

Enemigos Ocultos en los Alimentos: *Escherichia coli* y *Salmonella*

Hidden Enemies in Food: *Escherichia coli* and *Salmonella*

Enciso Martínez Yessica^{1*}, Ballesteros Monrreal Manuel G., Díaz Murrieta Betsaida¹, Méndez Pfeiffer Pablo A.¹

¹ Departamento de Ciencias Químico-Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Sonora, Avenida Universidad e Irigoyen S/N, H. Caborca, Sonora, México, 83621.

Autor para la correspondencia: Yessica Enciso-Martínez; yessica.enciso@unison.mx

Resumen

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) son un problema para la salud pública, y aun cuando los gobiernos se han esforzado al máximo para aumentar la salubridad del suministro de alimentos, éstas siguen surgiendo. Las ETA son un problema tanto en países en desarrollo como poco desarrollados, perjudican la economía, salud del consumidor y el comercio. Entre las principales bacterias contaminantes de los alimentos se encuentran *Escherichia coli* y *Salmonella*, siendo la vía fecal-oral su principal forma de transmisión. Existen diferentes fuentes de contaminación de los alimentos con *E. coli* y *Salmonella*, por ejemplo, en el campo de cultivo pueden provenir directamente de la materia fecal e indirectamente de malas prácticas de higiene personal de los trabajadores, agua contaminada, uso de equipos de cosecha, recipientes e instalaciones de almacenamiento sucios. Otras fuentes de contaminación de los alimentos pueden provenir al momento del procesamiento, distribución y preparación de los alimentos. El consumo de alimentos contaminados con *E. coli* y *Salmonella* pueden causar desde una enfermedad diarreica hasta la muerte. La contaminación de los alimentos con bacterias patógenas puede prevenirse con estrategias de inocuidad en la cadena de producción y en el hogar con una adecuada desinfección y preparación de los alimentos.

Palabras clave: Enfermedades, bacterias, alimentos, higiene.

Abstract

Foodborne diseases (FBDs) are a public health concern, and even though governments have made significant efforts to improve the safety of the food supply, these illnesses continue to emerge. FBDs are a problem in both developing and underdeveloped countries, affecting the economy, consumer health, and trade. Among the primary foodborne bacterial contaminants are *Escherichia coli* and *Salmonella*, with the fecal-oral route being their primary mode of transmission. There are various sources of food contamination by *E. coli* and *Salmonella*. In the field, contamination can originate directly from fecal matter or indirectly through poor personal hygiene practices among workers, contaminated water, dirty harvesting equipment, and unsanitary containers and storage facilities. Other sources of contamination may occur during food processing, distribution, and preparation. The consumption of food contaminated with *E. coli* and *Salmonella* can lead to illnesses ranging from mild diarrhea to severe complications, including death. Contamination by pathogenic bacteria can be prevented through food safety strategies implemented throughout the production chain and at home, with proper disinfection and food preparation.

Key words: Diseases, bacteria, food, hygiene.

DOI: 10.46588/invurnus.v20i1.128

Recibido 23/06/2025

Aceptado 23/07/2025

Publicado 25/07/2025

Introducción

Las bacterias son microorganismos tan pequeños que no pueden observarse a simple vista. Aunque muchas de ellas son inofensivas e incluso beneficiosas para el ser humano, otras pueden causar enfermedades e incluso la muerte. A estas se les conoce como bacterias patógenas, y entre las más destacadas se encuentran *Escherichia coli* y *Salmonella* (Patel, Wolfram, & Desin, 2024; Ravindra et al., 2024). Ciertos alimentos como la carne, la leche, las frutas y las verduras ofrecen un entorno ideal para el desarrollo de estas bacterias, ya que contienen abundantes nutrientes y agua, lo que favorece su crecimiento (Mulchandani et al., 2024; Zeynudin et al., 2025). De hecho, una sola bacteria puede duplicarse cada 15 minutos, lo que significa que en pocas horas puede alcanzar poblaciones de millones de individuos (OMS, 2012). Uno de los mayores desafíos es que la mayoría de las bacterias patógenas no alteran el aspecto, olor o sabor de los alimentos. Esto implica que un alimento contaminado puede parecer completamente normal, dificultando su detección sin análisis de laboratorio.

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) son un conjunto de afecciones causadas por la ingestión de alimentos o agua contaminados con diversos agentes biológicos, entre ellos, bacterias patógenas (Adley & Ryan, 2025). Estos alimentos contaminados representan una seria amenaza para la salud pública y un desafío constante para productores, procesadores, consumidores y autoridades sanitarias. En México, tan solo en el año 2024 se registraron 13,669 casos de intoxicación alimentaria bacteriana, siendo los estados de Jalisco, Chihuahua y Baja California los más afectados (SSA, 2025). Por su parte, en Estados Unidos, entre 2023 al 2025 se reportaron 15 brotes relacionados con el consumo de alimentos contaminados con *E. coli* y *Salmonella* spp. (ver Tabla 1).

Tabla 1. Brotes de *E. coli* y *Salmonella* spp. causantes de enfermedades transmitidas por alimentos en Estados Unidos, entre los años 2023 al 2025.

Año	Alimento contaminado	Bacteria	No. casos	No. Hospitalizaciones
2025	Huevos	<i>S. Enteritidis</i>	134	38
2025	Pepinos enteros	<i>S. Montevideo</i>	69	22
2024	Cebollas	<i>E. coli</i> O157:H7	104	34
2024	Zanahorias orgánicas	<i>E. coli</i> O121: H19	48	2
2024	Nueces orgánicas	<i>E. coli</i> O157:H7	13	7
2024	Queso cheddar crudo	<i>E. coli</i> O157:H7	11	5
2024	Pepinos	<i>S. Typhimurium</i>	113	28
2024	Hamburguesas	<i>E. coli</i> O157:H7	104	34
2024	Huevos	<i>S. Enteritidis</i>	93	34
2024	Pepinos	<i>S. Africana</i>	551	155
2024	Embutidos	<i>S. I 4:I-</i>	104	27
2023	Melones	<i>S. Sundsvall</i>	407	158
2023	Cebollas cortadas en cubo	<i>S. Thompson</i>	80	18
2023	Masa de galleta cruda	<i>S. Enteritidis</i>	26	4
2023	Harina	<i>S. Infantis</i>	14	3

Fuente: (CDC, 2025)



Escherichia coli es una bacteria que habita de forma natural en el ambiente y, especialmente, en el intestino de humanos y animales. Aunque muchas cepas de *E. coli* son inofensivas y forman parte de la microbiota intestinal, existen algunas variantes patógenas capaces de provocar enfermedades transmitidas por alimentos. Estas cepas pueden clasificarse patógenas, y diarreogénicas, que pueden causar desde infecciones gastrointestinales hasta cuadros más graves (Ravindra, Sadiya, Kiran, & Raju, 2024). La presencia de *E. coli* en alimentos o agua se considera un indicador de contaminación fecal, ya que esta bacteria puede llegar a estos medios por contaminación cruzada, especialmente cuando existen malas prácticas de higiene durante la producción, procesamiento o manipulación de los alimentos (Luna et al., 2019).

Salmonella enterica es una de las bacterias más comunes que causan enfermedades intestinales en todo el mundo. Se transmite principalmente a través de alimentos contaminados y ha sido identificada como una de las principales responsables de brotes infecciosos de origen alimentario en distintas regiones del planeta. De hecho, en 2022 la salmonelosis en la Unión Europea fue la segunda enfermedad zoonótica más notificada con 65,208 casos (EFSA, 2025). Esta bacteria ha desarrollado mecanismos muy efectivos para sobrevivir en el intestino humano. Es capaz de adherirse a las paredes del intestino, entrar en las células y mantenerse viva dentro de ellas. Para lograrlo, utiliza herramientas microscópicas, como un sistema que actúa como una jeringa diminuta, con la que inyecta proteínas especiales en las células del cuerpo, facilitando así la infección (Mishra et al., 2025).

Tanto *Salmonella* como *E. coli* patógena tienen como principal reservorio el tracto intestinal de animales, ganado y personas contaminadas. Estas bacterias se eliminan intermitentemente a través de las heces, por lo que una higiene deficiente, ya sea durante la producción, el manejo o la preparación de los alimentos, puede favorecer su paso a los alimentos mediante la ruta fecal-oral (Monte et al., 2019). Así, ingresan de forma invisible a la cadena alimentaria, representando una amenaza para la salud pública.

Frente a esta amenaza invisible, el presente artículo busca informar al público sobre la presencia y peligros de *E. coli* y *Salmonella* en los alimentos, cómo se transmiten, sus efectos en la salud y las acciones que pueden tomarse para prevenir su propagación, haciendo visibles a estos “enemigos ocultos” que comprometen la seguridad alimentaria.

Fuentes de Transmisión de *Escherichia coli* y *Salmonella* a los Alimentos

La ruta de diseminación de *E. coli* y *Salmonella* puede variar en la cadena de producción de los alimentos, involucra varios factores de riesgo, incluido el entorno agrícola, de procesamiento y de consumo. De manera específica se pueden involucrar varias rutas de contaminación como el campo de cultivo, animales, enmiendas del suelo a base de estiércol, agua de riego y lavado, higiene y salud humana, prácticas de cosecha de los trabajadores, equipos, transportes e higienes de los utensilios utilizados para la preparación de los alimentos (Figura 1) (Luna et al., 2019). Cada una de estas vías de contaminación puede ser responsable de la presencia de bacterias patógenas en los alimentos.



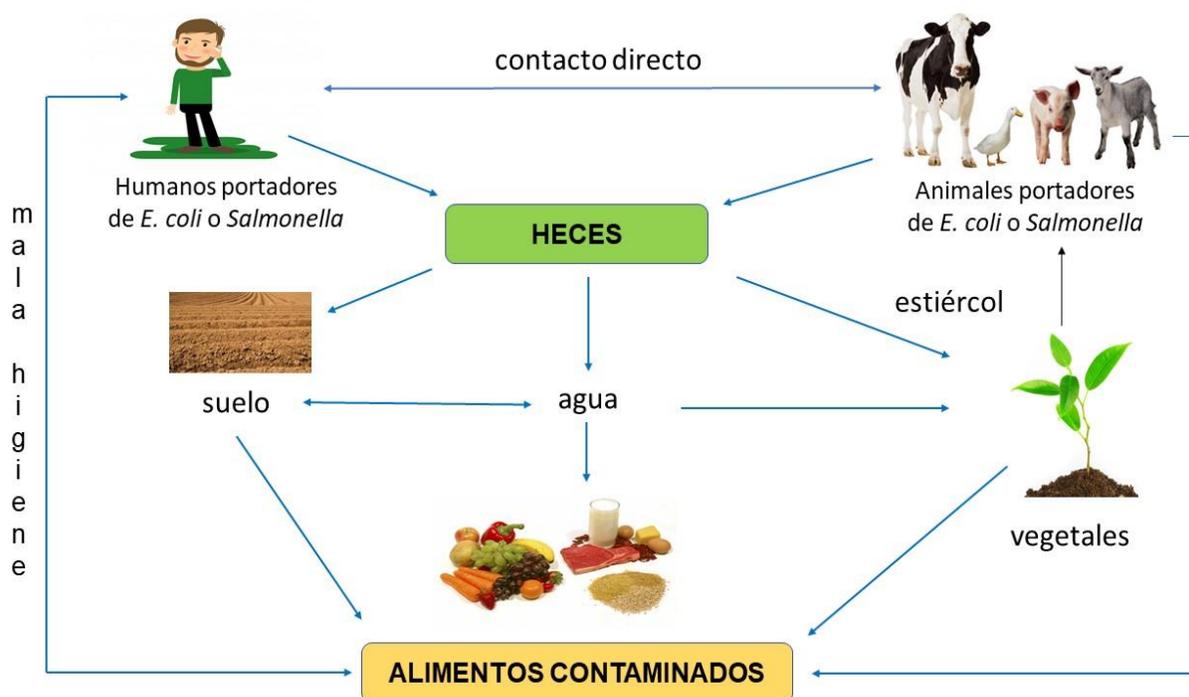


Figura 1. Principales rutas de contaminación de los alimentos con *E. coli* y *Salmonella*.

Entre las principales fuentes de contaminación antes de la cosecha se encuentran el uso de agua de riego contaminada y suelos tratados con estiércol, los cuales pueden contener bacterias patógenas. Después de la cosecha, el contacto de los alimentos con manipuladores, superficies sucias o agua contaminada incrementa aún más el riesgo, tanto en el hogar como en los puntos de venta al público (Gil et al., 2015). Por ello, las estrategias de gestión del riesgo deben basarse en una comprensión adecuada de cada una de estas etapas de interacción a lo largo de la cadena alimentaria. Una característica preocupante de *E. coli* y *Salmonella* es su capacidad para sobrevivir durante largos periodos en ambientes hostiles, como el agua, el suelo, superficies inertes e incluso en tejidos vegetales. Esta resistencia incrementa significativamente la posibilidad de que estas bacterias lleguen a los alimentos y representen un riesgo para la salud del consumidor

Prevalencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* en los Alimentos

Una amplia gama de alimentos pueden ser un vehículo para la transmisión de *E. coli* y *Salmonella* (Figura 2). La identificación frecuente de estas bacterias en brotes relacionados con los alimentos es la preocupación de mayor riesgo para las agencias gubernamentales, las industrias y el público en términos de seguridad de los productos. Se ha demostrado la prevalencia de *E. coli* en cerdos (41.33%) y aves de corral (42.99%) en varias granjas de la provincia de Zhejiang, China; este tipo de productos sirven como reservorios para la transmisión de esta bacteria de los alimentos a los humanos sanos, por lo que representa una seria amenaza para el seguridad alimentaria (Jiang et al., 2025). La presencia de *E. coli* en alimentos también puede variar



según la temporada del año. En un estudio realizado en mercados locales de la ciudad de Dhaka, Bangladesh, se observó una menor prevalencia de *E. coli* en muestras de vegetales durante el verano (97.18 %) en comparación con el invierno (97.20 %). Aunque la diferencia es mínima en este caso, los resultados sugieren que las condiciones climáticas pueden influir en la supervivencia y proliferación de esta bacteria en productos frescos (Ahmad et al., 2025). En un estudio realizado en la provincia del Estado Libre, Sudáfrica se detectó la presencia de *E. coli* en un 18.4% de muestras de espinacas crudas para envasar y repollo, lo que evidencia un riesgo potencial de contaminación en vegetales frescos consumidos directamente por la población (Mohapi, 2025).

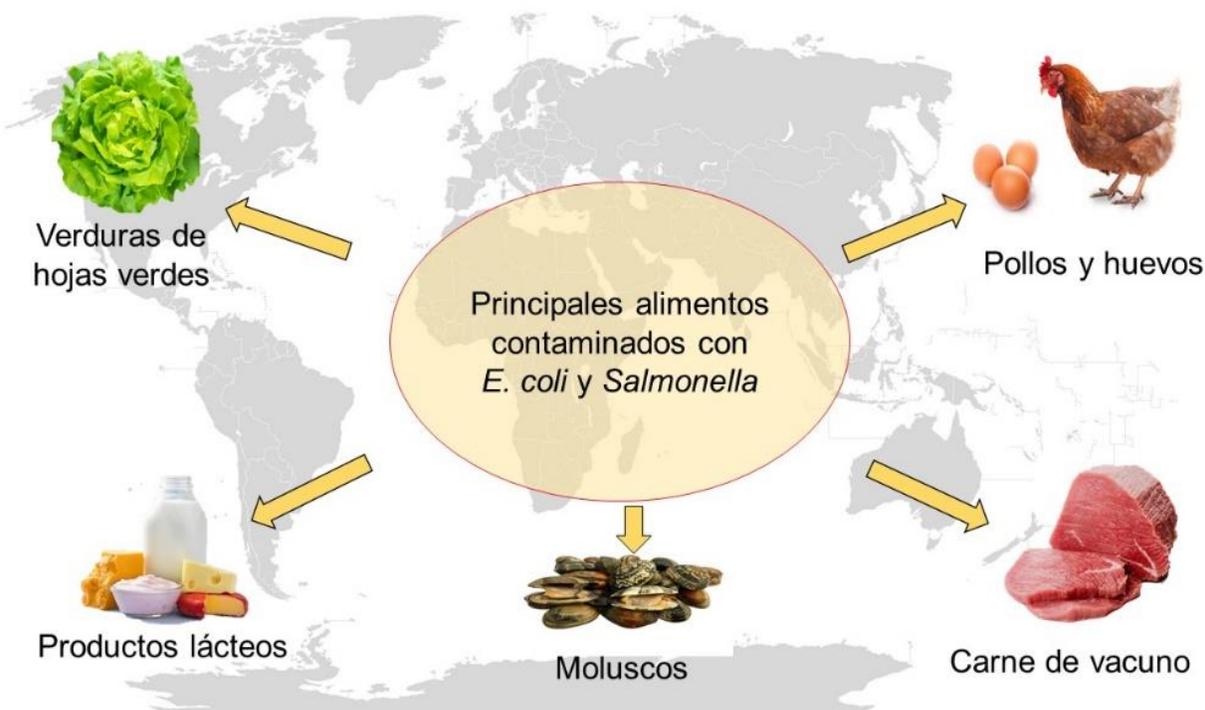


Figure 2. Principales alimentos contaminados con *E. coli* y *Salmonella*.

En Italia se han aislado cepas de *E. coli* y *Salmonella* Typhimurium con altos niveles de multirresistencia a los antimicrobianos en especies de moluscos bivalvos y muestras de agua, lo que demuestra la presencia de estas bacterias en alimentos marinos (Giacometti et al., 2021). Esto podría deberse a que las áreas costeras están sujetas a contaminación fecal de desechos humanos y animales provenientes de una variedad de fuentes (ríos, escorrentías de actividades agrícolas e industriales y aguas residuales urbanas), lo que provoca la contaminación de los hábitats marinos. Diversos alimentos de origen animal como leche cruda, queso elaborado con leche no pasteurizadas, carne roja, carne molida y hamburguesas poco cocidas, han estado involucrados en la transmisión de infecciones alimentarias causadas por *E. coli* diarreogénicas (Fallah, 2021). La fuente más probable de esta contaminación podría provenir de aguas residuales humanas o de su manipulación durante el proceso.



En un estudio realizado en Hidalgo, México, se detectó la presencia de *E. coli* en el 20 % de las muestras de tunas analizadas, así como *Salmonella* en otro 20 % (Hernández et al., 2025). Estas frutas provenían de mercados locales, y los resultados evidencian la necesidad de reforzar las medidas de higiene a lo largo de toda la cadena de producción, desde el cultivo hasta su comercialización. En un estudio realizado en la Zona Centro de México, el 100% de las muestras de alimentos analizadas resultaron positivas a *E. coli*, con mayor prevalencia en verduras, frutas y alimentos preparados vendidos en la vía pública (Mora et al., 2025). En la región de Tamaulipas, México se encontraron cepas de *E. coli* productoras de β -lactamasas de espectro extendido del 20.7% de los aislamientos proveniente de carne de pollo, lo que puede influir en la propagación de estas cepas (Rodríguez et al., 2025).

Diversos estudios han confirmado la presencia de *Salmonella* en alimentos de origen vegetal y animal, lo que representa un riesgo importante para la salud pública. En Camboya, se detectó a presencia de diferentes cepas de *Salmonella* (5.49%) aisladas de la cadena de suministro de hortalizas (Salazar et al., 2025). En un estudio realizado en Zaria, Nigeria se encontró una prevalencia de *Salmonella* del 15.8 % en vegetales, siendo la lechuga el producto más contaminado, seguida de la cebolla y el repollo (Caleb, Esonu, & Ahmad, 2025). Además, las verduras crudas se han asociado con numerosos brotes de *Salmonella* transmitida por alimentos. En China, la prevalencia global de *Salmonella* fue del 3.4%, el cilantro y la lechuga mostraron las tasas de contaminación más altas (Yang et al., 2020). Este estudio proporcionó evidencia de la prevalencia de *Salmonella* en verduras crudas chinas y sugiere que la contaminación de las verduras frescas por este patógeno es un riesgo potencial para la salud pública.

En Corea del Sur se han identificado cepas de *Salmonella* multirresistentes en animales destinados al consumo humano, como bovinos, porcinos y aves de corral (Mechesso et al., 2020). De manera similar, en Malasia se ha reportado una alta tasa de contaminación por *Salmonella* en vegetales, canales de pollo y entornos de procesamiento dentro de mercados de alimentos frescos (Abatcha, Effarizah, & Rusul, 2018). En el caso de la avicultura, el uso extendido de antibióticos con fines terapéuticos, profilácticos y como promotores del crecimiento ha contribuido a la emergencia de bacterias resistentes. Además, el uso de excretas de gallineros como fertilizante en cultivos puede facilitar la transferencia de *Salmonella* a vegetales. Aunque la mayoría de los países establecen normativas para el uso veterinario de antibióticos, muchos productores aún los emplean sin prescripción, lo que agrava el problema.

Estos hallazgos evidencian la amplia distribución de *E. coli* y *Salmonella* en alimentos de consumo habitual, así como la creciente amenaza de cepas con resistencia antimicrobiana. El uso indiscriminado de antibióticos en la producción animal no solo incrementa el riesgo de transmisión de patógenos a través de los alimentos, sino que también compromete la eficacia de los tratamientos disponibles. En este contexto, resulta urgente implementar controles sanitarios más estrictos y promover buenas prácticas de higiene en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta la venta al consumidor final, con el fin de proteger la salud pública y frenar la propagación de bacterias resistentes.

Infeción por *Escherichia coli* y *Salmonella*

Cada año, millones de personas sufren uno o más episodios diarreicos sin llegar a saber que, en muchos casos, están relacionados con la ingestión de alimentos contaminados. Las infecciones intestinales pueden



ser causadas por diversos agentes como virus, bacterias o parásitos, y aunque un porcentaje significativo está asociado a bacterias patógenas como *E. coli* y *Salmonella*, no todas las diarreas requieren tratamiento con antibióticos, ya que muchas son de origen viral. El uso inadecuado de estos medicamentos no solo es ineficaz en esos casos, sino que además contribuye al desarrollo de resistencia antimicrobiana.

E. coli y *Salmonella* afectan a personas de cualquier edad y región del mundo, pero los recién nacidos, bebés, mujeres embarazadas, adultos mayores y personas inmunocomprometidas son los más vulnerables a sufrir complicaciones graves o incluso la muerte por enfermedades transmitidas por alimentos (USDA, 2025). Las tasas más altas de infección se han reportado en países en desarrollo y menos desarrollados. En los primeros, esto se debe principalmente a la contaminación cruzada a lo largo de la cadena alimentaria; en los segundos, las deficientes condiciones de higiene representan un factor de riesgo predominante en la transmisión de enfermedades alimentarias (Ahmed et al., 2013).

Los síntomas de la intoxicación alimentaria causada por *E. coli* y *Salmonella* pueden variar de leves a graves. Los síntomas más comunes son malestar estomacal, calambres en el estómago, náuseas, vómitos, diarrea y fiebre. La mayoría de las personas solo padecen enfermedades leves, que duran unas horas a varios días. En caso de una intoxicación alimentaria por *E. coli* los síntomas comienzan de 3 a 4 días después de la exposición, mientras que con *Salmonella* es más rápida su manifestación, entre 6 horas y 6 días (CDC, 2025b). Sin embargo, algunas personas desarrollan enfermedades graves por el consumo de alimentos contaminados que necesitan ser hospitalizadas y cuando se complican causan la muerte (Figura 3).

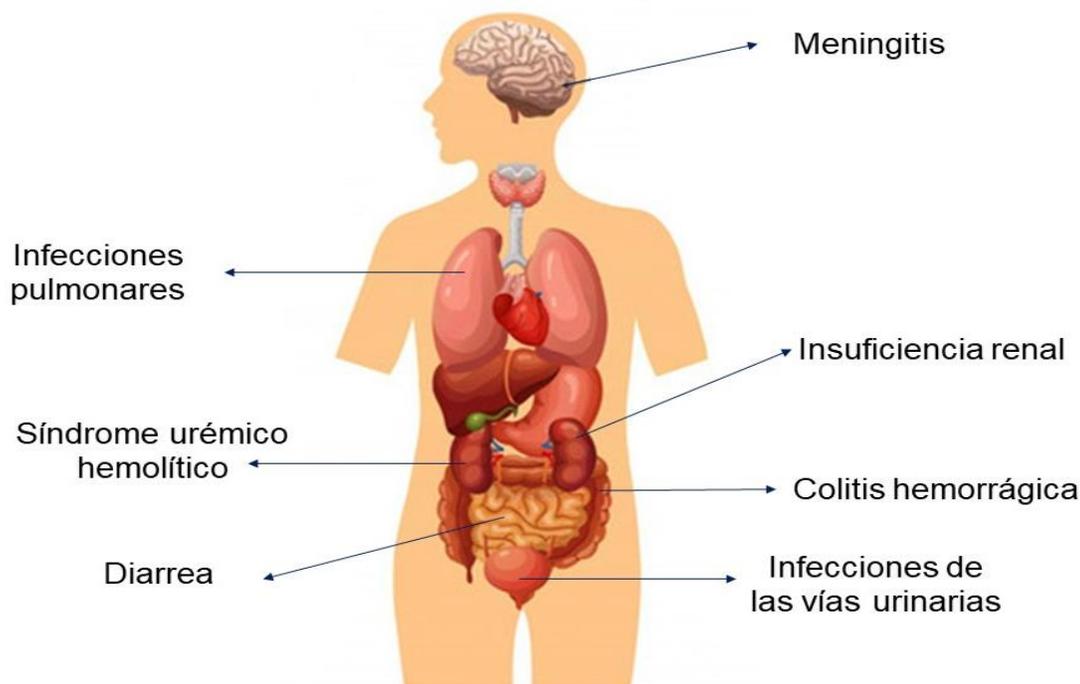


Figure 3. Enfermedades causadas por intoxicación alimentaria con *E. coli* y *Salmonella*.



Prevención de la Contaminación Bacteriana en los Alimentos

Se sugieren varias estrategias para prevenir la transmisión *E. coli* y *Salmonella* a los alimentos:

- Practicar una buena higiene personal.
- Proteger los campos de la contaminación fecal.
- Utilizar estiércol tratado.
- Evaluar y gestionar los riesgos del agua de riego.
- Mantener limpios y secos los equipos de cosecha y las instalaciones de almacenamiento.
- Proteger los alimentos y las áreas de cocina de insectos, mascotas y otros animales.
- Guardar los alimentos en recipientes cerrados.
- Separar los alimentos crudos de los cocinados y de los listos para comer.
- Usar equipos y utensilios diferentes, como cuchillos o tablas de cortar, para manipular carne, pollo, pescado, frutas y verduras.
- Cocinar completamente los alimentos, especialmente carne, pollo, huevos y pescado.
- Hervir los alimentos como sopas y guisos para asegurarse que alcanzaron una temperatura de 70°C.
- Recalentar completamente la comida cocinada.
- Prevenir la contaminación cruzada lavándose bien las manos y limpiando bien los utensilios con agua y jabón.
- Beber leche y jugos pasteurizados.
- No beber agua sin tratar.
- No lavar la carne ni pollo crudos, ya que estos pueden dispersar bacterias en la cocina y provocar contaminación cruzada; la cocción adecuada elimina los patógenos.
- Lavar las frutas y hortalizas, especialmente si se comen crudas (OMS, 2012).

Se debe intentar cumplir con todas las medidas de prevención, tanto en la cadena de producción de un alimento como en su preparación y consumo, para evitar contraer una enfermedad causada por estas bacterias.

Conclusión

La presencia de *E. coli* y *Salmonella* en los alimentos representa un riesgo significativo para la salud pública. Por ello, es fundamental promover buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde la producción en el campo hasta la preparación en el hogar. Tanto los actores del sector alimentario como los consumidores deben estar informados y comprometidos con medidas sencillas pero efectivas: manipular los alimentos con higiene, evitar la contaminación cruzada, conservar los productos a temperaturas seguras y cocinarlos adecuadamente. Además, la educación alimentaria y la capacitación continua son clave para prevenir infecciones y reducir el uso innecesario de antibióticos. Finalmente, fortalecer la vigilancia sanitaria y seguir investigando métodos accesibles para detectar y controlar estos patógenos contribuirá a proteger la salud de todos.



Referencias

1. Adley, C. C., & Ryan, M. P. (2025). The Nature and Extent of Foodborne Disease. In *Antimicrobial Food Packaging* (pp. 3–14). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90747-7.00002-8>
2. Ahmad Zahra, M., Niaj Murshidi, G., Das Moon, U., Sultana, S., & Haque, F. K. M. (2025). Seasonal Analysis of Pathogenic *Escherichia coli* Contamination in Vegetables, Washing Water, and Vendor Hygiene: Virulence Group Classification and Antibiotic Resistance. *Food Science & Nutrition*, *13*(1). <https://doi.org/10.1002/fsn3.4723>
3. Caleb, V. O., Esonu, D. O., & Ahmad, A. I. (2025). Prevalence and antimicrobial susceptibility profile of *Salmonella* spp. isolated from vegetables in farms and markets within Zaria metropolis, Kaduna state, Nigeria. *Folia Veterinaria*, *69*(2), 12–19. <https://doi.org/10.2478/fv-2025-0013>
4. CDC Center for Disease Control and Prevention. (2025a). *Multistate Foodborne Outbreak Notices*. <https://www.cdc.gov/foodborne-outbreaks/active-investigations/all-foodborne-outbreak-notices.html>
5. CDC Center for Disease Control and Prevention. (2025b). *Symptoms of Food Poisoning*. <https://www.cdc.gov/food-safety/signs-symptoms/index.html>
6. EFSA European Food Safety Authority. (2025). *Salmonella*. <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/salmonella>
7. Fallah, N., Ghaemi, M., Ghazvini, K., Rad, M., & Jamshidi, A. (2021). Occurrence, pathotypes, and antimicrobial resistance profiles of diarrheagenic *Escherichia coli* strains in animal source food products from public markets in Mashhad, Iran. *Food Control*, *121*(July 2020), 107640. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107640>
8. Giacometti, F., Pezzi, A., Galletti, G., Tamba, M., Merialdi, G., Piva, S., Serraino, A., & Rubini, S. (2021). Antimicrobial resistance patterns in *Salmonella enterica* subsp. *enterica* and *Escherichia coli* isolated from bivalve molluscs and marine environment. *Food Control*, *121*, 107590. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107590>
9. Gil, M. I., Selma, M. V., Suslow, T., Jacxsens, L., Uyttendaele, M., & Allende, A. (2015). Pre- and Postharvest Preventive Measures and Intervention Strategies to Control Microbial Food Safety Hazards of Fresh Leafy Vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *55*(4), 453–468. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.657808>
10. Hernández, L. V., Zamora, I. A. A., Rangel, E., Aldapa, C. A., & Rosas, J. C. (2025). Presencia de *Salmonella* y *Escherichia coli* patógena en tuna. *Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingeniería Del CBI*, *13*(15).
11. Jiang, H., Ran, M., Wang, X., Chen, Q., Wang, J., Ruan, Z., Wang, J., Tang, B., & Fang, J. (2025). Prevalence and characterization of class I integrons in multidrug-resistant *Escherichia coli* isolates from humans and food-producing animals in Zhejiang Province, China. *BMC Microbiology*, *25*(1), 76. <https://doi.org/10.1186/s12866-025-03794-y>
12. Luna, J. J., Arenas, M. M. P., Martínez, C., Silva, J. L., & Luna, M. L. (2019). The Role of Pathogenic *E. coli* in Fresh Vegetables: Behavior, Contamination Factors, and Preventive Measures. *Int. J. Microbiol.*, *2019*, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2019/2894328>
13. Mishra, C., Sahoo, S. K., Misra, N., Kushwaha, G. S., & Suar, M. (2025). Recent progress in molecular mechanisms of *Salmonella* effectors involved in gut epithelium invasion. *Molecular Biology Reports*, *52*(1), 601. <https://doi.org/10.1007/s11033-025-10715-9>
14. Mohapi, D. A., Ramatla, T., Thekisoe, O., Khetsha, Z. P., & Nkhebenyane, J. (2025). Antimicrobial Resistance Profiles of Bacteria Isolated from Fresh Vegetables in Free State Province, South Africa. *Foods*, *14*(12), 2139. <https://doi.org/10.3390/foods14122139>
15. Monte, D. F., Lincopan, N., Fedorka-Cray, P. J., & Landgraf, M. (2019). Current insights on high priority antibiotic-resistant *Salmonella enterica* in food and foodstuffs: a review. *Current Opinion in Food Science*, *26*, 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.03.004>
16. Mora-Coto, D., Moreno-Vélez, P., Luna-Muñoz, J., Moreno-Campuzano, S., & Ontiveros-Torres, M. A. (2025). Intestinal and Extraintestinal Pathotypes of *Escherichia coli* Are Prevalent in Food Prepared and Marketed on the Streets from the Central Zone of Mexico and Exhibit a Differential Phenotype of Resistance



- Against Antibiotics. *Antibiotics*, 14(4), 406. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14040406>
17. Mulchandani, R., Zhao, C., Tiseo, K., Pires, J., & Van Boeckel, T. P. (2024). Predictive Mapping of Antimicrobial Resistance for Escherichia coli, Salmonella, and Campylobacter in Food-Producing Animals, Europe, 2000–2021. *Emerging Infectious Diseases*, 30(1). <https://doi.org/10.3201/eid3001.221450>
 18. OMS Organización Mundial de la Salud. (2012). *Cinco claves para cultivar frutas y hortalizas más seguras: promover la salud mediante la contaminación microbiana*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
 19. Patel, A., Wolfram, A., & Desin, T. S. (2024). Advancements in Detection Methods for Salmonella in Food: A Comprehensive Review. *Pathogens*, 13(12), 1075. <https://doi.org/10.3390/pathogens13121075>
 20. Ravindra B. Malabadi, Sadiya MR, Kiran P. Kolkar, & Raju K. Chalannavar. (2024). Pathogenic Escherichia coli (E. coli) food borne outbreak: Detection methods and controlling measures. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 10(1), 052–085. <https://doi.org/10.30574/msarr.2024.10.1.0003>
 21. Rodríguez Chávez, K. A., Mandujano-Hernández, J. A., Rivera, G., Bocanegra-García, V., & Martínez-Vázquez, A. V. (2025). Distribution of phylogroups and antibiotic resistance patterns of ESBL-producing Escherichia coli strains isolated from chicken meat in Tamaulipas, Mexico. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 72(2), 145–152. <https://doi.org/10.1556/030.2025.02597>
 22. Salazar, A., Sreng, N., Peng, C., Fu, Y., Nawrocki, E. M., Chung, T., Vipham, J., Dudley, E. G., & Kovac, J. (2025). Genomic Diversity and Potential Transmission and Persistence of Salmonella in the Cambodian Vegetable Supply Chain. *Journal of Food Protection*, 88(2), 100447. <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2024.100447>
 23. SSA Secretaría de Salud Pública. (2025). *Boletín Epidemiológico. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica/Sistema Único de Información*.
 24. Yang, X., Wu, Q., Huang, J., Wu, S., Zhang, J., Chen, L., Wei, X., Ye, Y., Li, Y., Wang, J., Lei, T., Xue, L., Pang, R., & Zhang, Y. (2020). Prevalence and characterization of Salmonella isolated from raw vegetables in China. *Food Control*, 109, 106915. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106915>
 25. Zeynudin, A., Degefa, T., Belay, T., Mumicha, J. B., Husen, A., Yasin, J., Abamecha, A., Wieser, A., & Abayneh, M. (2025). Detections of antimicrobial resistance phenotypes and extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)- producing Salmonella spp and Escherichia coli O157:H7 in raw vegetables and fruits from open markets in Jimma town, Ethiopia and evaluation of hygiene and hand. *One Health Outlook*, 7(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s42522-024-00125-5>

