos menos privilegiados y las que viven en mayores densidades de población corren mayor riesgo (ESR, 2001).

9. Dosis respuesta

Estudios mostraron que la ingestión de $1,3 \times 10^5$ - $2,4 \times 10^7$ organismos podría causar enfermedad. Para algunas cepas se requería una ingestión de 1×10^{10} organismos para que ocurriera la enfermedad (McCullough and Eisele, 1951a, 1951b; McCullough and Elsele, 1951c, 1951d). Sin embargo, hay una serie de limitaciones en el uso de estos datos. En primer lugar, los voluntarios seleccionados fueron todos hombres adultos sanos, por lo que los

resultados pueden subestimar el riesgo para la población en general. En segundo lugar, no se consideraron las dosis bajas que son más probables de existir en eventos reales de contaminación de (Kothary and Babu, 2001; Bollaerts et al., 2008). Otros estudios sugieren que la dosis infectiva de *Salmonella* generalmente es baja y que puede verse afectada por diferentes factores como por ejemplo la virulencia de la cepa y la condición del huésped (Blaser and Newman, 1982).

Las investigaciones de brotes de salmonelosis han estimado un amplio rango en la dosis de organismos que puede generar la enfermedad. Los rangos reportados varían de <10 a 10⁹ dependiendo del alimento. Debido a esto, las dosis que resultan en una enfermedad pueden ser mucho más bajas que las reportadas en los ensayos de alimentación (Todd et al., 2008). La OMS / FAO (2002) desarrolló un modelo dosis-respuesta basado en los datos de los brotes y estimó que existe una probabilidad del 13% de contraer la enfermedad si se consumen 100 organismos *Salmonella*.

Lecturas recomendadas y links de utilidad

Bell C, Kyriakides A (2002) *Salmonella: A practical approach to the organism and its control in foods*. Blackwell Science, Oxford.

(2012) Bad bug book: Foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins handbook, 2nd ed, US Food and Drug Administration, Silver Spring, p. 12–16.

<http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/CausesOfIllnessBadBugBook/ucm2006773.htm>

Jay LS, Davos D, Dundas M, Frankish E, Lightfoot D, (2003) *Salmonella*. Ch 8 In: Hocking AD (ed) Foodborne microorganisms of public health significance. 6th ed, Australian Institute of Food Science and Technology (NSW Branch), Sydney, pp. 207-266.

Referencias

- Australia, F.C.o., 2003. Dowdell v Knispel Fruit Juices Pty Ltd FCA 851.
- Banerjee, M., Sarkar, P.K., 2004. Antibiotic resistance and susceptibility to some food preservative measures of spoilage and pathogenic micro-organisms from spices. *Food microbiology* 21, 335-342.
- Blaser, M.J., Newman, L.S., 1982. A review of human salmonellosis: I. Infective dose. *Review of Infectious Diseases* 4, 1096-1106.
- Bollaerts, K., Aerts, M., Faes, C., Grijspeerdt, K., Dewulf, J., Mintiens, K., 2008. Human salmonellosis: Estimation of dose-illness from outbreak data. *Risk Analysis* 28, 427-440.
- Boughton, C., Leonard, F., Egan, J., Kelly, G., O'mahony, P., Markey, B., Griffin, M., 2004. Prevalence and number of *Salmonella* in Irish retail pork sausages. *Journal of food protection* 67, 1834-1839.
- Bryan, F.L., Doyle, M.P., 1995. Health risks and consequences of *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw poultry. *Journal of Food Protection* 58, 326-344.

- Cabedo, L., Picart i Barrot, L., Teixidó i Canelles, A., 2008. Prevalence of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* in ready-to-eat food in Catalonia, Spain. *Journal of food protection* 71, 855-859.
- CDC, 2007. Multistate outbreak of *Salmonella* serotype Tennessee infections associated with peanut butter--United States, 2006-2007. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report* 56, 521.
- CDC, 2010. Investigation update: Multistate outbreak of human *Salmonella* Montevideo infections.
- Crum-Cianflone, N.F., 2008. Salmonellosis and the gastrointestinal tract: more than just peanut butter. *Current gastroenterology reports* 10, 424-431.
- EFSA, 2016. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015. *EFSA Journal* 14, 4634.
- ESR, 2001. Microbial Pathogen Data Sheets: Non-typhoid Salmonellae. New Zealand Food Safety Authority (NZFSA), New Zealand Food Safety Authority (NZFSA).
- FDA, 2012. Bad bug book: Foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins handbook. Silver Spring US Food and Drug Administration.
- Firestone, S., Bell, C., Sault, C., Stephens, N., Lightfoot, D., 2007. Large outbreaks of *Salmonella* Typhimurium phage type 135 infections associated with the consumption of products containing raw egg in Tasmania. *Communicable diseases intelligence quarterly report* 31, 118.
- FoodNet, 2016. Foodborne Diseases Active Surveillance Network. FoodNet 2015 Surveillance Report.
- FSANZ, 2009a. Microbiological risk assessment of raw cow milk. Food Standards Australia New Zealand.
- FSANZ, 2009b. Risk assessment of eggs and egg products. Food Standards Australia New Zealand.
- FSANZ, 2013. Agents of Foodborne Illness. 2nd ed, Food Standards Australia New Zealand, Canberra.
- Hocking, A.D., 2003. Foodborne microorganisms of public health significance. Australian Institute of Food Science and Technology Incorporated (AIFST Inc.).
- ICMSF, 1996. Microorganisms in food 5: Microbiological specifications of food pathogens. Blackie Academic and Professional 14, 217-264.
- ISP, 2016. Boletín Vigilancia de Laboratorio. *Salmonella* spp. 2012 - 2016. In: Salud, M.d. (Ed.), Santiago, Chile, 16.
- Jones, B.D., 2005. *Salmonella* invasion gene regulation: a story of environmental awareness. *J Microbiol* 43, 110-117.
- Kothary, M.H., Babu, U.S., 2001. Infective dose of foodborne pathogens in volunteers: a review. *Journal of food safety* 21, 49-68.
- Lopez, L., Roos, R., Cressey, P., Horn, B., Lee, J., 2016. Annual Report Concerning Foodborne Disease in New Zealand 2015. ESR Client Report FW16020, Christchurch, New Zealand.
- Martinez-Urtaza, J., Saco, M., Hernandez-Cordova, G., Lozano, A., Garcia-Martin, O., Espinosa, J., 2003. Identification of *Salmonella* serovars isolated from live molluscan shellfish and their significance in the marine environment. *Journal of food protection* 66, 226-232.
- McCullough, N.B., Eisele, C.W., 1951a. Experimental human salmonellosis: III. Pathogenicity of strains of *Salmonella* newport, *Salmonella* derby, and *Salmonella* bareilly obtained from spray-dried whole egg. *The Journal of infectious diseases*, 209-213.

- McCullough, N.B., Eisele, C.W., 1951b. Experimental Human Salmonellosis II. Immunity Studies Following Experimental Illness with Salmonella Meleagridis and Salmonella Anatum. *The Journal of Immunology* 66, 595-608.
- McCullough, N.B., Elsele, C.W., 1951c. Experimental human salmonellosis: I. Pathogenicity of strains of Salmonella meleagridis and Salmonella anatum obtained from spray-dried whole egg. *The Journal of infectious diseases*, 278-289.
- McCullough, N.B., Elsele, C.W., 1951d. Experimental human salmonellosis: I. Pathogenicity of strains of Salmonella meleagridis and Salmonella anatum obtained from spray-dried whole egg. *The Journal of infectious diseases*, 278-289.
- NNDS, 2017. National Notifiable Diseases Surveillance System.
- OzFoodNet, 2006. OzFoodNet: Quarterly report, 1 January to 31 March 2006. *Communicable Diseases Intelligence* 30, 228–232.
- OzFoodNet, 2010. OzFoodNet Quarterly Report, 1 January to 31 March 2010. *Communicable Diseases Intelligence* 34, 127-136.
- PHAC, 2017. Canadian notifiable disease surveillance system count of reported cases of disease over time in Canada. Public Health Agency of Canada.
- Podolak, R., Enache, E., Stone, W., Black, D.G., Elliott, P.H., 2010. Sources and risk factors for contamination, survival, persistence, and heat resistance of Salmonella in low-moisture foods. *Journal of food protection* 73, 1919-1936.
- Ryan, C.A., Nickels, M.K., Hargrett-Bean, N.T., Potter, M.E., Endo, T., Mayer, L., Langkop, C.W., Gibson, C., McDonald, R.C., Kenney, R.T., 1987. Massive outbreak of antimicrobial-resistant salmonellosis traced to pasteurized milk. *Jama* 258, 3269-3274.
- Shachar, D., Yaron, S., 2006. Heat tolerance of Salmonella enterica serovars Agona, Enteritidis, and Typhimurium in peanut butter. *Journal of food protection* 69, 2687-2691.
- Stopforth, J., Lopes, M., Shultz, J., Miksch, R., Samadpour, M., 2006. Microbiological status of fresh beef cuts. *Journal of food protection* 69, 1456-1459.
- Strawn, L.K., Danyluk, M.D., 2010. Fate of Escherichia coli O157: H7 and Salmonella spp. on fresh and frozen cut mangoes and papayas. *International journal of food microbiology* 138, 78-84.
- Tennant, S.M., MacLennan, C.A., Simon, R., Martin, L.B., Khan, M.I., 2016. Nontyphoidal salmonella disease: Current status of vaccine research and development. *Vaccine* 34, 2907-2910.
- Todd, E.C., Greig, J.D., Bartleson, C.A., Michaels, B.S., 2008. Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 4. Infective doses and pathogen carriage. *Journal of Food Protection* 71, 2339-2373.
- Werber, D., Dreesman, J., Feil, F., Van Treeck, U., Fell, G., Ethelberg, S., Hauri, A.M., Roggentin, P., Prager, R., Fisher, I.S., 2005. International outbreak of Salmonella Oranienburg due to German chocolate. *BMC infectious diseases* 5, 7.
- WHO, 2016. Fact sheet: Salmonella (non-typhoidal).