Prevalencia y control de *Listeria monocytogenes* en embutidos y productos cárnicos listos para el consumo (RTE)

Autor:
María José Sánchez Rivera

Titulo por el que opta:
Microbióloga

Director (a)
M.Sc Alexis Gáfaro Montejo

Grupo de Investigación:
GIMIA

Línea de investigación:
Microbiología Industrial y Bioprocesos

Universidad Santiago de Cali
Facultad de Ciencias Básicas
Programa de Microbiología
Cali, Colombia
2026

IMPACTOS

IMPACTO	PRODUCTO	BENEFICIARIOS
Científico	Revisión que integra información actual sobre la prevalencia, persistencia y control de *L. monocytogenes* en productos cárnicos RTE, facilitando la comprensión del problema.	Estudiantes, docentes e investigadores en microbiología e inocuidad alimentaria.
Tecnológico	Identificación de estrategias de control como HPP, aditivos antimicrobianos y cultivos bioprotectores aplicables en la industria cárnica.	Industria alimentaria, ingenieros y tecnólogos de alimentos.
Social y sanitario	Evidencia el riesgo del consumo de alimentos RTE contaminados y resalta la importancia de la higiene y la cadena de frío.	Consumidores, manipuladores de alimentos y sector salud.
Económico	Destaca la importancia de prevenir contaminación para evitar pérdidas por brotes, retiros de productos y fallas en inocuidad	Empresas del sector cárnico y entidades regulatorias.

Prevalencia y control de *Listeria monocytogenes* en embutidos y productos cárnicos listos para el consumo (RTE)

María José Sánchez Rivera (maría.sanchez30@usc.edu.co)

Grupo de Investigación GIMIA, Programa de Microbiología. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Santiago de Cali. Campus Pampalinda Calle 5 # 62-00. Santiago de Cali. Colombia

Resumen

Listeria monocytogenes es una bacteria muy importante en la inocuidad alimentaria debido a su elevada tasa de mortalidad y su capacidad de sobrevivir en ambientes industriales y crecer a temperaturas de refrigeración. Dentro de este panorama los embutidos y productos cárnicos listos para el consumo (RTE) tienen un papel importante en la seguridad alimentaria. Estos alimentos funcionan como vehículos directos de transmisión ya que el consumidor los ingiere sin aplicar un tratamiento térmico previo que pueda eliminar al patógeno.

Esta revisión tuvo como objetivo analizar la prevalencia y las estrategias de control de *L. monocytogenes* en embutidos y productos cárnicos RTE, haciendo énfasis en sus características microbiológicas, factores de virulencia y su impacto en la salud pública, a partir de la revisión de artículos científicos publicados entre 2015 y 2025.

Los estudios revisados mostraron que la prevalencia de *L. monocytogenes* varia ampliamente a nivel mundial. Se encontraron cifras desde un mínimo de 0,3% en entornos con vigilancia sanitaria estricta, hasta picos de 44,77% en situaciones vinculadas a brotes específicos siendo mayor en productos

realizados en manipulación post-proceso. Según los estudios revisados, se encontró que la capacidad de formación de biopelículas es un factor clave en la persistencia del microorganismo en plantas procesadoras, favoreciendo su resistencia a los desinfectantes y la contaminación cruzada.

En cuanto a las condiciones ambientales, se evidencio que *L. monocytogenes* puede sobrevivir y crecer a temperaturas de refrigeración, mientras que la congelación no garantiza su eliminación incrementando el riesgo durante el almacenamiento. Además, los factores como la ruptura de la cadena de frío y las deficiencias en las prácticas higiénicas contribuyen a su proliferación. Por otra parte, las medidas de control evidenciaron que ninguna estrategia individual es completamente efectiva, siendo necesario implementar un enfoque de múltiples barreras que incluya tratamientos físicos, químicos y biológicos, junto con la aplicación de buenas prácticas de manufactura y programas de monitoreo ambiental.

Finalmente, los estudios revisados mostraron la relación entre la presencia del patógeno y la ocurrencia de brotes de listeriosis, destacando su impacto en la salud pública, especialmente en poblaciones vulnerables. En conclusión*, L. monocytogenes* continúa siendo un desafío en la industria de alimentos RTE, por lo que se requieren estrategias integradas de control y una adecuada gestión del riesgo para garantizar la inocuidad alimentaria.

Palabras clave: *Listeria monocytogenes*, alimentos listos para el consumo, productos cárnicos, prevalencia.

Prevalence and control of *Listeria monocytogenes* in sausages and ready-to-eat (RTE) meat products

Abstract

Listeria monocytogenes is a very important bacterium in food safety due to its high mortality rate and its ability to survive in industrial environments and grow at refrigeration temperatures. Within this context, sausages and ready-to-eat (RTE) meat products play an important role in food safety. These foods act as direct transmission vehicles since they are consumed without prior heat treatment that could eliminate the pathogen.

This review aimed to analyze the prevalence and control strategies of *L. monocytogenes* in sausages and RTE meat products, emphasizing its microbiological characteristics, virulence factors, and its impact on public health, based on the review of scientific articles published between 2015 and 2025.

The data analysis showed a high variability in prevalence worldwide. Values ranged from a minimum of 0.3% in environments with strict sanitary surveillance to peaks of 44.77% in situations associated with specific outbreaks, being higher in products subjected to post-process handling. According to the reviewed studies, the ability to form biofilms was identified as a key factor in the persistence of the microorganism in processing plants, promoting its resistance to disinfectants and cross-contamination.

Regarding environmental conditions, it was determined that *L. monocytogenes* can survive and grow at refrigeration temperatures, while freezing does not guarantee its elimination, increasing the risk during storage. In addition, factors such as breaks in the cold chain and deficiencies in hygienic

practices contribute to its proliferation. On the other hand, control measures showed that no single strategy is completely effective, making it necessary to implement a multiple-hurdle approach that includes physical, chemical, and biological treatments, along with the application of good manufacturing practices and environmental monitoring programs.

Finally, the reviewed studies showed the relationship between the presence of the pathogen and the occurrence of listeriosis outbreaks, highlighting its impact on public health, especially in vulnerable populations. In conclusion, L. monocytogenes continues to be a challenge in the RTE food industry, therefore integrated control strategies and proper risk management are required to ensure food safety.

Keywords: *Listeria monocytogenes*, ready-to-eat foods, meat products, prevalence.

HIGHLIGHTS

Listeria monocytogenes es un riesgo importante en productos cárnicos listos para el consumo, ya que puede sobrevivir y crecer incluso en refrigeración.

La presencia de este microorganismo varía mucho a nivel mundial, encontrándose desde niveles muy bajos hasta porcentajes altos en casos de brotes.

Su capacidad para formar biopelículas le permite mantenerse en las plantas de procesamiento y resistir procesos de limpieza y desinfección.

Los productos que se manipulan después del procesamiento térmico, como los rebanados, tienen mayor riesgo de contaminarse nuevamente.

No existe un único método completamente eficaz para eliminarlo, por lo que es necesario combinar diferentes estrategias de control.

Tecnologías como el procesamiento por alta presión, el uso de cultivos bioprotectores y compuestos antimicrobianos han mostrado buenos resultados.

Factores como fallas en la cadena de frío y malas prácticas higiénicas favorecen su crecimiento en los alimentos.

La aplicación de buenas prácticas de manufactura, junto con el monitoreo y la capacitación del personal, es clave para reducir el riesgo.

1. Introducción

La inocuidad de los alimentos es un aspecto clave en la salud pública a nivel mundial, especialmente en el contexto de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), las cuales siguen representando una carga importante en morbilidad y mortalidad. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024) da a conocer que millones de personas enferman cada año por el consumo de alimentos contaminados, siendo los patógenos bacterianos una de las principales causas. En este contexto *L. monocytogenes* se considera uno de los microorganismos más importantes pues no solo por su elevada tasa de letalidad sino también por la capacidad de afectar principalmente a poblaciones vulnerables como mujeres embarazadas, recién nacidos, adultos mayores e individuos inmunocomprometidos.

La listeriosis es una enfermedad causada por la bacteria *L. monocytogenes*, aunque presenta una incidencia relativamente baja en comparación con otras ETA, esta se caracteriza por tener una de las tasas de mortalidad más altas lo que ha llevado a implementar regulaciones más estrictas a nivel

internacional. Frente a esta problemática, organismos como la Food and Drug Administration (FDA, 2017) han establecido políticas de tolerancia cero en determinados alimentos listos para el consumo (ready-to-eat, RTE), especialmente en aquellos que favorecen el crecimiento del patógeno. Esto ha resaltado la importancia de implementar sistemas preventivos, programas de monitoreo ambiental y la validación de procesos dentro de la industria alimentaria, con el fin de minimizar el riesgo para el consumidor. La Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura (FAO/OMS 2004) destaca la importancia de riesgo microbiológico y del control de factores como la temperatura y el tiempo de almacenamiento en la seguridad de los alimentos para el consumo.

En este sentido los embutidos y carnes procesadas RTE integran un grupo de alto riesgo, su naturaleza le permite que se consuman directamente lo que facilita que *L. monocytogenes* llegue al consumidor sin barreras térmicas intermedias, elevando así el peligro para la salud pública, incrementando el riesgo sanitario. Varios estudios han demostrado que la prevalencia de este patógeno en dichos productos varía considerablemente a nivel global, lo cual refleja diferencias en las condiciones de procesamiento, los niveles de control sanitario y las prácticas de higiene implementadas en cada contexto.

En sistemas donde hay altos estándares de control se han reportado prevalencias relativamente bajas, como el 0,3% en productos cárnicos en Polonia Maćkiw et al. (2020). Sin embargo, en otros escenarios se han encontrado valores más elevados, alcanzando el 44,77% en alimentos RTE asociados a brotes en Sudáfrica (Kayode & Okoh, 2022). De igual manera investigaciones desarrolladas en plantas de procesamiento han evidenciado prevalencias intermedias como el 12,2% en China Zhang et al. (2021) y el 4% en carne procesada en Egipto Mohamed et al. (2016). Estas diferencias muestran la influencia de factores como el tipo de producto, la manipulación posterior al procesamiento y las condiciones ambientales en la presencia del patógeno.

Uno de los principales retos en el control de *L. monocytogenes* radica en su capacidad de resistir en ambientes industriales por medio de la formación de biopelículas. Estas estructuras es lo que le permite adherirse a superficies de equipos, instalaciones y áreas de procesamiento, actuando como un mecanismo de protección frente a condiciones adversas y reduciendo la eficacia de los procesos de limpieza y desinfección. En este sentido, varios estudios han evidenciado la presencia del microorganismo en superficies que están en contacto con los alimentos, especialmente en las áreas de envasado, incluso después de la aplicar procesos de limpieza y desinfección (Gómez et al., 2015; Rincón-Gamboa et al., 2024). Además, la capacidad de *L. monocytogenes* para crecer a temperaturas de refrigeración se considera un factor crítico en la seguridad de los alimentos RTE. A diferencia de otros patógenos, este microorganismo no solo logra sobrevivir, sino que también puede multiplicarse durante el almacenamiento aumentando su concentración a lo largo de la vida útil del producto. En este sentido algunos estudios han demostrado su crecimiento en productos cárnicos bajo condiciones de refrigeración Milanov et al. (2022) por otro lado, aunque la congelación limita su desarrollo, no asegura su eliminación, ya que el microorganismo puede sobrevivir y luego proliferar cuando el producto se descongela.

Frente a esta situación, se han propuesto diferentes estrategias de control para disminuir la presencia de *L. monocytogenes* en productos cárnicos RTE. Entre ellas se encuentran tecnologías físicas como el procesamiento por alta presión, el uso de aditivos antimicrobianos, la aplicación de cultivos bioprotectores y compuestos naturales, además de la implementación adecuada de buenas prácticas de manufactura y programas de monitoreo ambiental. Estas medidas están en concordancia con las recomendaciones de organismos internacionales en materia de salud e inocuidad alimentaria.

Por lo tanto, esta monografía tiene como objetivo analizar la prevalencia y las estrategias de control de *L. monocytogenes* en embutidos y productos cárnicos listos para el consumo. Asimismo, se abordan sus características microbiológicas, factores de virulencia y su impacto en la salud pública. Para ello, se tomó como base la revisión de evidencia científica reciente, con el fin de comprender

mejor su comportamiento dentro de la cadena alimentaria y aportar al desarrollo de estrategias que ayuden a reducir el riesgo asociado a este patógeno.

2. Metodología

La presente investigación se desarrolló mediante una revisión sistemática de literatura científica con el objetivo de analizar la prevalencia y estrategias de control de la bacteria *L. monocytogenes* en embutidos y productos cárnicos listos para el consumo (RTE) esta metodología permitió una búsqueda y selección organizada de la información de una forma más clara, teniendo en cuenta los lineamientos de la declaración PRISMA *(Preferrred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta- Analyses)*

2.1 Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos académicos como Scopus, y ScienceDirect buscando artículos entre los años 2015 y 2025 con palabras claves en inglés y español combinando operadores boléanos (AND, OR) como , Scopus: “Listeria monocytogenes” AND (“ready-to-eat-meat” OR “RTE meat” OR “meat products” OR sausages OR ham OR mortadella) AND (prevalence OR ocurrence OR contamination OR control OR inhibition OR reduction OR biofilm) para ScienceDirect: “Listeria monocytogenes” AND “ready-to-eat” AND “meat products” AND prevalence AND control AND contamination AND biofilm AND ocurrence.

2.2 Criterios de Inclusión

Se incluyeron estudios que cumplían con criterios como fuentes publicadas entre los años 2015 a 2025**,** estudios en español e inglés, con acceso a texto completo, artículos originales, reportes técnicos y normativas, estudios que reportaran datos de prevalencia de *L. monocytogenes* en embutidos y productos cárnicos listos para el consumo, además de los métodos utilizados para su detección y las medidas de control.

2.3 Criterios de exclusión

Publicaciones antes del 2015, salvo aquellos que constituyen antecedentes históricos, estudios que no traten de *L. monocytogenes* sobre el entorno alimentario, documentos no confiables y artículos duplicados.

2.4 Selección de estudios

La selección de los estudios se llevó a cabo en dos etapas. En la primera etapa se realizó la revisión de títulos y resúmenes de los estudios identificados mediante las palabras clave, con el fin de seleccionar aquellos que cumplían con los criterios establecidos. En la segunda etapa se efectuó la revisión a texto completo de los artículos previamente seleccionados, con el propósito de confirmar su calidad y pertinencia excluyendo aquellos que no aportaban información suficiente sobre el tema de estudio.

Este proceso fue apoyado mediante el uso de Rayyan, el cual permitió la detección y eliminación de artículos duplicados, así como la evaluación y selección de los estudios. Asimismo, se empleó Mendeley para la gestión de referencias bibliográficas y organización de los documentos. Finalmente, todo el procedimiento fue documentado mediante un diagrama de flujo PRISMA, que permite detallar la cantidad de estudios incluidos y excluidos, junto con las razones correspondientes.

2.5 Extracción de los datos

Autor (año)	País	Producto RTE	Muestra (n)	Prevalencia	Método	Hallazgos clave
Bonilla-Luque et al. (2024)	España	Salchichón artesanal	171	7,01% (16,67% en superficies)	ISO 11290-1 (ALOA)	Contaminación en materia prima y superficies, presencia de *L. monocytogenes* en el proceso y producto final
Centorotola et al. (2023)	Zambia	Polony, jamón, salchicha, biltong y salami	174	10,3%	ISO 11290-1 (Fraser + ALOA/Oxford, confirmación molecular)	Presencia de *L. monocytogenes* en varios productos detección de clones hipervirulentos (CC1 y CC2); riesgo para la salud pública y posible contaminación en procesamiento, almacenamiento o venta
Phung et al. (2020)	Vietnam	Salchichas y carne rebanada RTE	258	22,9%	MLST (tipificación multilocus)	Mayor prevalencia en carne rebanada (31%) que en salchichas (14,7%); presencia de complejos clonales hipervirulentos de *L. monocytogenes*
Calvo-Arrieta et al. (2021)	Costa Rica	Productos cárnicos RTE	190	2,6%	Cultivo microbiológico + confirmación	Baja prevalencia; contaminación asociada a prácticas de corte y manipulación en tiendas minoristas
Pyz-Łukasik et al. (2024)	Polonia	Productos cárnicos RTE	848	6,13%	PCR múltiple + MALDI-TOF MS + difusión en disco	Presencia de serogrupos asociados a listeriosis (IVb, IIa, IIb, IIc); aislados susceptibles a antimicrobianos; limitaciones en identificación por MALDI-TOF MS
Meza-Bone et al. (2023)	Ecuador (Quevedo)	Tocino, chorizo paisa, hamburgues	1000	16,3%	PCR (geniap)	Alta prevalencia; mayor en mortadela (22,5%) y hamburguesa (19%); concentraciones de 4–6 log UFC/g; asociada a

		a, mortadela y salami				deficiencias en higiene y control de temperatura
Kayode & Okoh (2022)	Sudáfrica	Productos cárnicos RTE (salchicha rusa, polony, entre otros)	239	44,77%	ISO 11290:2017 + PCR	Muy alta prevalencia; mayor en salchicha rusa (78,57%) y polony en rodajas (61,90%); serotipos 1/2a, 1/2b y 4b; alta capacidad de formación de biopelículas
Zhang et al. (2021)	China	Carne RTE	239	12,2%	Cultivo microbiológico + PFGE + WGS	Prevalencia moderada; mayor contaminación en área de empaque; presencia de cepas persistentes, indicando riesgo de recontaminación en plantas
Mohamed et al. (2016)	Egipto	Carne procesada (hamburguesa, carne picada y fiambre)	150	4%	Identificación fenotípica + PCR (gen hlyA) + secuenciación	Baja prevalencia; presencia de cepas con potencial de virulencia; similitud genética con cepas internacionales, sugiriendo diseminación global
Maćkiw et al. (2020)	Polonia	Productos cárnicos RTE (carne, embutidos y delicatessen)	184.439	0,3%	Métodos microbiológicos oficiales + caracterización molecular	Muy baja prevalencia presencia de genes de virulencia (inlA, inlC, inlJ) y resistencia a ampicilina a pesar del bajo porcentaje, los productos RTE representaron una fuente importante de riesgo
Thaivalappil et al. (2025)	Canadá	Roast beef RTE (y otros productos cárnicos)	37 lotes + 55 muestras ambientales	3,7% (hasta 13,3% en almacenamiento)	ISO + NMP + PCR	Baja prevalencia inicial con aumento durante almacenamiento contaminación ambiental (pisos y drenajes) riesgo de recontaminación post-proceso

Se recopiló la información con el fin de tener información importante de cada estudio seleccionado: datos bibliográficos (autor, año, país), tipo de producto cárnico y embutidos listo para el consumo, métodos de detección utilizados para *L. monocytogenes,* tipo de contaminación reportada, porcentaje de prevalencia, estrategias de control microbiológico implementados y condiciones de almacenamiento evaluadas (temperatura y tiempo).

Tabla 1. *Estudios sobre la prevalencia de Listeria monocytogenes en productos cárnicos RTE*

Autor (año)	**Producto RTE**	**Tratamiento**	**Reducción**	**Condiciones**
Balamurugan et al. (2018)	Salchicha cocida	HPP y pasteurización térmica	>7 log	600 MPa/3 min; 75–80 °C/15 min almacenamiento a 4–10 °C
Massia et al. (2024)	Salchicha tipo hot dog	Congelación	No significativa	-10 °C (30–90 días) crecimiento evaluado a 7–30 °C
Wijnker et al. (2019)	Tripa para embutidos	Sal, pH y temperatura	Variable (dependiente de condiciones)	NaCl (0–100%), pH (4,5–10), 3–30 °C, hasta 60 días
Siddi et al. (2022)	Salchicha fermentada	Cultivos bioprotectores	Inhibición significativa	Evaluación in vitro y challenge test en producto
Tantala et al. (2021)	Mortadela en lonchas	Película de quitosano + aceites esenciales	7 log	4–10 °C, hasta 7 días
Muchaamba et al. (2020)	Mortadela y salmón ahumado	β-feniletilamina (PEA)	Inhibición / efecto bactericida	Ensayos in vitro y en alimentos
Cropp et al. (2024)	Bologna (mortadela)	Film con nitrito (NEF)	Inhibición del crecimiento	10 °C, 50 días
King et al. (2016)	Salchicha de cerdo curada	Nitrito + ascorbato	Inhibición del crecimiento	7 °C, hasta 4 semanas
Paluszak et al. (2021)	Planta procesadora de carne	Biocidas (desinfectantes)	~7 log	0,1–0,5% superficies tiempo variable
Austrich-Comas et al. (2022)	Salchichas fermentadas de pollo	Cultivo bioprotector + HPP	~1,55 log	HPP (600 MPa/5 min); 4–15 °C
Andrade et al. (2020)	Planta RTE	Desinfectantes (etanol, oxidantes,	Variable	Evaluación en biopelículas y células libre

		amonio cuaternario)		
Kurpas et al. (2018)	Productos cárnicos RTE	Higiene y BPM	No aplica	Control en procesamiento
Menéndez et al. (2015)	Chorizo, jamón y cecina	Empaque (vacío/MAP) + temperatura	Variable	3–20 °C, hasta 180 días

***Tabla 2**. Estudios sobre estrategias de control de Listeria monocytogenes.*

Autor (año)	Producto	Biofilm	Resultado clave
Serrano-Heredia et al. (2025)	Jamón cocido RTE	Biopelícula vs células libres	Mayor supervivencia, resistencia y riesgo de infección
Zhang et al. (2021)	Productos cárnicos RTE	Persistencia ambiental	Persistencia clonal y contaminación en área de envasado
Rincón-Gamboa et al. (2024)	Productos cárnicos RTE	Persistencia en superficies y equipos	Contaminación en áreas de envasado y riesgo de contaminación cruzada
Milanov et al. (2022)	Carne RTE (salchicha y lomo ahumado)	Temperatura de almacenamiento	Crecimiento de *L. monocytogenes* incluso en refrigeración
Bucur et al. (2023)	Jamón RTE	Temperatura de refrigeración	Mayor crecimiento con aumento y fluctuación de temperatura
Kurpas et al. (2018)	Productos cárnicos RTE	Biopelículas en superficies	Persistencia y contaminación cruzada

***Tabla 3**. Estudios sobre biopelículas y condiciones ambientales de Listeria monocytogenes.*

Fuente	Tipo	Aporte clave
FAO/OMS (2004)	Evaluación de riesgo	Relación dosis–respuesta y riesgo en alimentos RTEA

OMS (2024)	Informe	Alta mortalidad y relevancia en salud pública
FDA (2017)	Guía	Estrategias de control y monitoreo en plantas

Tabla 4. *Documentos sobre Listeria monocytogenes en alimentos RTE.*

3. Desarrollo y discusión

3.1 Resultados de la búsqueda bibliográfica

Se encontraron un total de 3.791 artículos en las bases de datos de ScienceDirect, Scopus, y en Pubmed como fuente adicional 2 artículos y 3 documentos más (OMS, FDA) tras la eliminación de 985 duplicados, quedaron 2.806 artículos para el cribado inicial de lectura de títulos y resumen. De los 2.806 fueron excluidos 2.706 artículos por no cumplir con los criterios de inclusión como (año de publicación fuera del rango establecido, no abordaban embutidos y productos cárnicos listo para el consumo RTE, estudios que no tratan de *L. monocytogenes* sobre el entorno alimentario y el idioma). Después de la exclusión quedaron 100 artículos para la lectura a texto completo de los cuales se excluyeron 68 porque (no tenían acceso a la lectura a texto completo y estaban fuera del rango de años establecidos). Finalmente quedaron 32 artículos para la revisión sistemática. La Figura 1 representa el diagrama de flujo PRISMA que resume el proceso de identificación, cribado, selección e inclusión de los artículos.

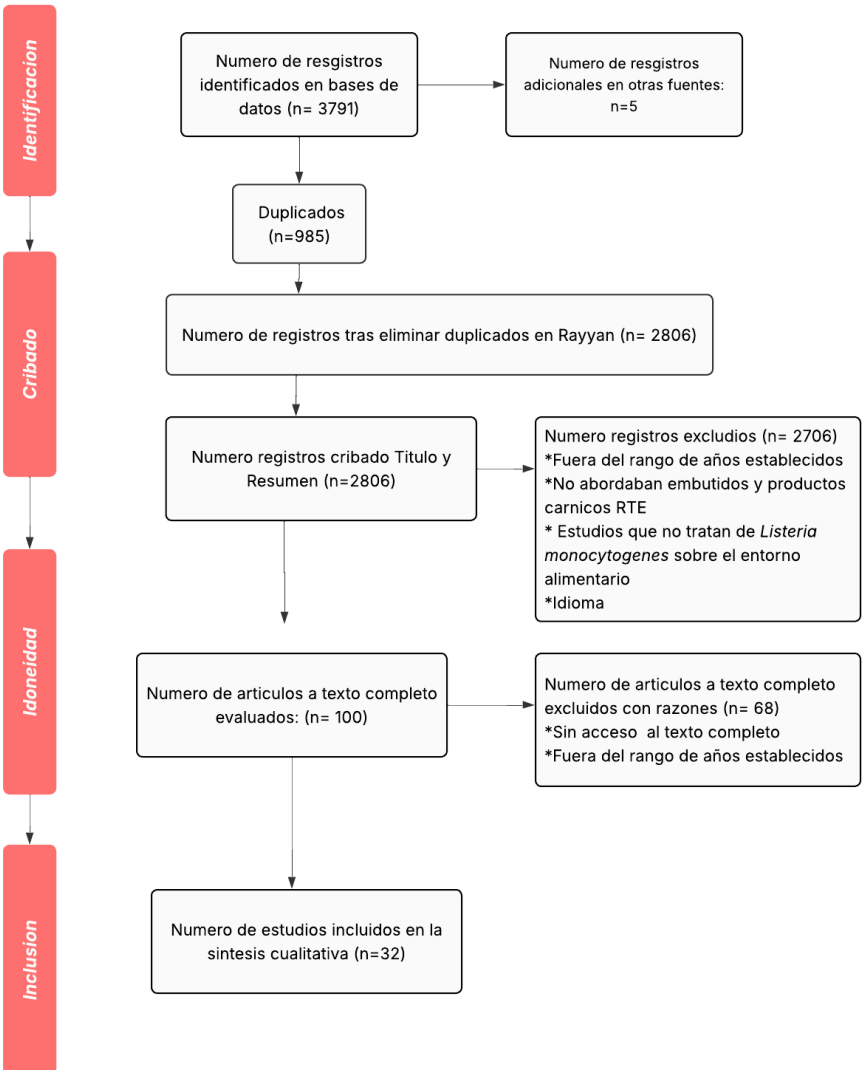

Figura 1. *Diagrama de flujo PRISMA para la selección de artículos*

Los estudios en esta revisión sistemática se dividen de la siguiente manera: Generalidades, factores de virulencia y brotes asociados de *L. monocytogenes***,** prevalencia, medidas de control, biofilm y condiciones ambientales.

Síntesis de Resultados

Una vez seleccionados los artículos que conforman esta revisión sistemática, la información fue organizada en tablas considerando cuatro categorías: autor (año), objetivo del estudio, contexto o condiciones experimentales y principales hallazgos. Esta estructura permite sintetizar de manera clara los resultados más importantes de cada investigación y facilita su análisis comparativo.

En primer lugar, se presentan los estudios relacionados con las características microbiológicas y factores de virulencia de *L. monocytogenes*, los cuales permiten comprender su capacidad de adaptación, supervivencia y potencial patogénico en alimentos (ver Tabla 5). Posteriormente se incluyen los estudios enfocados en la prevalencia del microorganismo en productos cárnicos listos para el consumo (RTE), evidenciando su distribución en diferentes contextos a nivel mundial (Tabla 6).

Adicionalmente, se incorporan aspectos como las estrategias de control (Tabla 7), la formación de biopelículas (Tabla 8) y las condiciones ambientales (Tabla 9) debido a su influencia directa en la persistencia y comportamiento *de L. monocytogenes* en la industria alimentaria. Estos factores permiten una comprensión más integral del riesgo asociado a este patógeno.

Autor (año)	Objetivo del estudio	Contexto/ condiciones experimentales	Principales hallazgos
(Bucur et al., 2023)	Describir el comportamiento de *L. monocytogenes* en alimentos	Productos cárnicos refrigerados	Capacidad de crecer a bajas temperaturas
(Milanov et al., 2022)	Evaluar crecimiento en almacenamiento	Productos cárnicos RTE	Puede multiplicarse durante la refrigeración
(Kayode & Okoh., 2022)	Analizar factores asociados a brotes	Alimentos RTE en Sudáfrica	Factores de virulencia asociados a infecciones
(Mohamed et al., 2016)	Caracterizar cepas bacterianas	Productos cárnicos en Egipto	Presencia de cepas con potencial de virulencia

Tabla 5. *Características microbiológicas y factores de virulencia de L. monocytogenes.*

Autor (año)	Objetivo del estudio	Contexto/ condiciones experimentales	Principales hallazgos
(Maćkiw et al., 2020)	Evaluar la prevalencia del patógeno	Productos RTE en Polonia	Baja prevalencia (0,3%)
(Mohamed et al., 2016)	Determinar presencia en carne procesada	Egipto	Prevalencia del 4%
(Zhang et al., 2021)	Analizar contaminación en plantas	China	Prevalencia del 12,2%
(Meza-Bone et al., 2023)	Evaluar presencia en embutidos	Ecuador	Prevalencia del 16,3%
(Phung et al., 2020)	Analizar ocurrencia en RTE	Vietnam	Prevalencia del 22,9%
(Kayode & Okoh., 2022)	Evaluar brote de listeriosis	Sudáfrica	Alta prevalencia (44,77%)

Tabla 6. *Prevalencia de L. monocytogenes en productos cárnicos RTE*

Autor (año)	Objetivo del estudio	Contexto/ condiciones experimentales	Principales hallazgos
(Balamurugan et al., 2018)	Evaluar efecto del HPP	Salchichas cocidas	Reducción >7 log
(Austrich-Comas et al., 2022)	Evaluar combinaciones de estrategias	Embutidos fermentados	Requiere combinación de métodos
(Siddi et al., 2022)	Evaluar cultivos bioprotectores	Salchichas fermentadas	Inhibición por bacteriocinas
(King et al., 2016)	Evaluar nitrito de sodio	Productos cárnicos	Disminuye crecimiento
(Tantala et al., 2021)	Evaluar compuestos naturales	Películas antimicrobianas	Reducción del patógeno
(Muchaamba et al., 2020)	Evaluar compuesto antimicrobiano	Alimentos RTE	Inhibe crecimiento y biofilm

Tabla 7*. Estrategias de control de L. monocytogenes*

Autor (año)	Objetivo del estudio	Contexto/ condiciones experimentales	Principales hallazgos
(Rincón-Gamboa et al., 2024)	Evaluar contaminación ambiental	Plantas cárnicas en Colombia	Presencia en superficies (5,9–28,6%)
(Zhang et al., 2021)	Analizar persistencia del patógeno	Plantas RTE	Mayor contaminación en envasado
(Gómez et al., 2015)	Detectar presencia en superficies	Industria cárnica	Persistencia tras limpieza
(Serrano-Heredia et al., 2025)	Analizar biopelículas	Jamón cocido	Mayor resistencia en biofilm

***Tabla 8**. Biofilm y persistencia en ambientes de procesamiento*

Autor (año)	Objetivo del estudio	Contexto/ condiciones experimentales	Principales hallazgos
(Milanov et al., 2022)	Evaluar crecimiento en refrigeración	Productos RTE	Incremento de hasta 3,3 log
(Bucur et al., 2023)	Analizar efecto de temperatura	Jamón	Fluctuaciones favorecen crecimiento
(Massia et al., 2024)	Evaluar congelación	Salchichas	No elimina el patógeno
(Menéndez et al., 2015)	Evaluar almacenamiento	Productos cárnicos	Supervivencia depende del empaque
(Thaivalappil et al., 2025)	Analizar factores operativos	Plantas RTE	Influencia del factor humano

***Tabla 9.** Condiciones ambientales y crecimiento de L. monocytogenes*

Generalidades, factores de virulencia y brotes asociados de *L. monocytogenes*

L. monocytogenes es una bacteria Gram positiva, en forma de bacilo y anaerobio facultativo, ampliamente reconocida por su importancia en la inocuidad alimentaria, una de sus características más relevantes es su capacidad de crecer en un amplio rango de condiciones ambientales, incluyendo temperaturas de refrigeración, lo que la clasifica como un microorganismo psicrotrófico. Esto permite multiplicarse en productos cárnicos listos para el consumo (RTE) durante su almacenamiento incrementando el riesgo para el consumidor (Bucur et al., 2023; Milanov et al., 2022).

En cuanto a sus factores de virulencia*, L. monocytogenes* tiene diversos mecanismos que le permiten invadir y multiplicarse dentro de las células del huésped, entre las más importantes se encuentran

las internalinas (InlA e InlB), responsables de facilitar la adhesión e invasión de células epiteliales, así como la listeriolisina O (LLO), una toxina que permite la liberación de la bacteria desde el fagosoma hacia el citoplasma. Adicionalmente, proteínas como ActA intervienen en su movilidad intracelular, favoreciendo su diseminación de célula a célula sin exponerse al sistema inmune, estos mecanismos explican la capacidad del patógeno para causar infecciones invasivas y su elevada tasa de letalidad en comparación con otros agentes transmitidos por alimentos (Kayode & Okoh, 2022; Mohamed et al., 2016).

Desde el punto de vista epidemiológico, la listeriosis es una enfermedad de baja incidencia, pero de alta gravedad afectando principalmente a poblaciones vulnerables como mujeres embarazadas, recién nacidos, adultos mayores e individuos inmunocomprometidos. Varios brotes han sido asociados al consumo de alimentos listos para el consumo, especialmente productos cárnicos que no requieren tratamiento térmico antes de su ingesta. Uno de los casos más representativos es el brote ocurrido en Sudáfrica, donde ha sido reportado una alta prevalencia de *L. monocytogenes* en productos RTE, particularmente en embutidos como la salchicha tipo “polony”, lo que evidenció fallas en las condiciones de procesamiento y control sanitario. Este tipo de eventos pone de manifiesto la importancia de la contaminación post-proceso y la persistencia del microorganismo en plantas de producción como factores clave en la aparición de brotes (Kayode & Okoh, 2022).

En conjunto estas características microbiológicas, su capacidad de virulencia y la evidencia de brotes asociados refuerzan la importancia de *L. monocytogenes* como un patógeno prioritario en la industria de alimentos RTE, y justifican la necesidad de implementar estrategias de control eficaces a lo largo de toda la cadena productiva.

Prevalencia

La prevalencia de *L. monocytogenes* en productos cárnicos listos para el consumo (RTE) presenta una notable variabilidad a nivel global, con valores que pueden ir desde cifras inferiores al 1% hasta porcentajes superiores al 40%. Esta amplia heterogeneidad depende de múltiples factores, entre ellos el tipo de producto, las condiciones de procesamiento, el nivel de higiene en planta y el contexto epidemiológico en el que se desarrollan los estudios (Calvo-Arrieta et al., 2021; Kayode & Okoh, 2022; Maćkiw et al., 2020; Mohamed et al., 2016; Pyz-Łukasik et al., 2024; Zhang et al., 2021). Estos resultados muestran lo complejo que resulta controlar este patógeno a lo largo de la cadena productiva, especialmente en alimentos que no requieren cocción antes de su consumo.

En el contexto europeo, varios estudios han reportado prevalencias relativamente bajas, lo cual sugiere la existencia de sistemas de control sanitario más estrictos dentro de la industria alimentaria. Por ejemplo, Maćkiw et al. (2020), a través de un amplio programa de vigilancia en Polonia, documentaron una prevalencia de apenas 0,3% en productos cárnicos RTE, incluyendo embutidos y productos delicatessen. De manera similar, Pyz-Łukasik et al. (2024) reportaron un 6,13% en lotes de producción comparables. En esta misma línea, Mohamed et al. (2016) identificaron en Egipto una prevalencia del 4% en productos como hamburguesas, carne picada y fiambres, evidenciando una baja incidencia, aunque con la presencia de cepas con potencial de virulencia.

Sin embargo, en Europa también se han observado casos con altos niveles de contaminación, particularmente en productos elaborados mediante procesos artesanales o tradicionales. Al estudiar la producción artesanal de salchichón, diversos estudios evidenciaron la presencia de un microbiota diverso que podría comprometer la inocuidad del producto, resaltando la importancia del control higiénico durante este tipo de procesos esto fue reportador por Bonilla-Luque et al. (2024). De manera complementaria, Gómez et al. (2015) confirmaron la presencia del patógeno tanto en productos cárnicos RTE como en superficies de plantas procesadoras en España, su estudio muestra la existencia de contaminación cruzada entre el entorno industrial y el producto final, con una mayor frecuencia en superficies de contacto directo con alimentos.

En otras regiones del mundo, especialmente en países en desarrollo o con menores niveles de control sanitario, las prevalencias tienden a ser más elevadas como en América Latina, donde se reporta un 16,3% en productos como tocino, chorizo y mortadela en Ecuador Meza-Bone et al. (2023). También Calvo-Arrieta et al. (2021) en Costa Rica, encontraron una prevalencia más baja del (2,6%) en productos cárnicos RTE comercializados al por menor, lo que pone en evidencia diferencias asociadas a las condiciones de manipulación, almacenamiento y distribución. De manera similar, en África reportan prevalencias del 10,3% en productos como jamón, salchichas y salami en Zambia, lo cual representa un nivel intermedio pero relevante desde el punto de vista de la salud pública Centorotola et al. (2023).Sin embargo, los valores más elevados de prevalencia se han registrado en estudios asociados a brotes o fallas significativas en el control sanitario. Un claro ejemplo de ello es el estudio de Kayode & Okoh, (2022) quienes, tras el brote de listeriosis en Sudáfrica reportaron una prevalencia del 44,77% en alimentos RTE. Dentro de estos los productos cárnicos mostraron niveles particularmente altos, como la salchicha rusa (78,57%) y la polony en rodajas (61,90%), ambos caracterizados por una intensa manipulación posterior al procesamiento. Estos hallazgos ponen en evidencia fallas críticas en las medidas de control y refuerzan el papel de los productos cárnicos RTE como importantes vehículos de transmisión del patógeno.

Por su parte en Asia se han reportado prevalencias intermedias, aunque con variaciones significativas dependiendo del tipo de producto en Vietnam, con prevalencias globales del 22,9% en productos RTE observando diferencias marcadas entre carne rebanada (31%) y salchichas (14,7%). Este comportamiento sugiere que la manipulación posterior al procesamiento térmico constituye un factor determinante en la contaminación. De manera consistente en China se encontró una prevalencia del 12,2% en plantas de procesamiento de carne RTE, destacando una mayor contaminación en las áreas de empaque, lo que confirma que la recontaminación post-proceso representa uno de los principales puntos críticos en la cadena productiva (Phung et al., 2020; Zhang et al., 2021).

Teniendo en cuenta lo anterior se demuestra que la prevalencia de *L. monocytogenes* en productos cárnicos listos para el consumo está fuertemente influenciada por el tipo de producto, siendo más elevada en aquellos que son rebanados, manipulados o expuestos al ambiente después del procesamiento térmico. Asimismo, factores como la persistencia del microorganismo en ambientes industriales, su capacidad de formar biopelículas, las condiciones de almacenamiento y las deficiencias en las prácticas higiénicas contribuyen de manera significativa a su presencia en la cadena alimentaria. Esta variabilidad muestra que es necesario aplicar estrategias de control más específicas y estrictas, teniendo en cuenta el tipo de producto y cada etapa del proceso, con el fin de disminuir el riesgo de contaminación y proteger la salud del consumidor.

El análisis de los estudios también indica que la presencia de *L. monocytogenes* en productos cárnicos listos para el consumo no es solo un problema microbiológico, sino que representa un riesgo importante para la salud pública, especialmente cuando está asociada a brotes. Un ejemplo claro es el caso reportado en Sudáfrica por Kayode & Okoh, (2022) donde se encontró una prevalencia del 44,77% en alimentos RTE durante un brote de listeriosis de gran magnitud. Este evento evidenció fallas importantes en el control sanitario, sobre todo en productos cárnicos con alta manipulación como salchichas y embutidos rebanados.

Diferentes estudios han señalado que la persistencia del microorganismo en plantas de procesamiento, especialmente en las áreas de envasado, favorece la contaminación cruzada y puede generar eventos de transmisión a gran escala (Rincón-Gamboa et al., 2024; Zhang et al., 2021). Esta situación es preocupante, considerando que la listeriosis presenta una alta tasa de mortalidad en comparación con otras enfermedades transmitidas por alimentos y afecta principalmente a poblaciones vulnerables.

En conjunto, estos resultados muestran que los brotes asociados a productos cárnicos RTE no dependen únicamente de la presencia del patógeno, sino también de factores como su persistencia

en el ambiente, las fallas en las prácticas de higiene y las condiciones de almacenamiento. Por ello, se hace necesario fortalecer los sistemas de vigilancia, control y gestión del riesgo a lo largo de toda la cadena alimentaria.

Medidas de control

El control de *L. monocytogenes* en productos cárnicos listos para el consumo (RTE) sigue siendo un reto constante para la industria alimentaria. Esto se debe principalmente a que el microorganismo puede sobrevivir en condiciones adversas, formar biopelículas y permanecer en los ambientes de procesamiento. Por esta razón, se han propuesto distintas estrategias de control que incluyen intervenciones físicas, químicas y biológicas, además de la aplicación de buenas prácticas de manufactura. Sin embargo, la evidencia muestra que estas medidas no son igual de efectivas por separado, por lo que deben aplicarse de forma conjunta para lograr una reducción real del riesgo.

En cuanto a las herramientas físicas, el procesamiento por alta presión hidrostática (HPP) se ha posicionado como una de las tecnologías más eficaces para inactivar la bacteria. Por ejemplo Balamurugan et al. (2018) reportaron reducciones superiores a 7 log en *L. monocytogenes* en salchichas cocidas al aplicar 600 MPa durante 3 minutos, lo que demuestra su utilidad como tratamiento post-letalidad. No obstante, su efectividad puede variar según el tipo de alimento. En este sentido Austrich-Comas et al. (2022) encontraron que en embutidos fermentados el HPP no siempre logra un control completo, por lo que es necesario complementarlo con otras estrategias, como el uso de cultivos iniciadores y un adecuado control del proceso de fermentación.

En relación con la temperatura, es importante no asumir que la congelación es un método de control definitivo ya que se ha demostrado que el patógeno puede sobrevivir a -10 °C sin presentar reducciones significativas en su población, lo que indica que este método no garantiza la inocuidad del producto. Incluso, después de la congelación, puede observarse un crecimiento más rápido durante la refrigeración. Este comportamiento resalta la importancia de mantener condiciones adecuadas de almacenamiento y evitar la ruptura de la cadena de frío Massia et al. (2024).

Por otra parte, los factores intrínsecos del alimento, como la concentración de sal, el pH y la temperatura, pueden actuar de manera conjunta en la inactivación del microorganismo, aunque *L. monocytogenes* presenta tolerancia a altas concentraciones de NaCl, la combinación de este factor con pH extremos y temperaturas elevadas favorece su reducción, siendo la temperatura el parámetro más determinante dentro de esta interacción Wijnker et al. (2019).

Las estrategias biológicas han demostrado un gran potencial especialmente en productos fermentados. En este sentido, la selección de cultivos protectores comerciales en salchichas fermentadas permite controlar eficazmente el crecimiento de *L. monocytogenes* mediante mecanismos como la competencia microbiana y la producción de compuestos antimicrobianos. Asimismo, se ha demostrado que cultivos iniciadores como *Latilactobacillus sakei* contribuyen a la inhibición del microorganismo mediante la producción de ácido láctico y bacteriocinas como la sakacina (Siddi et al., 2022; Austrich-Comas et al., 2022).

En cuanto a los métodos químicos, el uso de aditivos antimicrobianos continúa siendo una herramienta clave en la industria cárnica. Tanto el nitrito de sodio añadido como el residual prolongan la fase lag de *L. monocytogenes* y disminuyen su tasa de crecimiento. De manera innovadora el uso de películas de empaque con nitrito incorporado permite una liberación controlada del compuesto, lo que retrasa significativamente el crecimiento del patógeno durante el almacenamiento (King et al., 2016; Cropp et al., 2024).

Adicionalmente, se han desarrollado alternativas basadas en compuestos naturales con actividad antimicrobiana. Se han visto reducciones significativas mediante el uso de películas de quitosano incorporadas con aceites esenciales en productos cárnicos, mientras que la β-feniletilamina no solo inhibe el crecimiento de *L. monocytogenes*, sino que también afecta la formación de biopelículas, lo

cual representa una ventaja adicional en el control del patógeno (Tantala et al., 2021; Muchaamba et al., 2020).

Durante el almacenamiento, el comportamiento del microorganismo representa un aspecto clave para la seguridad del producto. Un estudio evaluó la supervivencia de *L. monocytogenes* en productos cárnicos rebanados como chorizo, jamón curado y cecina, envasados al vacío y en atmósfera modificada (20% CO_2 y 80% N_2), durante un periodo de 180 días a diferentes temperaturas, los resultados mostraron una disminución rápida del patógeno en chorizo, una reducción más gradual en jamón y un comportamiento más resistente en cecina, donde se observó un aumento inicial seguido de estabilidad, estos hallazgos evidencian que factores como el tipo de producto, el sistema de empaque y la temperatura influyen directamente en la supervivencia del microorganismo, lo que resalta la necesidad de aplicar estrategias específicas según la matriz alimentaria (Menéndez et al., 2015).

En relación con el control ambiental en plantas de procesamiento, diversos estudios han evidenciado que la eficacia de los desinfectantes puede verse limitada por factores como la concentración, el tiempo de contacto y la presencia de materia orgánica. En este sentido, la acción de los biocidas frente a *L. monocytogenes* depende significativamente de estas variables, observándose una disminución en su efectividad cuando existen residuos orgánicos en las superficies. De manera complementaria se conoce que la formación de biopelículas incrementa la resistencia del microorganismo a los desinfectantes, siendo más eficaces los compuestos oxidantes y a base de etanol en comparación con los amonios cuaternarios. Estos hallazgos resaltan la importancia de implementar protocolos de limpieza y desinfección adecuados, que consideren no solo el tipo de desinfectante, sino también las condiciones reales del entorno de procesamiento (Paluszak et al., 2021;Andrade et al., 2020).

El control ambiental dentro de las plantas de procesamiento constituye otro aspecto fundamental en la prevención de la contaminación. Kurpas et al. (2018) destacan que *L. monocytogenes* tiene una elevada capacidad de adaptación, lo que le permite sobrevivir en condiciones adversas y persistir en superficies de equipos e instalaciones mediante la formación de biopelículas. De esta manera los autores enfatizan la importancia de implementar programas rigurosos de limpieza y desinfección, así como de prevenir la contaminación cruzada en todas las etapas del proceso productivo.

Factores como la capacitación del personal, la experiencia operativa y la cultura de inocuidad influyen directamente en la eficacia de las medidas de control en plantas de procesamiento de productos cárnicos RTE. Estos resultados resaltan que el componente humano y organizacional desempeña un papel clave en la prevención de la contaminación por *L. monocytogenes* (Thaivalappil et al., 2025).

En concordancia con estos hallazgos, organismos regulatorios como la Food and Drug Administratio (FDA,2017) establecen la obligatoriedad de implementar sistemas preventivos basados en el análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), así como programas de monitoreo ambiental enfocados en la detección de *Listeria spp*. en zonas de contacto y no contacto con alimentos. De igual manera, la Organización Mundial de la Salud (OMS,2024) recomienda la aplicación de un enfoque integral basado en múltiples barreras, que incluya el control de temperatura, la higiene, capacitación del personal y la vigilancia microbiológica continua. Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/OMS, 2004) resalta la importancia del análisis de riesgo microbiológico y del control de factores como el tiempo y la temperatura en alimentos listos para el consumo.

Finalmente, la implementación de buenas prácticas de manufactura (BPM) resulta esencial para garantizar el control del patógeno a lo largo de toda la cadena productiva. En conjunto la evidencia disponible demuestra que el control efectivo de *L. monocytogenes* no depende de una única estrategia, sino de la aplicación integrada de múltiples barreras tecnológicas, químicas, biológicas y

operativas, que actúan de manera sinérgica para reducir su presencia en productos cárnicos listos para el consumo.

Biofilm y condiciones ambientales

Un aspecto clave en el control de *L. monocytogenes* es su capacidad para formar biopelículas y adaptarse al entorno. Esta característica le permite colonizar las plantas de procesamiento y mantenerse allí durante largos periodos, lo que favorece la contaminación de productos cárnicos listos para el consumo (RTE). Estas biopelículas no son simples acumulaciones de bacterias, sino estructuras organizadas que funcionan como una barrera de protección frente a diferentes condiciones de estrés, como los procesos de limpieza, desinfección y las condiciones de almacenamiento (Gómez et al., 2015; Kurpas et., 2018; Zhang et al., 2021).

Diversos estudios han demostrado que las células en biopelícula son mucho más resistentes que las células planctónicas. En este sentido *L. monocytogenes* en forma de biopelícula presenta una mayor supervivencia en jamón cocido RTE durante el almacenamiento en refrigeración, además de una mayor tolerancia a condiciones que simulan el tracto gastrointestinal (Serrano-Heredia et al., 2025).

En el entorno de las plantas de procesamiento, la persistencia del microorganismo suele estar asociada a la formación de reservorios en superficies y equipos. La contaminación cruzada hacia el producto final puede actuar como fuente continua de contaminación. De manera similar, se reportó la presencia de *L. monocytogenes* en superficies de equipos, áreas de producción y zonas de envasado en plantas cárnicas en Colombia, con frecuencias que oscilaron entre 5,9% y 28,6%. Estas cifras se asociaron a fallas en los procesos, contaminación de la materia prima y deficiencias en los protocolos de limpieza y desinfección (Zhang et al., 2021; Rincón-Gamboa et al., 2024).

De igual forma, la presencia del patógeno en superficies de contacto con alimentos incluso después de los procesos de limpieza, revela una mayor frecuencia en superficies sucias en comparación con superficies limpias. Este comportamiento refleja una alta capacidad de persistencia ambiental, estrechamente relacionada con la formación de biopelículas, las cuales dificultan la acción de los desinfectantes (Gómez et al., 2015).

En esta misma línea se señala que *L. monocytogenes* es capaz de sobrevivir en condiciones extremas y persistir en superficies de equipos e instalaciones mediante la formación de biopelículas, lo que complica su eliminación incluso cuando se aplican programas de limpieza convencionales. Además, se destaca que la contaminación cruzada puede ocurrir en múltiples etapas de la cadena productiva, desde el procesamiento hasta la comercialización, lo que refuerza la necesidad de un control higiénico integral (Kurpas et al., 2018).

Por otra parte, las condiciones de almacenamiento desempeñan un papel determinante en la supervivencia y crecimiento del patógeno. *L. monocytogenes* no solo sobrevive, sino que también puede crecer en productos cárnicos RTE como salchichas cocidas y lomos ahumados durante el almacenamiento a temperaturas de refrigeración (6–10 °C), alcanzando incrementos de hasta 3,3 log UFC/g. Complementariamente, las fluctuaciones de temperatura, especialmente cuando superan los 7 °C, favorecen el crecimiento del microorganismo, reduciendo la seguridad del alimento (Milanov et al., 2022; Bucur et al., 2023).

Discusión

A partir de la evidencia analizada en esta revisión, se confirma que la presencia de *L. monocytogenes* en productos cárnicos listos para el consumo (RTE) sigue representando un problema importante de inocuidad alimentaria a nivel global. Este comportamiento no solo se caracteriza por la variabilidad en los niveles de prevalencia, sino también por la notable capacidad del microorganismo para persistir en los ambientes de procesamiento. En conjunto, los estudios revisados muestran que la prevalencia puede oscilar desde valores muy bajos en sistemas con altos estándares de control

hasta cifras superiores al 40% en contextos asociados a brotes, lo que evidencia la fuerte influencia de factores como el tipo de producto, las condiciones higiénicas y especialmente, la manipulación posterior al procesamiento.

Los resultados indican que el mayor riesgo está en los productos que pasan por manipulación humana o mecánica tras su cocción. Carnes rebanadas y embutidos de mostrador son especialmente vulnerables a esta recontaminacion. Este comportamiento coincide con lo reportado por diversos estudios que señalan que los procesos artesanales pueden comprometer la inocuidad debido a la alta variabilidad microbiológica, así como la persistencia del patógeno tanto en los productos como en las plantas de procesamiento, favoreciendo una fuente continua de contaminación (Bonilla-Luque et al., 2024; Mureddu et al., 2014).

Uno de los factores clave que explica esta problemática es la capacidad de *L. monocytogenes* para persistir en ambientes industriales mediante la formación de biopelículas. Estas estructuras facilitan la adhesión del microorganismo a superficies como equipos, drenajes y áreas de procesamiento, aumentando su resistencia frente a los procesos de limpieza y desinfección. De acuerdo con esto la adaptación del patógeno a condiciones adversas y su tolerancia a los sanitizantes favorecen su permanencia en las plantas procesadoras, convirtiéndolo en un reservorio constante de contaminación cruzada hacia los alimentos. También las condiciones de almacenamiento juegan un papel determinante en la dinámica del patógeno, a diferencia de otros microorganismos de interés en alimentos, *L. monocytogenes* tiene la capacidad de crecer a temperaturas de refrigeración, lo que permite que su concentración aumente durante la vida útil del producto. En este sentido, los hallazgos evidencian que variables como el tipo de producto, el sistema de envasado y la temperatura influyen directamente en su supervivencia. A esto se suma que la congelación no garantiza su eliminación, ya que el microorganismo puede sobrevivir y posteriormente reactivarse lo que incrementa el riesgo cuando se rompe la cadena de frío (Camargo et al., 2017; Kurpas et al., 2018; Menéndez et al., 2015); Massia et al., 2024).

En cuanto a las estrategias de control, la evidencia recopilada confirma que no existe una única intervención capaz de eliminar completamente el patógeno. Por el contrario, se hace necesario implementar un enfoque basado en múltiples barreras. Tecnologías como el procesamiento por alta presión han mostrado ser muy eficaces; sin embargo, su rendimiento puede variar según la matriz alimentaria. De manera complementaria, el uso de cultivos bioprotectores, así como bacterias productoras de bacteriocinas se presentan como alternativas prometedoras, especialmente en productos fermentados, donde ayudan a inhibir el crecimiento del microorganismo (Siddi et al., 2022).

Por otro lado, también es importante considerar el papel de los factores operativos y organizacionales dentro de la industria. La adecuada implementación de buenas prácticas de manufactura, junto con la capacitación del personal y el fortalecimiento de la cultura de inocuidad, influyen directamente en la efectividad de las medidas de control. Esto demuestra que el factor humano cumple un papel clave en la prevención de la contaminación (Thaivalappil et al., 2025).

En esta misma línea, organismos internacionales como la Food and Drug Administration y la Organización Mundial de la Salud han establecido lineamientos enfocados en la aplicación de sistemas preventivos, programas de monitoreo ambiental y estrategias integrales de control. Estas recomendaciones coinciden con la evidencia científica revisada, que resalta la importancia de combinar herramientas tecnológicas, químicas, biológicas y operativas para disminuir la presencia de *L. monocytogenes* en productos RTE.

Finalmente, es importante tener en cuenta que el riesgo asociado a este patógeno no depende únicamente de su presencia en el alimento, sino también de factores relacionados con el almacenamiento y el consumo. Mantener adecuadamente la cadena de frío y reducir el tiempo de almacenamiento son aspectos fundamentales para limitar su crecimiento. En conjunto, los resultados de esta revisión muestran que la problemática de *L. monocytogenes* es multifactorial, ya que

depende de la interacción entre el producto, el ambiente de procesamiento, las prácticas industriales y el comportamiento del consumidor, lo que finalmente determina su impacto en la salud pública.

Conclusión

Con base en el análisis realizado, se puede afirmar que *L. monocytogenes* sigue siendo uno de los principales riesgos microbiológicos en productos cárnicos listos para el consumo (RTE), debido a su alta tasa de letalidad, su capacidad de crecer a temperaturas de refrigeración y su persistencia en los ambientes de procesamiento. A partir de lo revisado se evidenció una amplia variabilidad en la prevalencia del patógeno a nivel global, la cual está influenciada por factores como el tipo de producto, las condiciones de procesamiento, las prácticas higiénicas y el nivel de control sanitario en cada región.

Los resultados muestran que los productos cárnicos que son manipulados después del tratamiento térmico presentan un mayor riesgo de contaminación, especialmente aquellos que son rebanados o expuestos al ambiente antes del envasado. Asimismo, se observó que la capacidad de *L. monocytogenes* para formar biopelículas y persistir en superficies de plantas procesadoras representa uno de los principales retos para su control, ya que favorece la contaminación cruzada y su presencia constante en el producto final.

En cuanto a las estrategias de control, se concluye que no existe una única medida completamente eficaz para eliminar el patógeno, por lo que es necesario aplicar un enfoque integral basado en múltiples barreras. Tecnologías como el procesamiento por alta presión, el uso de aditivos antimicrobianos, cultivos bioprotectores y compuestos naturales han mostrado ser útiles; sin embargo, su efectividad depende de la matriz alimentaria y de las condiciones en las que se apliquen. De igual manera, factores como el control de la temperatura, el tipo de empaque y el mantenimiento de la cadena de frío influyen directamente en la supervivencia y crecimiento del microorganismo.

Además, se evidenció que los aspectos operativos, como la correcta implementación de buenas prácticas de manufactura, la capacitación del personal y la cultura de inocuidad, cumplen un papel importante en la prevención de la contaminación. En este sentido, las directrices establecidas por organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023) y la Food and Drug Administration (FDA, 2017) refuerzan la necesidad de aplicar sistemas preventivos, monitoreo ambiental y estrategias integradas de control a lo largo de toda la cadena productiva.

En general, la problemática asociada a *L. monocytogenes* en productos cárnicos RTE es de carácter multifactorial, por lo que su control requiere un enfoque integral que combine medidas tecnológicas, higiénicas y organizacionales. La aplicación adecuada de estas estrategias no solo contribuye a mejorar la inocuidad alimentaria, sino que también permite reducir el riesgo de listeriosis y proteger la salud del consumidor.

Agradecimientos

En primer lugar, le doy gracias a Dios por regalarme sabiduría, fortaleza y entendimiento en cada momento y por permitirme cumplir una meta más en mi vida.

Dedico este logro a mi familia que estuvo presente en cada paso del camino, apoyándome, motivándome y recordándome siempre que sí podía lograrlo. Gracias por ser mi impulso en los momentos difíciles y celebrar conmigo cada pequeño avance. También quiero dedicar este logro a mi pareja quien ha estado conmigo tanto en los buenos como en los malos momentos, creyendo siempre en mí y brindándome palabras de aliento cuando en el camino se tornaba un poco complejo, su apoyo y compañía fueron fundamentales durante este proceso.

Agradezco igualmente a los docentes que con su dedicación y paciencia compartieron sus conocimientos y contribuyeron a mi formación tanto académica como personal, cada enseñanza dejo una huella importante en este camino. Finalmente agradezco a la Institución por brindarme un espacio de aprendizaje y crecimiento que me permitió fortalecer mis conocimientos y avanzar en mi formación profesional.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Referencias

Andrade, J. C., João, A. L., Alonso, C. de S., Barreto, A. S., & Henriques, A. R. (2020). Genetic subtyping, biofilm-forming ability and biocide susceptibility of listeria monocytogenes strains isolated from a ready-to-eat food industry. *Antibiotics*, *9*(7), 1–17. https://doi.org/10.3390/antibiotics9070416

Austrich-Comas, A., Serra-Castelló, C., Jofré, A., Gou, P., & Bover-Cid, S. (2022). Control of Listeria monocytogenes in chicken dry-fermented sausages with bioprotective starter culture and high-pressure processing. *Frontiers in Microbiology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.983265

Balamurugan, S., Inmanee, P., De Souza, J. E., Strange, P., Pirak, T., & Barbut, S. (2018). Effects of high pressure processing and hot water pasteurization of cooked sausages on inactivation of inoculated listeria monocytogenes, natural populations of lactic acid bacteria, pseudomonas spp., and coliforms and their recovery during storage at 4 and 108C. *Journal of Food Protection*, *81*(8), 1245–1251. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-024

Bonilla-Luque, O. M., Valero, A., Tomasello, F., Cabo, M. L., Rodríguez-López, P., & Possas, A. (2024). Exploring microbial diversity during the artisanal Salchichón production: Food safety in the consumer spotlight. *LWT*, *191*. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115550

Bucur, F. I., Borda, D., Neagu, C., Grigore-Gurg, L., & Nicolau, A. I. (2023). Deterministic Approach and Monte Carlo Simulation to Predict Listeria monocytogenes Time to Grow on Refrigerated Ham: A Study Supporting Riskbased Decisions for Consumers' Health. *Journal of Food Protection*, *26*(1). https://doi.org/10.1016/j.jfp.2022.100026

Calvo-Arrieta, K., Matamoros-Montoya, K., Arias-Echandi, M. L., Huete-Soto, A., & Redondo-Solano, M. (2021). Presence of listeria monocytogenes in ready-to-eat meat products sold at retail stores in costa rica and analysis of contributing factors. *Journal of Food Protection*, *84*(10), 1729–1740. https://doi.org/10.4315/JFP-21-020

Centorotola, G., Ziba, M. W., Cornacchia, A., Chiaverini, A., Torresi, M., Guidi, F., Cammà, C., Bowa, B., Mtonga, S., Magambwa, P., D'Alterio, N., Scacchia, M., Pomilio, F., & Muuka, G. (2023). Listeria monocytogenes in ready to eat meat products from Zambia: phenotypical and genomic characterization of isolates. *Frontiers in Microbiology*, *14*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1228726

Cropp, M. S., Sebranek, J. G., Dickson, J. S., Walla, A. M., Houser, T. A., Prusa, K. J., Unruh, D. A., & Tarté, R. (2024). Effect of Nitrite-Embedded Packaging Film on Growth of Listeria monocytogenes in Nitrite-free and

Conventionally-cured Bologna Sausage. *Journal of Food Protection*, *87*(11). https://doi.org/10.1016/j.jfp.2024.100361

Food and Drug Administration. (2017). Control of Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods: Guidance for industry. https://www.fda.gov/media/102633/download

Food and Agriculture Organization of the United Nations, & World Health Organization. (2004). Risk assessment of Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods. https://www.fao.org/4/y5394e/y5394e00.htm

Gómez, D., Iguácel, L. P., Rota, M. C., Josécarramiñana, J., Ariño, A., & Yangüela, J. (2015). Occurrence of listeria monocytogenes in ready-to-eat meat products and meat processing plants in spain. *Foods*, *4*(3), 271–282. https://doi.org/10.3390/foods4030271

Kayode, A. J., & Okoh, A. I. (2022). Assessment of the molecular epidemiology and genetic multiplicity of Listeria monocytogenes recovered from ready-to-eat foods following the South African listeriosis outbreak. *Scientific Reports*, *12*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-022-20175-x

King, A. M., Glass, K. A., Milkowski, A. L., Seman, D. L., & Sindelar, J. J. (2016). Modeling the impact of ingoing sodium nitrite, sodium ascorbate, and residual nitrite concentrations on growth parameters of Listeria monocytogenes in cooked, cured pork sausage. *Journal of Food Protection*, *79*(2), 184–193. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-322

Kurpas, M., Wieczorek, K., & Osek, J. (2018). Ready-to-eat meat products as a source of Listeria monocytogenes. In *Journal of Veterinary Research (Poland)* (Vol. 62, Number 1, pp. 49–55). De Gruyter Open Ltd. https://doi.org/10.2478/jvetres-2018-0007

Maćkiw, E., Stasiak, M., Kowalska, J., Kucharek, K., Korsak, D., & Postupolski, J. (2020). Occurrence and characteristics of listeria monocytogenes in ready-to-eat meat products in Poland. *Journal of Food Protection*, *83*(6), 1002–1009. https://doi.org/10.4315/JFP-19-525

Massia, A. G., Laroque, D. A., de Moraes, J. O., Heidtmann, S., Buosi, D. T. M., & Carciofi, B. A. M. (2024). Prior freezing impact on the growth kinetics of Listeria monocytogenes in hot dog sausages. *Food Control*, *157*. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.110186

Menéndez, R. A., Rendueles, E., Sanz, J. J., Capita, R., & García-Fernández, C. (2015). Behavior of listeria monocytogenes in sliced ready-to-eat meat products packaged under vacuum or modified atmosphere conditions. *Journal of Food Protection*, *78*(10), 1891–1895. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-103

Meza-Bone, G. A., Meza Bone, J. S., Cedeño, Á., Martín, I., Martín, A., Maddela, N. R., & Córdoba, J. J. (2023). Prevalence of Listeria monocytogenes in RTE Meat Products of Quevedo (Ecuador). *Foods*, *12*(15). https://doi.org/10.3390/foods12152956

Milanov, M. V., Mateva, G. I., & Stoyanchev, T. T. (2022). SURVIVAL AND GROWTH DYNAMICS OF LISTERIA MONO-CYTOGENES AND SALMONELLA SPP. ON ARTIFICIALLY CONTAMINATED COOKED READY-TO-EAT MEAT PRODUCTS. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, *25*(1), 147–160. https://doi.org/10.15547/bjvm.2430

Mohamed, Y., Reda, W. W., Abdel-Moein, K., Abd El-Razik, K. A., Barakat, A. M. A., El Fadaly, H. A., Hassanain, N. A., & Hegazi, A. G. (2016). Prevalence and phylogenetic characterization of Listeria monocytogenes isolated from processed meat marketed in Egypt. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, *14*(1), 119–123. https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2016.06.001

Muchaamba, F., Stephan, R., & Tasara, T. (2020). β-phenylethylamine as a natural food additive shows antimicrobial activity against listeria monocytogenes on ready-to-eat foods. *Foods*, *9*(10). https://doi.org/10.3390/foods9101363

Organización Mundial de la Salud. (2024, 4 de octubre). *Food safety*. World Health Organization (WHO)

Paluszak, Z., Gryń, G., Bauza-Kaszewska, J., Skowron, K. J., Wiktorczyk-Kapischke, N., Korkus, J., Pawlak, M., Szymańska, E., Kraszewska, Z., Buszko, K., & Skowron, K. (2021). Prevalence and antimicrobialsusceptibility of Listeria monocytogenes strains isolated from a meat processing plant. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, *28*(4), 595–604. https://doi.org/10.26444/aaem/131799

Phung, T., Tran, T., Pham, D., To, A., & Le, H. (2020). Occurrence and molecular characteristics of listeria monocytogenes isolated from ready-to-eat meats in Hanoi, Vietnam. *Italian Journal of Food Safety*, *9*(3), 98–103. https://doi.org/10.4081/ijfs.2020.8772

Pyz-Łukasik, R., Piróg-Komorowska, A., & Policht, A. (2024). Occurrence, Molecular Serogroups, Antimicrobial Susceptibility and Identification by MALDI-TOF MS of Listeria monocytogenes Isolated from RTE Meat Products in Southern Poland. *Foods*, *13*(18). https://doi.org/10.3390/foods13182950

Rincón-Gamboa, S. M., Poutou-Piñales, R. A., & Carrascal-Camacho, A. K. (2024). Distribution of Listeria spp., and Listeria monocytogenes in micro- and small-scale meat product processing plants. *Heliyon*, *10*(7). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28662

Serrano-Heredia, S. M., Sánchez-Martín, J., López-Carmona, J. L., Sánchez-Gutiérrez, M., Díaz, A. V., & Jiménez, E. C. (2025). Survival of Listeria monocytogenes biofilms and planktonic cells on cooked ham in a contamination-storage-digestion process. *International Journal of Food Microbiology*, *442*. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2025.111346

Siddi, G., Piras, F., Spanu, V., Meloni, M. P., Sanna, R., Carta, N., Errico, M., Cuccu, M., De Santis, E. P. L., & Scarano, C. (2022). Selection of commercial protective cultures to be added in Sardinian fermented sausage to control Listeria monocytogenes. *Italian Journal of Food Safety*, *11*(2). https://doi.org/10.4081/ijfs.2022.10368

Tantala, J., Rachtanapun, P., & Rachtanapun, C. (2021). Synergistic antimicrobial activities of thai household essential oils in chitosan film. *Polymers*, *13*(9). https://doi.org/10.3390/polym13091519

Thaivalappil, A., Jung, J., Sekercioglu, F., & Young, I. (2025). Factors influencing food safety and good manufacturing practices in ready-to-eat meat processing plants in Ontario, Canada: A qualitative study. *Food and Humanity*, *4*. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100538

Wijnker, J. J., Janssen, P. M. W., Cebeci, S., Koerten, K. V. A. N., & Bekker, M. (2019). Validation of a high-throughput sausage casing model for the assessment of bacterial inactivation affected by salt concentration, pH, and temperature. *Journal of Food Protection*, *82*(10), 1769–1774. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-197

Zhang, H., Wang, J., Chang, Z., Liu, X., Chen, W., Yu, Y., Wang, X., Dong, Q., Ye, Y., & Zhang, X. (2021). Listeria monocytogenes Contamination Characteristics in Two Ready-to-Eat Meat Plants From 2019 to 2020 in Shanghai. *Frontiers in Microbiology*, *12*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.729114